

ANNALES DU BTS ANALYSES DE BIOLOGIE MÉDICALE (ABM)

Session 2026

Nous avons rassemblé dans ces annales les sujets de la session du BTS ABM. À la suite de la demande des utilisateurs, nous avons ajouté des corrigés partiels de différentes épreuves. Ces corrigés n'ont pas de caractère officiel et existent grâce à la bonne volonté de quelques professeurs : des erreurs risquent de subsister.

Pour compléter ce dispositif, le cas échéant, des corrections des erreurs ou de nouveaux corrigés pourront être consultés sur :

<http://www.upbm.org>

Les anciennes annales sont téléchargeables sur ce site.

Les Annales du BTS Analyses de biologie médicale et ses corrigés ont été réalisés par Christine GAUFICHON CHARRIER (Niort) et Christel CHATELAIS (Toulouse), Assistées de Sandrine ALEXANDRE (Niort), Jean Henri CLERGEAUD (Niort).

Rappelons que l'ensemble du travail réalisé est bénévole.

Sommaire

ANNALES DU BTS ANALYSES DE BIOLOGIE MÉDICALE (ABM).....	1
SESSION 2026	1
Nature des épreuves	3
Règlement d'examen	
Définition des épreuves	
SESSION 2026	9
E2 Mathématiques 2026	9
E3 Sciences Physiques et Chimiques 2026	15
E41 Biochimie 2026	26
E42 Microbiologie 2026	26
E43 Hématologie, Anatomopathologie, Immunologie 2026	59
 ÉLÉMENTS DE CORRIGES	 72
SESSION 2026	73
E2 Mathématiques 2026 corrigé	73
E3 Sciences physiques et chimiques 2026 corrigé	77
E41 Biochimie 2026 corrigé	77
E42 Microbiologie 2026 corrigé	84
E43 Hématologie, Anatomopathologie, Immunologie 2026 corrigé	89

Définition de la nature des épreuves

RÈGLEMENT D'EXAMEN

Le tableau indique les différentes épreuves théoriques ou pratiques.

BTS Analyses de Biologie Médicale			Voie scolaire dans un établissement public ou privé sous contrat, voie de formation professionnelle continue dans un établissement public habilité, voie de l'apprentissage dans un établissement habilité		Formation professionnelle continue dans un établissement public habilité		Voie scolaire dans un établissement privé hors contrat, voie professionnelle continue dans un établissement non habilité, voie de l'apprentissage dans un établissement public non habilité ou une section d'apprentissage non habilitée, voie de l'enseignement à distance	
Épreuves	Unités	Coef	Forme	Durée	Forme	Durée	Forme	Durée
E1 Langue vivante étrangère	U1	2	CCF 2 situations d'évaluation		CCF 2 situations d'évaluation		CCF 2 situations d'évaluation	
E2 Mathématiques	U2	1	Ponctuelle écrite	2 h	CCF 2 situations d'évaluation		Ponctuelle écrite	2 h
E3 Sciences physiques et chimiques	U3	2	Ponctuelle écrite	2 h	CCF 2 situations d'évaluation		Ponctuelle écrite	2 h
E4 Bases scientifiques et technologiques de la biologie médicale		6			CCF			
E41 Biochimie	U41	2	Ponctuelle écrite	3 h	2 situations d'évaluation	3 h	Ponctuelle écrite	3 h
E42 Microbiologie	U42	2	Ponctuelle écrite	3 h	2 situations d'évaluation	3 h	Ponctuelle écrite	3 h
E43 Hématologie Anatomopathologie Immunologie	U43	2	Ponctuelle écrite	2 h	2 situations d'évaluation	2 h	Ponctuelle écrite	2 h
E5 (EPS) Analyses de biologie médicale		7	CCF	12 h max	CCF	12 h max		12 h max
E51 Analyses de biochimie médicale	U51	2,5	2 situations d'évaluation	4 h max	2 situations d'évaluation	4 h max	Ponctuelle pratique	4 h max
E52 Analyses de microbiologie médicale	U52	3	2 situations d'évaluation	6 h max	2 situations d'évaluation	6 h max	Ponctuelle pratique	6 h max
E53 Analyses d'hématologie et d'anatomopathologie médicales	U53	1,5	2 situations d'évaluation	3 h max	2 situations d'évaluation	3 h max	Ponctuelle pratique	3 h max
E6 Soutenance de rapport de stages	U6	3	Ponctuelle orale	45 min	CCF	45 min	Ponctuelle orale	45 min
Epreuves facultatives								
Engagement étudiant	U6	1*	Ponctuelle orale	20 min				
Langue vivante étrangère (LV2)	UF1	1*	Ponctuelle orale	20 min	CCF	20 min	Ponctuelle orale	20 min

* Seuls les points au-dessus de la moyenne sont pris en compte.

Pour être déclaré reçu, il suffit d'avoir la moyenne, soit au moins 210 points.

Aucune absence n'est admise.

Concernant la langue vivante obligatoire, de nombreuses langues sont possibles : *anglais, allemand, portugais, espagnol, arabe, polonais...* Il est également possible de passer une deuxième langue vivante étrangère facultative.

Pour les candidats n'ayant pas la moyenne (moins de 210 points), le jury examine les résultats obtenus et le livret scolaire. Si le candidat a obtenu la moyenne aux épreuves E4, E5 et E6 (moyenne des trois épreuves supérieures à 10/20), le jury l'autorise à passer des épreuves de contrôle de rattrapage.

Définition des épreuves

E1 Langue Vivante Étrangère

Objectifs

L'épreuve a pour but d'évaluer :

La compréhension de la langue écrite : Il s'agit de vérifier la capacité du candidat à exploiter des textes et/ou des documents de nature diverse, à caractère professionnel, en évitant toute spécialisation ou difficulté technique excessive ;

L'expression écrite en langue étrangère : Il s'agit de vérifier la capacité du candidat à s'exprimer par écrit dans la langue étrangère choisie, de manière intelligible, à un niveau acceptable de correction.

L'usage du dictionnaire bilingue est autorisé.

Les supports éviteront toute spécificité excessive mais traiteront de sujets qui, bien que généraux, seront susceptibles d'intéresser les STS Analyses de biologie médicale

Formes de l'évaluation

- Contrôle en cours de formation

L'unité de langue étrangère est constituée de deux situations d'évaluation, de pondération identique, correspondant aux deux compétences : compréhension de langue étrangère écrite et expression en langue étrangère écrite.

Première situation d'évaluation : compréhension de la langue étrangère écrite

Durée 1h, coefficient 1

La compréhension de langue étrangère écrite sera évaluée à partir d'un ou deux supports liés à la pratique professionnelle, par le biais de comptes rendus, réponses à des questions factuelles, rédigés en français ou en anglais, traductions...

Le candidat devra faire la preuve qu'il est capable de repérer des informations, les mettre en relation, les hiérarchiser.

Deuxième situation d'évaluation : expression en langue étrangère écrite

Durée 1h, coefficient 1

La capacité à s'exprimer en langue étrangère par écrit sera évaluée au moyen de : la production de notes, la rédaction de résumés ou de présentation de supports proposés, la rédaction de comptes rendus de supports proposés, la rédaction de messages.

Le candidat devra montrer qu'il est capable de : mémoriser, mobiliser des acquis, reformuler, combiner les éléments linguistiques acquis en énoncés pertinents et intelligibles, utiliser correctement et précisément des éléments linguistiques contenus dans le programme de seconde.

E2 Mathématiques

Finalités et objectifs de l'épreuve de mathématiques

Cette épreuve a pour objectifs :

- d'apprécier la solidité des connaissances des étudiants et leur capacité à les mobiliser dans des situations variées ;
- de vérifier leur aptitude au raisonnement et leur capacité à analyser correctement un problème, à justifier les résultats obtenus et apprécier leur portée ;
- d'apprécier leurs qualités dans le domaine de l'expression écrite et de l'exécution soignée de tâches diverses

(modélisation de situations réelles, calculs avec ou sans instrument, tracés graphiques).

Il s'agit donc d'évaluer les capacités des candidats à :

- posséder les connaissances figurant au programme ;
- utiliser des sources d'information ;
- trouver une stratégie adaptée à un problème donné ;
- mettre en œuvre une stratégie ;

* mettre en œuvre des savoir-faire mathématiques spécifiques à chaque spécialité,

* argumenter,

* analyser la pertinence d'un résultat ;

- communiquer par écrit, voire oralement.

Formes de l'évaluation

- Ponctuelle : épreuve écrite, durée 2 h, coefficient 1

Les sujets comportent des exercices de mathématiques portant sur des parties différentes du programme et qui devront rester proches de la réalité professionnelle.

L'épreuve porte à la fois sur des applications directes des connaissances du cours et sur leur mobilisation au sein de problèmes plus globaux.

Il convient d'éviter toute difficulté théorique et toute technicité mathématique excessives. La longueur et l'ampleur du sujet doivent permettre à un candidat moyen de traiter le sujet et de le rédiger posément dans le temps imparti.

L'utilisation des calculatrices pendant l'épreuve est définie par la circulaire N° 86-228 du 28 juillet 1986 (BO N° 34 du 2 octobre 1986).

En tête des sujets doivent figurer les deux rappels suivants :

- la clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront pour une part importante dans l'appréciation des copies ;

- l'usage des instruments de calcul et du formulaire officiel de mathématiques est autorisé.

- Contrôle en cours de formation

Il comporte deux situations d'évaluation, chacune comptant pour la moitié de la note attribuée à l'épreuve. Le niveau d'exigence doit être identique pour le contrôle en cours de formation et pour l'épreuve ponctuelle.

Ces situations d'évaluation, situées respectivement au cours des deuxième et troisième trimestres de la deuxième année, respectent les points suivants :

- ces évaluations sont écrites, la durée de chacune est voisine de celle correspondant à l'évaluation ponctuelle ;

- les situations d'évaluation comportent des exercices de mathématiques recouvrant une part très large du programme.

Dans chaque spécialité, les thèmes mathématiques mis en jeu portent principalement sur les chapitres les plus utiles pour les autres enseignements.

Lorsque ces situations d'évaluation s'appuient sur d'autres disciplines, aucune connaissance spécifique à ces disciplines considérées ne sera exigée.

E3 Sciences physiques et chimiques

Objectifs

L'évaluation des sciences physiques et chimiques a pour objet :

- d'apprécier la solidité des connaissances des candidats, de s'assurer de leur aptitude au raisonnement et à l'analyse correcte d'un problème en rapport avec des activités professionnelles ;
- de vérifier leur connaissance du matériel scientifique et des conditions de son utilisation ;

- de vérifier leur capacité à s'informer et à s'exprimer sur un sujet scientifique.

Formes de l'évaluation

- Ponctuelle : épreuve écrite, durée 2 h, coefficient 2

Le sujet est constitué d'exercices qui portent sur des parties différentes du programme et qui doivent rester proches de la réalité professionnelle sans que l'on s'interdise de faire appel à des connaissances fondamentales acquises dans les classes antérieures.

Il peut comporter l'analyse d'une situation expérimentale ou pratique et des applications numériques.

Il convient d'éviter toute difficulté théorique et toute technicité mathématique excessives. La longueur et l'ampleur du sujet doivent permettre à un candidat moyen de le traiter et de le rédiger aisément dans le temps imparti. Le nombre de points affectés à chaque exercice est indiqué sur le sujet.

L'utilisation des calculatrices pendant l'épreuve est définie par la circulaire N° 86-228 du 28 juillet 1986 (BO N° 34 du 2 octobre 1986). En tête du sujet, il sera précisé si la calculatrice est autorisée ou interdite pendant l'épreuve.

La correction de l'épreuve tiendra le plus grand compte de la clarté dans la conduite de la résolution et dans la rédaction de l'énoncé des lois, de la compatibilité de la précision des résultats numériques avec celle des données de l'énoncé (nombre de chiffres significatifs), du soin apporté aux représentations graphiques éventuelles et de la qualité de la langue française dans son emploi scientifique.

- Contrôle en cours de formation

Le contrôle en cours de formation comporte deux situations d'évaluation, de poids identique, situées respectivement dans la seconde partie et en fin de formation.

- 1- Ces situations d'évaluation sont écrites, chacune a pour durée 2 heures.
- 2- Les situations d'évaluation comportent des exercices dans lesquels il convient d'éviter toute difficulté ou technicité excessives.
- 3- Le nombre de points affectés à chaque exercice est indiqué aux candidats afin qu'ils puissent gérer leurs travaux.
- 4- La longueur et l'ampleur du sujet doivent permettre à un candidat moyen de traiter le sujet et de le rédiger posément dans le temps imparti.
- 5- L'usage de la calculatrice pendant les situations d'évaluation est défini par la réglementation en vigueur aux examens et concours relevant de l'éducation nationale.
- 6- La note finale sur vingt proposée au jury pour l'unité U3 est obtenue en divisant par deux le total des notes résultant des deux situations d'évaluation. Le résultat est arrondi au demi-point.

E4 Bases scientifiques et technologiques de la biologie médicale

Objectifs et finalités

L'épreuve a pour but de vérifier :

- le niveau et l'actualité des connaissances en biochimie, microbiologie, hématologie, anatomopathologie et immunologie ;
- l'aptitude à restituer ces connaissances dans le cadre de situations professionnelles ;
- l'aptitude à la réflexion et au raisonnement scientifique ;
- les qualités d'analyse et de synthèse ;

- la clarté et la rigueur de l'expression écrite et de la composition.

Unité 41 : Biochimie

Programme

La sous-épreuve de biochimie porte sur le programme du cours de biochimie et sur les principes des analyses et méthodologies au programme des activités technologiques en biochimie.

Formes de l'évaluation

- Ponctuelle : épreuve écrite, durée 3 h, coefficient 2

Le sujet peut comporter des questions indépendantes, des questions de synthèse. Il peut faire appel à l'analyse de modes opératoires ou de documents.

Unité 42 : Microbiologie

Programme

La sous-épreuve de microbiologie porte sur le programme du cours de microbiologie et sur les principes des analyses et méthodologies au programme des activités technologiques en microbiologie.

Formes de l'évaluation

- Ponctuelle : épreuve écrite, durée 3 h, coefficient 2

Le sujet peut comporter des questions indépendantes, des questions de synthèse. Il peut faire appel à l'analyse de modes opératoires ou de documents.

Unité U43 : Hématologie,

anatomopathologie et immunologie

Programme

La sous-épreuve d'hématologie, anatomopathologie et immunologie porte sur le programme des cours d'hématologie, d'anatomopathologie et d'immunologie et sur les principes des analyses et méthodologies au programme des activités technologiques en hématologie, anatomopathologie et immunologie.

Formes de l'évaluation

- Ponctuelle : épreuve écrite, durée 2 h, coefficient 2

Le sujet peut comporter des questions indépendantes, des questions de synthèse. Il peut faire appel à l'analyse de modes opératoires ou de documents.

E5 Analyses de biologie médicale

Épreuve pratique, durée maximale 12 heures en évaluation ponctuelle, deux fois 12 heures en CCF, coefficient 7

Unité U51 : Analyses de biochimie médicale

Programme

La sous-épreuve "Analyses de biochimie médicale" porte sur le programme des activités technologiques des modules 2, 3, 5, 7 et 8 de biochimie.

Objectifs

La sous-épreuve a pour but de vérifier les savoir-faire dans le domaine des techniques de biochimie. L'épreuve de techniques de biochimie est essentiellement pratique. Elle donne lieu à la rédaction d'un compte rendu et peut faire appel à l'informatique. Elle peut comporter une partie écrite, soit préliminaire, soit intégré au compte rendu.

La sous-épreuve "Analyses de biochimie médicale" permet de vérifier les compétences C33 et éventuellement C36, mais aussi des compétences transversales aux trois sous-

épreuves : C11, C12, C14, C31, C32, C37, C42, C43 et C52.

L'évaluation porte sur :

L'aptitude à utiliser des équipements (y compris informatiques), des appareillages et à mettre en œuvre des modes opératoires ;

L'organisation du travail ;

Le respect des conditions de sécurité et des bonnes pratiques de laboratoire ;

La précision et l'efficacité dans l'exécution ;

La qualité de la présentation, de l'interprétation et de l'exploitation des résultats.

Formes de l'évaluation

- Ponctuelle : épreuve pratique, durée maximale 4 h, coefficient 2,5

- Contrôle en cours de formation : épreuve pratique, durée maximale 4 h pour chaque situation d'évaluation

Le contrôle en cours de formation comporte deux situations d'évaluation organisées dans l'établissement de formation par les professeurs responsables des enseignements. Les corps d'inspection veillent au bon déroulement du contrôle en cours de formation. Les candidats sont prévenus par convocation à l'avance de la date prévue pour leur évaluation.

Les deux situations d'évaluation, de poids identique, ont chacune une durée maximale de 4 heures et sont affectées globalement d'un coefficient 2,5.

Elles sont organisées respectivement en fin de première année et en fin de seconde année.

La première situation d'évaluation porte sur le programme des activités technologiques des modules 2, 3 et 5 de biochimie.

La seconde situation d'évaluation porte sur le programme des activités technologiques des modules 7 et 8 de biochimie.

À l'issue de chaque situation d'évaluation, dont le degré d'exigence est équivalent à celui requis pour l'épreuve ponctuelle correspondante, l'équipe pédagogique adresse au jury les sujets, les barèmes de correction et les fiches d'évaluation du travail réalisé par les candidats. Elle propose une note. Le jury pourra demander à avoir communication de tout autre document relatif à l'évaluation (copies...). Ces documents seront tenus à la disposition du jury et de l'autorité rectoriale pour la session considérée et cela jusqu'à la session suivante. Après examen attentif des documents fournis, le jury formule toutes remarques et observations qu'il juge utiles et arrête la note.

Unité U52 : Analyses de microbiologie médicale

Programme

La sous-épreuve "Analyses de microbiologie médicale" porte sur le programme des activités technologiques des modules 2, 3, 4, 5, 6 et 7 de microbiologie.

Objectifs

Elle a pour but de vérifier les savoir-faire dans les domaines des techniques de microbiologie. L'épreuve de techniques de microbiologie est essentiellement pratique. Elle donne lieu à la rédaction d'un compte rendu et peut faire appel à l'informatique.

Elle peut comporter une partie écrite, soit préliminaire, soit intégrée au compte rendu.

La sous-épreuve "Analyses de microbiologie médicale" permet de vérifier la compétence C34 et éventuellement

C36, mais aussi des compétences transversales aux trois sous-épreuves : C11, C12, C14, C31, C32, C37, C42, C43 et C52.

L'évaluation porte sur :

- l'aptitude à utiliser des équipements (y compris informatiques), des appareillages, et à mettre en œuvre des modes opératoires ;

- l'organisation du travail ;

- le respect des conditions de sécurité et des bonnes pratiques de laboratoire ;

- la précision et l'efficacité dans l'exécution ;

- la qualité de la présentation, de l'interprétation et de l'exploitation des résultats.

Formes de l'évaluation

- Ponctuelle : épreuve pratique, durée maximale 6 h, coefficient 3

- Contrôle en cours de formation : épreuve pratique, durée maximale 6 h pour chaque situation d'évaluation

Le contrôle en cours de formation comporte deux situations d'évaluation organisées dans l'établissement de formation par les professeurs responsables des enseignements. Les corps d'inspection veillent au bon déroulement du contrôle en cours de formation. Les candidats sont prévenus par convocation à l'avance de la date prévue pour leur évaluation.

Les deux situations d'évaluation, ont chacune une durée maximale de 6 heures et sont affectées globalement d'un coefficient 3. Elles sont organisées respectivement en fin de première année et en fin de seconde année.

La première situation d'évaluation est affectée du coefficient 1 et porte sur le programme des activités technologiques des modules 2 et 3 de microbiologie.

La seconde situation d'évaluation est affectée du coefficient 2 et porte sur le programme des activités technologiques des modules 4, 5, 6 et 7 de microbiologie.

À l'issue de chaque situation d'évaluation, dont le degré d'exigence est équivalent à celui requis pour l'épreuve ponctuelle correspondante, l'équipe pédagogique adresse au jury les sujets, les barèmes de correction et les fiches d'évaluation du travail réalisé par les candidats. Elle propose une note. Le jury pourra demander à avoir communication de tout autre document relatif à l'évaluation (copies...). Ces documents seront tenus à la disposition du jury et de l'autorité rectoriale pour la session considérée et cela jusqu'à la session suivante. Après examen attentif des documents fournis, le jury formule toutes remarques et observations qu'il juge utiles et arrête la note.

Unité U53 : Analyses d'hématologie et d'anatomopathologie médicales

Programme

La sous-épreuve "Analyses d'hématologie et d'anatomopathologie médicales" porte sur le programme des activités technologiques des modules 1, 2, 3 et 4 d'hématologie et sur le programme des activités technologiques d'anatomopathologie.

Objectifs

Elle a pour but de vérifier les savoir-faire dans le domaine des techniques d'hématologie et d'anatomopathologie. Elle donne lieu à la rédaction d'un compte rendu et peut faire appel à l'informatique.

Elle peut comporter une partie écrite, soit préliminaire, soit intégrée au compte rendu.

La sous-épreuve "Analyses d'hématologie et d'anatomopathologie médicales" permet de vérifier la

compétence C35 et éventuellement C36, mais aussi des compétences transversales aux trois sous-épreuves : C11, C12, C14, C31, C32, C37, C42, C43 et C52.

L'évaluation porte sur :

- l'aptitude à utiliser des équipements (y compris informatiques), des appareillages, et à mettre en œuvre des modes opératoires ;
- l'organisation du travail ;
- le respect des conditions de sécurité et des bonnes pratiques de laboratoire ;
- la précision et l'efficacité dans l'exécution ;
- la qualité de la présentation, de l'interprétation et de l'exploitation des résultats.

Formes de l'évaluation

- Ponctuelle : épreuve pratique, durée maximale 3 h, coefficient 1,5

- Contrôle en cours de formation : épreuve pratique, durée maximale 3 h pour chaque situation d'évaluation

Le contrôle en cours de formation comporte deux situations d'évaluation organisées dans l'établissement de formation par les professeurs responsables des enseignements. Les corps d'inspection veillent au bon déroulement du contrôle en cours de formation. Les candidats sont prévenus à l'avance de la date prévue pour leur évaluation.

Les deux situations d'évaluation, ont chacune une durée maximale de 3h et sont affectées globalement d'un coefficient 1,5.

Elles sont organisées respectivement en fin de première année et en fin de seconde année.

La première situation d'évaluation affectée porte sur le programme des activités technologiques des modules 1 et 4 d'hématologie.

La seconde situation d'évaluation affectée porte sur le programme des activités technologiques des modules 2 et 3 d'hématologie et sur le programme des activités technologiques d'anatomopathologie.

À l'issue de chaque situation d'évaluation, dont le degré d'exigence est équivalent à celui requis pour l'épreuve ponctuelle correspondante, l'équipe pédagogique adresse au jury les sujets, les barèmes de correction et les fiches d'évaluation du travail réalisé par les candidats. Elle propose une note. Le jury pourra demander à avoir communication de tout autre document relatif à l'évaluation (copies...). Ces documents seront tenus à la disposition du jury et de l'autorité rectoriale pour la session considérée et cela jusqu'à la session suivante. Après examen attentif des documents fournis, le jury formule toutes remarques et observations qu'il juge utiles et arrête la note.

E6 Soutenance de rapport de stages

Contenu de l'épreuve

L'épreuve consiste en une **soutenance orale** prenant appui sur un **rapport écrit**.

L'étudiant doit dans un premier temps présenter avec concision ses différents lieux de stage en dégagant les aspects essentiels de l'organisation du travail et de la démarche qualité. Il définit dans un deuxième temps **une problématique en relation avec les activités pratiques qu'il a réalisées**. Cette problématique peut prendre appui sur un support purement biologique (une pathologie...) ou sur un aspect plus technique ou technologique (comparaison d'automates...).

Le travail effectué dans le cadre du thème retenu, les résultats obtenus, les conclusions et les prolongements à

envisager sont présentés au cours d'un exposé suivi d'un entretien avec le jury.

Les candidats se présentant à l'épreuve et n'ayant pas rédigé le rapport, support de l'évaluation, se verront attribuer la note 0 à l'épreuve E6.

Formes de l'évaluation

L'épreuve E6 "soutenance de rapport de stage" permet de vérifier les compétences C11, C12, C13, C14, C21, C22, C41, C42, C43, C44, C51, C52, C53.

L'évaluation porte essentiellement sur :

- la cohérence et la pertinence de l'analyse de la problématique support ;
- la logique et la rigueur de l'analyse ;
- la pertinence de l'argumentation ;
- le niveau des connaissances et le bien-fondé de leur utilisation ;
- la capacité de réflexion ;
- les qualités d'expression et de communication (expression orale et écrite, concision, qualité des documents présentés, techniques de communication mises en œuvre).

Forme du rapport

Le rapport comporte 30 pages au maximum, hors annexes.

Formes de l'évaluation

- Ponctuelle : épreuve orale de 45 minutes : exposé de 20 minutes maximum suivi d'un entretien avec le jury de 25 minutes maximum.

Le jury est composé de trois examinateurs : un professeur de biochimie génie biologique extérieur à l'établissement de formation, un professionnel du laboratoire autre que le laboratoire d'accueil, un professeur de français non impliqué dans la formation de l'étudiant.

La répartition des points sera la suivante :

- évaluation du stage réalisée conjointement par le maître de stage et le professeur tuteur : coefficient 0,5 ;
- dossier : coefficient 0,5 ;
- exposé et entretien : coefficient 2.

Les candidats devront avoir obtenu l'autorisation de leur responsable de stage d'utiliser les informations publiées dans leur rapport écrit. Il leur sera en outre rappelé que cette épreuve ne saurait les libérer de l'obligation de respecter la confidentialité.

- Contrôle en cours de formation

Le contrôle en cours de formation comporte une situation d'évaluation.

Cette situation d'évaluation est organisée par l'équipe pédagogique chargée des enseignements technologiques selon les mêmes modalités et les mêmes exigences que l'épreuve ponctuelle, à l'exception de la composition du jury dont les professeurs pourront être ceux qui dispensent la formation. L'intervention d'un professionnel est obligatoire.

Les corps d'inspection veillent au bon déroulement du contrôle en cours de formation. Les candidats sont prévenus à l'avance de la date prévue pour leur évaluation.

À l'issue de l'évaluation, l'équipe pédagogique adresse au jury une fiche d'évaluation du stage accompagnée d'une proposition de note. Le jury disposera des documents relatifs aux évaluations :

- une proposition de note concernant le dossier ;
- une proposition de note concernant l'évaluation du stage ;
- une proposition de note relative à la prestation orale du candidat.

Ces documents seront tenus à la disposition du jury et de l'autorité rectoriale pour la session considérée et jusqu'à la

session suivante. Après examen attentif des documents fournis, le jury formule toutes remarques et observations qu'il juge utiles et arrête la note.

Les candidats ayant échoué à l'examen à la session antérieure et se représentant selon la voie scolaire, s'ils ne bénéficient pas du report de la note de l'épreuve E6, doivent présenter cette épreuve qui prend appui sur le rapport rédigé à l'issue du stage effectué lors de leur année de redoublement

Remarque générale : Les candidats redoublant leur seconde année repassent les deux situations d'évaluation des épreuves en CCF lors de leur année de redoublement.

Epreuve facultative : Engagement étudiant

Forme du rapport

Fiche d'engagement étudiant à remettre en même temps que le rapport de stage.

Formes de l'évaluation

- Ponctuelle : épreuve orale de 20 minutes : exposé de 10 minutes maximum suivi d'un entretien avec le jury de 10 minutes maximum.

Cette épreuve facultative a pour objectifs de valoriser lors de l'examen du BTS les compétences, connaissances et aptitudes acquises par un étudiant **au cours d'un engagement personnel**, et qui relèvent de celles prévues par le référentiel du BTS concerné.

Engagements valorisés :

- Bénévolat dans une association de loi 1901
- Activité professionnelle
- Engagement sapeur-pompier
- Service civique
- Activité militaire : réserviste, volontariat dans les armées

Modalités d'inscription et déroulement de l'épreuve facultative :

- 1- Inscription** : L'étudiant demande à passer l'épreuve facultative lors de l'inscription au BTS
- 2- Document à remettre** : L'étudiant fournit une fiche d'engagement étudiant servant de support d'évaluation au jury. Cette fiche est à remettre en même temps que le rapport de stage. Cette fiche présente une ou plusieurs activités du candidat et

présente le contexte, le bilan des compétences acquises.

- 3- Déroulement de l'épreuve** : L'étudiant présente l'épreuve facultative à la suite de la soutenance orale du rapport de stage et avec le même jury. C'est une épreuve orale qui se déroule sur une durée 20 minutes :

- **Pas de préparation**
- **Exposé de 10 min** qui comprend :
 - o la présentation du contexte
 - o la description et l'analyse de(s) activité(s)
 - o la présentation des démarches et des outils
 - o le bilan de(s) activité(s)
 - o le bilan des compétences acquises.
- **Entretien avec le jury 10 min**

Critères d'évaluation :

- Appropriation des compétences liées au domaine professionnel
- Capacité à mettre en œuvre les méthodes et outils
- Qualité de l'analyse
- Qualité de la communication.

Epreuves de contrôle

Depuis la session 2022, après délibération du jury, les candidats qui ont obtenu une moyenne générale supérieure ou égale à 8 sur 20 et inférieure à 10 sur 20 aux épreuves ainsi qu'une moyenne supérieure ou égale à 10 sur 20 aux épreuves professionnelles sont autorisés à se présenter aux épreuves de contrôle.

Les candidats passent deux interrogations orales choisies parmi les mathématiques, la physique-chimie et la langue vivante étrangère.

Formes de l'évaluation

- Ponctuelle : épreuve orale de 20 minutes (10 minutes pour l'épreuve de langue vivante étrangère) ; temps de préparation de 20 minutes.

Chaque épreuve de contrôle est notée par l'examineur concerné sur 20 points et est affectée du coefficient de l'épreuve correspondante. À l'issue des épreuves de contrôle, les candidats sont déclarés admis, après délibération du jury, dès lors qu'ils ont obtenu une moyenne générale supérieure ou égale à 10 sur 20.

SESSION 2026

E2 Mathématiques

2026

Durée : 2 heures Coefficient 1

Matériel autorisé :

L'usage de la calculatrice, avec mode examen actif est autorisé.

L'usage de calculatrice sans mémoire « type collège » est autorisé.

Exercice 1 (11 points)

La glycémie est le taux de glucose (sucre) contenu dans le sang. Elle est exprimée en gramme par litre de sang (g/L). Le taux normal de la glycémie (à jeun) est compris entre 0,7 g/L et 1,1 g/L de sang.

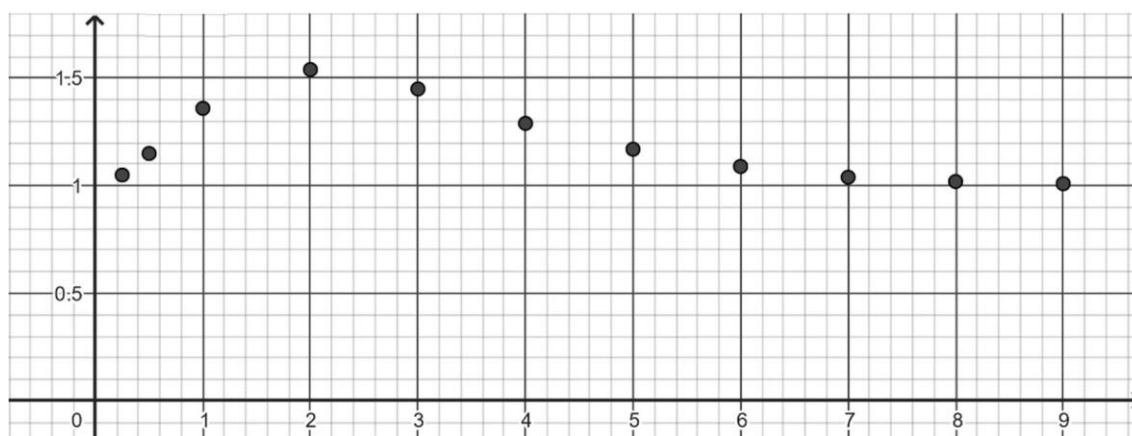
On étudie ici le processus d'élimination du glucose chez un adulte en bonne santé. À jeun, une injection de glucose est réalisée. On effectue plusieurs mesures de la glycémie. Les résultats obtenus sont regroupés dans le tableau suivant T qui donne la glycémie g (en g/L) à l'instant t désignant le temps écoulé, en heures, depuis l'injection :

t_i	0,25	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	9
g_i	1,05	1,15	1,36	1,54	1,45	1,29	1,17	1,09	1,04	1,02	1,01

Les parties A, B et C peuvent être traitées de manière indépendante.

Partie A – Obtention d'une première modélisation (statistiques)

1. Le nuage de points correspondant au tableau de valeurs T a été représenté ci-dessous:



À la vue de ce nuage, un ajustement affine apparaît-il réalisable ? Pourquoi ?

On effectue le changement de variable $y = \ln(g - 1)$

2. On obtient alors le tableau T_1 ci-dessous :

t_i	0,25	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	9
y_i	y_1	y_2	-1,022	-0,616	-0,799	-1,238	-1,772	-2,408	-3,219	-3,912	-4,605

a) Sur la copie, donner les valeurs manquantes y_1 et y_2 (on arrondira au millième).

b) Donner la valeur, arrondie à 0,01, du coefficient de corrélation linéaire de la série statistique correspondant au tableau T_1 .

3. On décide de supprimer les deux premières colonnes du tableau et de considérer la série statistique $(t ; y)$ donnée par le tableau suivant T_2 :

t_i	1	2	3	4	5	6	7	8	9
y_i	-1,022	-0,616	-0,799	-1,238	-1,772	-2,408	-3,219	-3,912	-4,605

a) Donner la valeur, arrondie à 0,01, du coefficient de corrélation linéaire de la série statistique correspondant au tableau T_2 .

b) Justifier que l'ajustement de la série statistique correspondant au tableau T_2 est de meilleure qualité que celui correspondant au tableau T_1 .

c) À l'aide de la calculatrice, déterminer par la méthode des moindres carrés une équation de la droite d'ajustement du nuage de points $(t_i ; y_i)$ de ce tableau T_2 sous la forme $y = at + b$, les réels a et b étant arrondis au millième.

4. On considère le tableau suivant T_3 , qui est le tableau T auquel les deux premières colonnes ont été supprimées :

t_i	1	2	3	4	5	6	7	8	9
y_i	1,36	1,54	1,45	1,29	1,17	1,09	1,04	1,02	1,01

a) Dédurre de la question 3. c) qu'une fonction g ajustant le nuage de points $(t_i ; g_i)$ de ce tableau T_3 en fonction du temps t a pour expression : $g(t) = 1 + 1,41 e^{-0,5t}$.

b) Cette modélisation par la fonction g apparaît-elle en accord avec les deux premières valeurs du tableau T ? Justifier la réponse.

Partie B – Obtention d’une seconde modélisation (équation différentielle)

On admet ici que la glycémie (en g/L) de l’adulte étudié en fonction du temps t (en heures) peut être modélisée par une fonction g , définie sur $[0; +\infty[$, qui est la solution de l’équation différentielle :

$$(E) : y' + y = 1 + 2te^{-t} \text{ telle que } g(0) = 1$$

1. Résoudre sur l’intervalle $[0; +\infty[$ l’équation différentielle $(E_0) : y' + y = 0$
2. Soit la fonction f définie sur $[0; +\infty[$, par $f(t) = 1 + t^2e^{-t}$
 - a) Déterminer la fonction dérivée f' de la fonction f .
 - b) En déduire que la fonction f est une solution particulière de l’équation différentielle (E).
3. a) Résoudre sur l’intervalle $[0; +\infty[$ l’équation différentielle (E).
 - b) Déterminer alors une expression de la solution g de l’équation différentielle (E) qui vérifie $g(0) = 1$.

Partie C – Étude de la seconde modélisation

On admet ici que la glycémie (en g/L) de l’adulte étudié en fonction du temps t (en heures) peut être modélisée par la fonction g définie sur $[0; +\infty[$ par

$$g(t) = 1 + t^2e^{-t}$$

On admet que la fonction dérivée de la fonction g est définie sur $[0; +\infty[$ par

$$g'(t) = t(2 - t)e^{-t}$$

1. On admet que $\lim_{t \rightarrow +\infty} t^2e^{-t} = 0$

Donner alors la limite de la fonction g en $+\infty$. Interpréter ce résultat dans le contexte de l’exercice.
2. a) Déterminer le tableau de variations de la fonction g .
 - b) En déduire, selon ce modèle, la valeur maximale de la glycémie (arrondie à 0,01 g/L) de l’adulte étudié et au bout de combien de temps après l’injection elle est atteinte.
3. Un adulte à jeun est considéré en hyperglycémie quand sa glycémie est supérieure ou égale à 1,1 g/L.

Sans justifier, indiquer ce que l’algorithme ci-contre permet de déterminer dans le contexte de l’exercice.

```
T prend la valeur 2
G prend la valeur g(2)
Tant que G ≥ 1
    T prend la valeur T + 1/60
    G prend la valeur g(T)
Fin Tant que
Renvoyer T
```

Exercice 2 (9 points)

Une entreprise fabrique des pipettes destinées à être utilisées en laboratoire. Le cahier des charges impose à une pipette d'avoir un diamètre interne d et une longueur L conformes aux exigences des utilisateurs. La pipette est alors conforme. Sinon, elle est considérée comme défectueuse.

Les parties A, B et C peuvent être traitées de manière indépendante.

Partie A

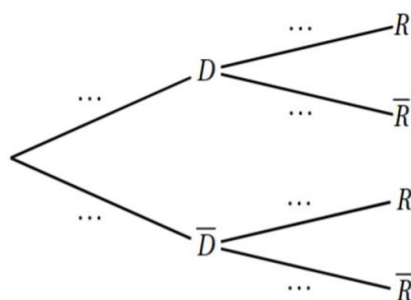
L'entreprise met au point un nouveau contrôle automatisé qui vise à déterminer si une pipette est conforme ou défectueuse. Toute pipette conforme devrait être acceptée au contrôle ; toute pipette défectueuse devrait y être refusée. Toutefois :

- 96 % des pipettes défectueuses sont refusées au contrôle
- 99 % des pipettes conformes sont acceptées au contrôle.

L'entreprise décide d'utiliser ce nouveau contrôle sur un lot comprenant un très grand nombre de pipettes, tout en sachant que 3 % des pipettes du lot sont défectueuses. Une pipette est prélevée dans ce lot. On considère alors les événements :

- D : « la pipette est défectueuse » ;
- R : « la pipette est refusée au contrôle ».

On note respectivement $\bar{R}$ et $\bar{D}$ les événements contraires des événements R et D . 1. Recopier, sur la copie, l'arbre pondéré ci-dessous et compléter les pointillés.



2. Montrer que la probabilité de l'événement R est égale à 0,0385.
3. La pipette est refusée au contrôle. Quelle est alors la probabilité que la pipette soit effectivement défectueuse ? On arrondira le résultat à 10^{-3} .
4. Dans ce contexte de contrôle de conformité, il est important pour l'entreprise de « maîtriser le risque » qu'une pipette défectueuse soit acceptée au contrôle. Dans ce cadre, est-il plus pertinent de connaître $P_D(\bar{R})$ ou $P_R(\bar{D})$? Justifier.

Partie B

Les résultats seront arrondis à 10^{-3} près.

Dans cette partie, on s'intéresse à la longueur L des pipettes fabriquées. La probabilité qu'une pipette prélevée au hasard ait un défaut de longueur est égale à 0,02.

La production est suffisamment importante pour que tout prélèvement au hasard de 550 pipettes dans la production puisse être assimilé à un tirage aléatoire avec remise.

On note X la variable aléatoire qui, à chaque prélèvement de 550 pipettes, associe le nombre de pipettes ayant un défaut de longueur.

1. a) Quelle loi suit la variable aléatoire X ? On justifiera la réponse et on donnera les paramètres de la loi.

b) Déterminer le nombre moyen de pipettes avec un défaut de longueur dans un échantillon de 550 pipettes prélevées au hasard.

c) On prélève au hasard 550 pipettes dans la production. Déterminer la probabilité de l'événement : « le prélèvement contient exactement 10 pipettes ayant un défaut ».

On admet que la variable aléatoire X peut être approximée par une variable aléatoire Y qui suit une loi normale.

2. Justifier que l'on peut prendre pour paramètres de cette loi normale : $m = 11$ et $\sigma = 3,283$.

3. a) Expliquer pourquoi la probabilité p ne peut pas être déterminée en calculant $P(Y = 10)$

b) On admet qu'une valeur cohérente de p est donnée par la probabilité

$$P(9,5 \leq Y \leq 10,5)$$

Déterminer la valeur de la probabilité $P(9,5 \leq Y \leq 10,5)$

Partie C

Dans cette partie, on s'intéresse au diamètre interne des pipettes fabriquées. Afin de contrôler si la moyenne m des diamètres internes de l'ensemble des pipettes fabriquées est de 1 mm, on se propose de construire un test d'hypothèse bilatéral au seuil de signification de 5 %.

On désigne par $\bar{X}$ la variable aléatoire qui, à chaque échantillon aléatoire de 200 pipettes prélevées dans la production de l'entreprise, associe la moyenne des diamètres des 200 pipettes. La production est suffisamment importante pour qu'on puisse assimiler un tel prélèvement de 200 pipettes à un tirage aléatoire avec remise.

On considère :

- l'hypothèse nulle est : « $H_0 : m = 1$ »
- l'hypothèse alternative est : « $H_1 : m \neq 1$ » ;
- le seuil de signification du test est fixé à 0,05.

On suppose que la variable aléatoire $\bar{X}$ suit la loi normale de moyenne m et d'écart type égal à 0,0318

1. Sous l'hypothèse nulle H_0 , déterminer une valeur approchée du nombre réel positif h tel que :

$$P(m - h \leq \bar{X} \leq m + h) = 0,95.$$

2. Énoncer la règle de décision du test.

3. On prélève au hasard 200 pipettes dans la production. Les mesures expérimentales ont permis d'obtenir le tableau suivant :

Diamètre interne en mm	Nombre de pipettes
[0,88 ; 0,90[	2
[0,90 ; 0,92[	5
[0,92 ; 0,94[	11
[0,94 ; 0,96[	12
[0,96 ; 0,98[	15
[0,98 ; 1,00[	65
[1,00 ; 1,02[	70
[1,02 ; 1,04[	10
[1,04 ; 1,06[	8
[1,06 ; 1,08[	2

- a) En utilisant les centres des intervalles, calculer une valeur approchée du diamètre interne moyen $\bar{d}$ d'une pipette de cet échantillon.
- b) D'après les résultats de l'échantillon donné, peut-on accepter l'hypothèse « $H_0 : m = 1$ » ? Justifier.

E3 Sciences Physiques et Chimiques 2026

Durée : 2 heures Coefficient 2

Matériel autorisé :

L'usage de la calculatrice, avec mode examen actif est autorisé.
L'usage de calculatrice sans mémoire « type collègue » est autorisé.

Tout autre matériel est interdit.

La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront pour une part dans l'appréciation des copies.

Documents à rendre avec la copie

Ce sujet porte sur la détection des maladies cardiovasculaires et s'intéresse à trois examens menant à leur dépistage.

Les trois exercices sont indépendants.

Données relatives à tout le sujet

Classification périodique des éléments :

colonnes périodes		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18									
1		¹ ₁ H hydrogène 1,0																		⁴ ₂ He hélium 4,0								
2		³ ₃ Li lithium 6,9	⁹ ₄ Be béryllium 9,0		nombre de masse de l'isotope le plus abondant												nombre de charge (ou numéro atomique)				Z		X		symbole de l'élément		masse molaire atomique de l'élément (g · mol ⁻¹)	
3		²³ ₁₁ Na sodium 23,0	²⁴ ₁₂ Mg magnésium 24,3																									
4		³⁹ ₁₉ K potassium 39,1	⁴⁰ ₂₀ Ca calcium 40,1	⁴⁵ ₂₁ Sc scandium 45,0	⁴⁸ ₂₂ Ti titan 47,9	⁵¹ ₂₃ V vanadium 50,9	⁵² ₂₄ Cr chrome 52,0	⁵⁵ ₂₅ Mn manganèse 54,9	⁵⁶ ₂₆ Fe fer 55,8	⁵⁹ ₂₇ Co cobalt 58,9	⁵⁸ ₂₈ Ni nickel 58,7	⁶³ ₂₉ Cu cuivre 63,5	⁶⁴ ₃₀ Zn zinc 65,4	⁶⁹ ₃₁ Ga gallium 69,7	⁷⁴ ₃₂ Ge germanium 72,6	⁷⁵ ₃₃ As arsenic 74,9	⁸⁰ ₃₄ Se sélénium 79,0	⁷⁹ ₃₅ Br brome 79,9	⁸⁴ ₃₆ Kr krypton 83,8									
5		⁸⁵ ₃₇ Rb rubidium 85,5	⁸⁸ ₃₈ Sr strontium 87,6	⁸⁹ ₃₉ Y yttrium 88,9	⁹⁰ ₄₀ Zr zirconium 91,2	⁹³ ₄₁ Nb niobium 92,9	⁹⁸ ₄₂ Mo molybdène 95,9	⁹⁸ ₄₃ Tc technetium 98,9	¹⁰² ₄₄ Ru ruthénium 101,1	¹⁰³ ₄₅ Rh rhodium 102,9	¹⁰⁶ ₄₆ Pd palladium 106,4	¹⁰⁷ ₄₇ Ag argent 107,9	¹¹⁴ ₄₈ Cd cadmium 112,4	¹¹⁵ ₄₉ In indium 114,8	¹²⁰ ₅₀ Sn étain 118,7	¹²¹ ₅₁ Sb antimoine 121,7	¹³⁰ ₅₂ Te tellure 127,6	¹²⁷ ₅₃ I iode 126,9	¹²⁹ ₅₄ Xe xénon 131,3									
6		¹³³ ₅₅ Cs césium 132,9	¹³⁸ ₅₆ Ba baryum 137,3	L	¹⁸⁰ ₇₂ Hf hafnium 178,5	¹⁸¹ ₇₃ Ta tantalum 180,9	¹⁸⁴ ₇₄ W tungstène 183,9	¹⁸⁷ ₇₅ Re rhenium 186,2	¹⁹² ₇₆ Os osmium 190,2	¹⁹³ ₇₇ Ir iridium 192,2	¹⁹⁵ ₇₈ Pt platine 195,1	¹⁹⁷ ₇₉ Au or 197,0	²⁰² ₈₀ Hg mercure 200,6	²⁰⁵ ₈₁ Tl thallium 204,4	²⁰⁸ ₈₂ Pb plomb 207,2	²⁰⁹ ₈₃ Bi bismuth 209,0	²¹⁰ ₈₄ Po polonium = 209	²¹⁰ ₈₅ At astate = 210	²²² ₈₆ Rn radon = 222									
7		²²³ ₈₇ Fr francium = 223	²²⁶ ₈₈ Ra radium 226,0		A	²⁶¹ ₁₀₄ Ku kurchatovium = 261	²⁶² ₁₀₅ Ha hahnium = 262	¹⁰⁶ ₁₀₆ Sg seaborgium —	¹⁰⁷ ₁₀₇ Ns nibbsorium —	¹⁰⁸ ₁₀₈ Hs hassium —	¹⁰⁹ ₁₀₉ Mt meitnerium —	¹¹⁰ ₁₁₀ X —	¹¹¹ ₁₁₁ X —	¹¹² ₁₁₂ X —		¹¹⁴ ₁₁₄ X —		¹¹⁶ ₁₁₆ X —		¹¹⁸ ₁₁₈ X —								
L = Lanthanides : 57 à 71																												
A = Actinides : 89 à 103																												
Lanthanides : 57 à 71																												
Actinides : 89 à 103																												
Lanthanides : 57 à 71																												
Actinides : 89 à 103																												
Lanthanides : 57 à 71																												
Actinides : 89 à 103																												
Lanthanides : 57 à 71																												
Actinides : 89 à 103																												
Lanthanides : 57 à 71																												
Actinides : 89 à 103																												
Lanthanides : 57 à 71																												
Actinides : 89 à 103																												
Lanthanides : 57 à 71																												
Actinides : 89 à 103																												
Lanthanides : 57 à 71																												
Actinides : 89 à 103																												
Lanthanides : 57 à 71																												
Actinides : 89 à 103																												
Lanthanides : 57 à 71																												
Actinides : 89 à 103																												
Lanthanides : 57 à 71																												
Actinides : 89 à 103																												
Lanthanides : 57 à 71																												
Actinides : 89 à 103																												
Lanthanides : 57 à 71																												
Actinides : 89 à 103																												
Lanthanides : 57 à 71																												
Actinides : 89 à 103																												
Lanthanides : 57 à 71																												
Actinides : 89 à 103																												
Lanthanides : 57 à 71																												
Actinides : 89 à 103																												
Lanthanides : 57 à 71																												
Actinides : 89 à 103																												
Lanthanides : 57 à 71																												
Actinides : 89 à 103																												
Lanthanides : 57 à 71																												
Actinides : 89 à 103																												
Lanthanides : 57 à 71																												
Actinides : 89 à 103																												
Lanthanides : 57 à 71																												
Actinides : 89 à 103																												
Lanthanides : 57 à 71																												
Actinides : 89 à 103																												
Lanthanides : 57 à 71																												
Actinides : 89 à 103																												
Lanthanides : 57 à 71																												
Actinides : 89 à 103																												
Lanthanides : 57 à 71																												
Actinides : 89 à 103																												
Lanthanides : 57 à 71																												
Actinides : 89 à 103																												
Lanthanides : 57 à 71																												
Actinides : 89 à 103																												
Lanthanides : 57 à 71																												
Actinides : 89 à 103																												
Lanthanides : 57 à 71																												
Actinides : 89 à 103																												
Lanthanides : 57 à 71																												
Actinides : 89 à 103																												
Lanthanides : 57 à 71																												
Actinides : 89 à 103																												
Lanthanides : 57 à 71																												
Actinides : 89 à 103																												
Lanthanides : 57 à 71																												
Actinides : 89 à 103																												
Lanthanides : 57 à 71																												
Actinides : 89 à 103																												
Lanthanides : 57 à 71																												
Actinides : 89 à 103																												
Lanthanides : 57 à 71																												
Actinides : 89 à 103																												
Lanthanides : 57 à 71																												
Actinides : 89 à 103																												
Lanthanides : 57 à 71																												
Actinides : 89 à 103																												
Lanthanides : 57 à 71																												
Actinides : 89 à 103																												
Lanthanides : 57 à 71																												
Actinides : 89 à 103																												
Lanthanides : 57 à 71																												
Actinides : 89 à 103																												
Lanthanides : 57 à 71																												
Actinides : 89 à 103																												
Lanthanides : 57 à 71																												
Actinides : 89 à 103																												
Lanthanides : 57 à 71																												
Actinides : 89 à 103																												
Lanthanides : 57 à 71																												
Actinides : 89 à 103																												
Lanthanides : 57 à 71																												
Actinides : 89 à 103																												
Lanthanides : 57 à 71																												
Actinides : 89 à 103																												
Lanthanides : 57 à 71																												
Actinides : 89 à 103																												
Lanthanides : 57 à 71																												
Actinides : 89 à 103																												
Lanthanides : 57 à 71																												
Actinides : 89 à 103																												
Lanthanides : 57 à 71																												
Actinides : 89 à 103																												
Lanthanides : 57 à 71																												
Actinides : 89 à 103																												
Lanthanides : 57 à 71																												
Actinides : 89 à 103																												
Lanthanides : 57 à 71																												
Actinides : 89 à 103																												
Lanthanides : 57 à 71																												
Actinides : 89 à 103																												
Lanthanides : 57 à 71																												
Actinides : 89 à 103																												
Lanthanides : 57 à 71																												
Actinides : 89 à 103																												
Lanthanides : 57 à 71																												
Actinides : 89 à 103																												
Lanthanides : 57 à 71																												
Actinides : 89 à 103																												
Lanthanides : 57 à 71																												
Actinides : 89 à 103																												
Lanthanides : 57 à 71																												
Actinides : 89 à 103																												
Lanthanides : 57 à 71																												
Actinides : 89 à 103																												
Lanthanides : 57 à 71																												
Actinides : 89 à 103																												
Lanthanides : 57 à 71																												
Actinides : 89 à 103																												
Lanthanides : 57 à 71																												
Actinides : 89 à 103																												
Lanthanides : 57 à 71																												
Actinides : 89 à 103																												

- Valeurs de constantes :

Constante de Planck : $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$

Vitesse de la lumière dans le vide : $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

- Équivalence électronvolt-joules : $1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$

- Loi de décroissance radioactive :

$N(t) = N(t_0) e^{-\lambda t}$ avec $N(t)$ le nombre de noyaux d'un échantillon radioactif à l'instant t et $N(t_0)$ le nombre de noyaux de cet échantillon à l'instant t_0 .

- Rappel mathématique : $\ln(e^x) = x$, pour x tout réel.

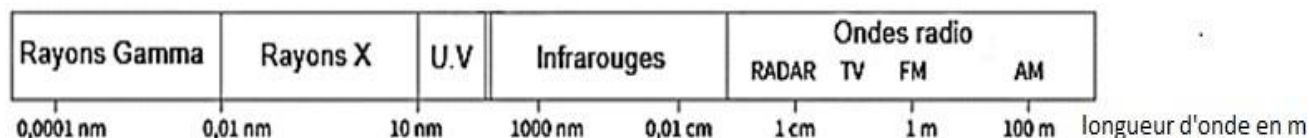
- Expression de la période radioactive T en fonction de la constante radioactive

$$\lambda : T = \frac{\ln 2}{\lambda}$$

- Relation entre l'énergie d'un photon E_{photon} et la longueur d'onde du rayonnement associé λ_{ray} :

$$E_{\text{photon}} = \frac{h c}{\lambda_{\text{ray}}}$$

- Domaine spectral des ondes électromagnétiques :



- Masse molaire moléculaire :

Tétraphénylborate de potassium : $M(\text{K} - \text{TPB}) = 389,3 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

Chlorhydrate de dobutamine : $M(\text{C}_{18}\text{H}_{24}\text{ClNO}_3) = 337,8 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

- On considère, dans le sujet, qu'une transformation chimique est quasi-totale si la constante d'équilibre K_R associée vérifie la relation : $K_R > 10^4$.
- En milieu médical, la dilution dans une solution de chlorure de sodium est courante pour éviter des déséquilibres électrolytiques et garantir la compatibilité avec les fluides corporels. L'utilisation d'eau pure ou d'une autre solution inappropriée pourrait provoquer des réactions indésirables ou affecter l'efficacité du médicament.

Exercice I – Le PET-scan cardiaque (6 points)

Le PET-scan cardiaque, ou TEP-TDM, est un examen d'imagerie qui permet d'évaluer l'irrigation du muscle cardiaque, sa contraction, le métabolisme des cellules, ainsi que les éventuels dommages causés par une maladie ou une crise cardiaque.

Pour réaliser cet examen, un traceur radioactif, le rubidium 82, est injecté dans le sang. Ce traceur émet un rayonnement capté par une « caméra TEP » afin de produire des images détaillées du cœur.

En raison de sa très courte demi-vie (environ 75 s), le rubidium 82 doit être produit au moment de l'examen. Il est produit dans un générateur à partir du strontium 82, un isotope radioactif du strontium.

1. Le générateur de production du rubidium 82

Le strontium possède de nombreux isotopes.

Q1. Rappeler la définition d'un isotope.

Q2. Donner le symbole du noyau de strontium 82, ainsi que sa composition.

Le strontium 82 est un radioisotope de constante radioactive $\lambda = 3,1 \times 10^{-7} \text{ s}^{-1}$. La désintégration radioactive qu'il subit forme le rubidium 82.

Q3.a Écrire l'équation de cette transformation nucléaire.

Q3.b Indiquer, avec justification, si le strontium 82 est un émetteur α , β^- ou β^+ .

Q4.a Définir le temps de demi-vie d'un radionucléide.

Q4.b Calculer le temps de demi-vie du strontium 82.

Le générateur fonctionne efficacement tant que le Strontium 82 produit suffisamment de Rubidium 82 pour l'imagerie. Lorsque la quantité de Strontium 82 encore présent dans celui-ci tombe sous une limite critique, la production de Rubidium 82 devient insuffisante et le générateur doit être remplacé.

Le compteur d'activité alerte l'utilisateur lorsqu'il ne reste plus que 25 % du Strontium 82 initial.

Q5. Montrer que le générateur de rubidium 82 doit être remplacé avant deux mois d'utilisation.

Le candidat est invité à prendre des initiatives. Tout raisonnement, même incomplet sera valorisé.

2. Nature du rayonnement détecté par la « caméra TEP »

Le traceur rubidium 82 formé à l'aide du générateur est radioactif β^+ .

Une fois émise, la particule β^+ parcourt quelques millimètres dans les tissus, puis interagit avec un électron de la matière du corps du patient suivant une réaction d'annihilation au cours de laquelle deux photons d'énergie 511 keV sont émis dans des directions opposées comme le montre la **figure 1** ci-dessous.

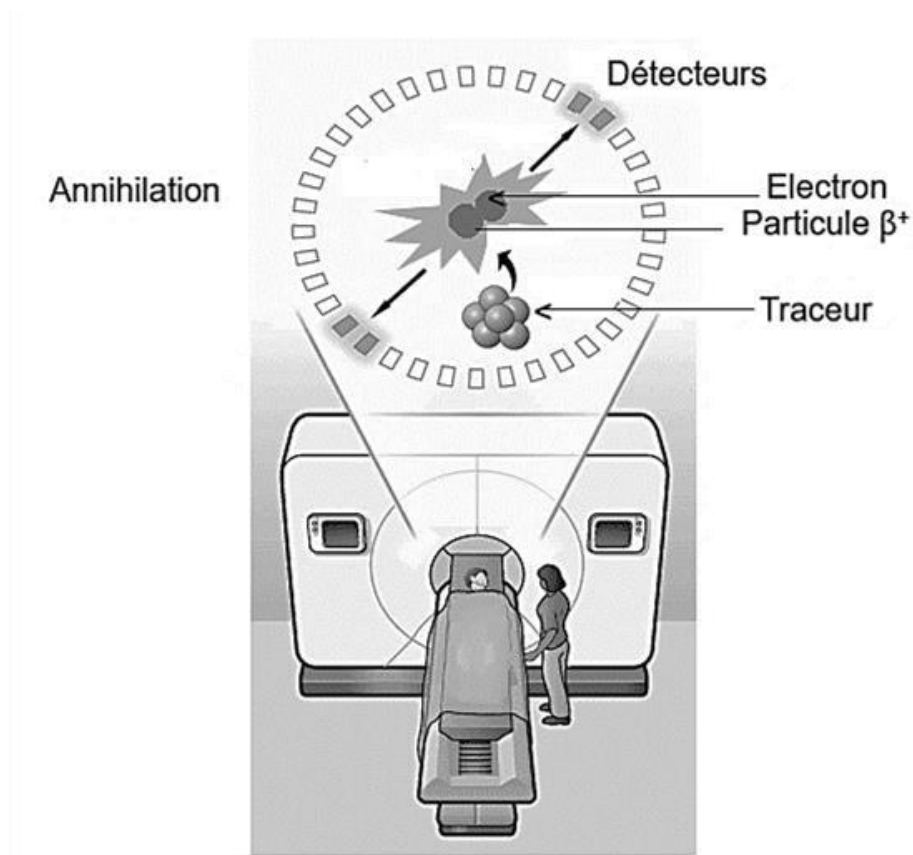


Figure 1 – Détection des photons par la caméra TEP

Source : d'après blog-lecerveau.org

Q6. Déterminer la nature du rayonnement électromagnétique capté par la caméra TEP.

Le candidat est invité à prendre des initiatives. Tout raisonnement, même incomplet sera valorisé.

Exercice II – Le dosage du potassium dans le sang (6,5 points)

Un taux de potassium trop élevé (hyperkaliémie) ou trop bas (hypokaliémie) peut avoir de graves conséquences, comme des anomalies du rythme cardiaque, voire un arrêt du cœur.

Pour doser le potassium dans le sang, on peut procéder par turbidimétrie, c'est-à-dire par étude quantitative de la transmission de la lumière par des particules en suspension.

1. L'obtention de la suspension trouble à doser

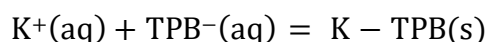
On suit la procédure décrite dans l'**annexe**.

Dans un premier temps, on fait précipiter les protéines contenues dans le sang en ajoutant une solution d'acide trichloroacétique (**étape 3 de la procédure**).

Cette étape permet d'alourdir suffisamment les protéines pour pouvoir les séparer ensuite du plasma, avec les globules rouges.

Q7. Indiquer à quelle étape de la procédure est réalisée cette séparation des protéines.

En milieu basique et en l'absence de protéines, les ions potassium K^+ réagissent avec les ions tétraphénylborate, notés de manière abrégée TPB^- , selon la transformation chimique d'équation suivante :



Q8. Préciser le type de transformation chimique dont il s'agit.

La solubilité du tétraphénylborate de potassium dans l'eau est très faible. À 20°C, elle a pour valeur $s_m = 6,4 \times 10^{-2} \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$.

Q9. a Montrer que la solubilité s , en $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$, du tétraphénylborate de potassium s'exprime en fonction du produit de solubilité K_s par la relation $s^2 = K_s$ (on rappelle que, dans cette relation, s est exprimée en $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$).

Q9. b Vérifier que $K_s = 2,7 \times 10^{-8}$ environ à 20 °C.

Q10. Justifier que la réaction entre les ions potassium K^+ et les ions tétraphénylborate TPB^- est quasi-totale.

On considérera que, dans ces conditions, la concentration de particules solides de $K - TPB$ est égale à celle des ions potassium K^+ dans la suspension initiale.

2. Le principe de mesure

La turbidimétrie étudie l'atténuation d'un faisceau lumineux lorsqu'il traverse une suspension aqueuse trouble contenant des particules solides en suspension (**figure 2**).

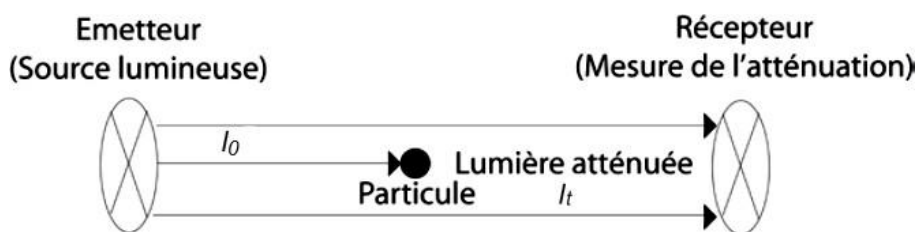


Figure 2 – Principe de la mesure par turbidimétrie

La grandeur mesurée est appelée atténuation, notée D . Elle est définie par la relation suivante :

$D = -\log T = -\log\left(\frac{I_t}{I_0}\right)$ où I_0 est l'intensité lumineuse incidente et I_t l'intensité lumineuse transmise et donc atténuée.

Q11. Expliquer pourquoi l'atténuation est mesurée avec un spectrophotomètre.

On vérifie que pour de faibles concentrations, sous lumière monochromatique, l'atténuation d'une suspension homogène est proportionnelle à la concentration en quantité de matière des particules (en $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$), à condition que leur taille et leur forme restent constantes.

Q12. Démontrer la formule de calcul indiquée dans les informations extraites du kit employé pour réaliser le dosage du potassium (**en bas de l'annexe**)

$$\frac{D_{\text{échantillon}}}{D_{\text{étalon}}} \times 5 = [\text{K}^+] \text{ dans laquelle } [\text{K}^+] \text{ est exprimée en } \text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}.$$

3. Le diagnostic

Le taux de potassium dans le sang se situe normalement entre 3,6 et 5,0 $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$. On classe l'hyperkaliémie en trois stades, du plus léger au plus sévère :

- stade léger : entre 5,5 et 5,9 $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$;
- stade modéré : entre 6 et 6,5 $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$;
- stade sévère : supérieur à 6,5 $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$.

Voici les résultats de mesures réalisées au laboratoire :

$$D_{\text{étalon}} = 2,685.$$

$$D_{\text{échantillon}} = 3,650.$$

Q13. Indiquer, en justifiant, si le patient est en danger selon les résultats obtenus.

Exercice III – L'épreuve d'effort pharmacologique (7,5 points)

Soumettre le cœur à un effort permet de détecter une maladie des artères qui l'alimentent en sang. Pour augmenter la fréquence et l'intensité des battements cardiaques, le patient peut être invité à réaliser une activité physique ou recevoir des stimulants, comme la dobutamine.

La dobutamine est une molécule dont la formule topologique est précisée sur la **figure 3**.

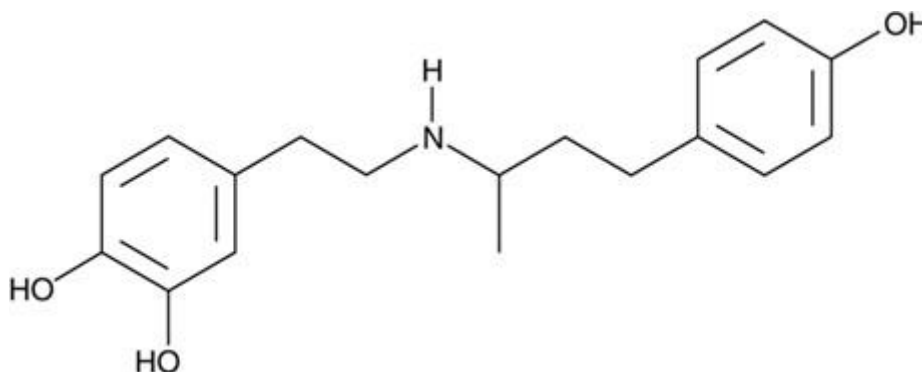


Figure 3 – Représentation topologique de la dobutamine

Q14. Donner le nom des deux types de groupes fonctionnels présents dans la dobutamine.

La molécule de dobutamine est une molécule chirale et se présente sous la forme d'un couple de deux stéréoisomères A et B représentés dans le **document réponse en fin de sujet est à rendre avec la copie**.

Q15. Le carbone autour duquel les quatre liaisons sont indiquées en représentation de Cram est un carbone asymétrique de la dobutamine. Définir ce qu'est un carbone asymétrique.

Q16. Expliquer pourquoi les deux stéréoisomères sont deux énantiomères.

Q17. Déterminer lequel des stéréoisomères A ou B possède la configuration S. Justifier la réponse sur le **document réponse à rendre avec la copie** en indiquant, sur l'une des deux figures, l'ordre de priorité des substituants selon les règles de Cahn, Ingold et Prelog en précisant la position de l'œil.

Devant le nom officiel du principe actif commercialisé, il est noté ($\pm$). Cette indication signifie qu'il s'agit d'un mélange racémique.

Q18. Définir ce qu'est un mélange racémique.

La plupart des produits contenant la dobutamine sont commercialisés sous la forme de solution de chlorhydrate de dobutamine obtenue par une réaction acido-basique. Dans cette réaction, la base dobutamine (notée R – NH – R') réagit avec l'acide chlorhydrique (H_3O^+ , Cl^-).

Q19. Écrire le couple acide/base auquel la dobutamine appartient.

Q20. a Écrire l'équation-bilan de la réaction entre la solution aqueuse d'acide chlorhydrique et la dobutamine, sans faire figurer les ions spectateurs.

Q20. b En déduire la formule de la solution de chlorhydrate de dobutamine obtenue.

Une ampoule de 20,0 mL de solution injectable pour perfusion, contenant du chlorhydrate de dobutamine à une concentration de $3,75 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, est diluée dans une poche de perfusion de chlorure de sodium pour obtenir un volume final de 50,0 mL.

Q21.a Déterminer la concentration en quantité de matière de la solution finale après dilution.

Une patiente de 49 kg doit recevoir un débit de perfusion de 15 μg de chlorhydrate de dobutamine par kilogramme de masse corporelle par minute.

Q21.b Calculer la durée en heures de la perfusion si l'intégralité du contenu de la poche est administrée à la patiente.

Le candidat est invité à prendre des initiatives. Tout raisonnement, même incomplet sera valorisé.

ANNEXE

Informations extraites du kit employé pour réaliser le dosage du potassium

Composition du coffret :

Réactif 1 (50 mL)	Solution de tétraphénylborate : $C_1 = [\text{TPB}^-]_1 = 0,20 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
Réactif 2 (50 mL)	Solution d'hydroxyde de sodium : $C_2 = 0,20 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
Réactif 3 (50 mL)	Solution d'acide trichloroacétique : $C_3 = 0,30 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
Réactif 4 (3 mL)	Solution étalon de potassium : $C_4 = [\text{K}^+] = 5,0 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$

Préparation du réactif de travail à utiliser :

Trente minutes avant le dosage, mélanger deux volumes identiques du réactif 1 et du réactif 2.

Procédure :

Étape 1 : Régler la longueur d'onde de travail à 578 nm et la température de mesure à 37 °C.

Étape 2 : Régler l'instrument à zéro avec l'eau distillée.

Étape 3 : Introduire dans un tube 50 µL d'échantillon et 500 µL du réactif 3.

Étape 4 : Mélanger soigneusement. Centrifuger à une vitesse élevée pendant 5 – 10 min.

Étape 5 : Séparer le surnageant clair et l'introduire dans une cuve. Le surnageant constitue l'échantillon à analyser.

	Étalon	Échantillon
Réactif de travail	1,0 mL	1,0 mL
Étalon	100 µL	0
Échantillon	0	100 µL

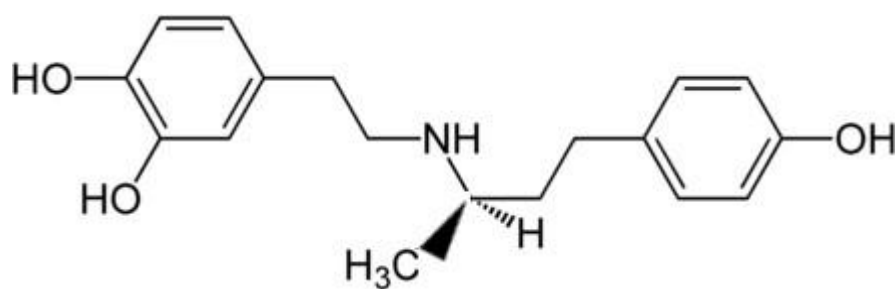
Étape 6 : Photométrer l'étalon et l'échantillon par rapport au blanc de réactif de travail après 5 min.

Calcul :

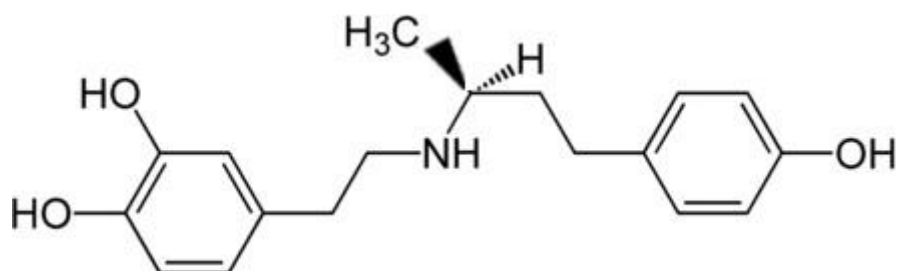
$$\frac{D_{\text{échantillon}}}{D_{\text{étalon}}} \times 5 = [\text{K}^+] \text{ avec } [\text{K}^+] \text{ exprimée en } \text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}.$$

DOCUMENT RÉPONSE

À rendre avec la copie



Stéréoisomère A



Stéréoisomère B

Les 3 épreuves E4 sont évaluées par compétences et capacités selon la répartition ci-dessous :

C1	C2	C3	C4	C5
Analyser des ressources documentaires en s'appuyant sur savoirs scientifiques et technologiques	Exercer un regard critique sur la faisabilité d'une analyse ou la fiabilité d'un résultat	Analyser un résultat, une procédure dans une situation professionnelle	Établir une synthèse à partir d'un raisonnement rigoureux	S'exprimer à l'écrit avec clarté et rigueur

E41 Biochimie

2026

Durée : 3 heures Coefficient 2

Aucun document ou matériel autorisé.

DIAGNOSTIC ET SUIVI DU DIABÈTE

L'augmentation de la prévalence du diabète dans le monde au cours des dernières décennies en fait une question de santé publique majeure qui conduit les autorités sanitaires à prendre des mesures de prévention et de dépistage, ainsi qu'à encourager la recherche biomédicale sur le sujet pour améliorer le suivi des patients diabétiques.

1. Dépistage du diabète par mesure de glycémie

Le diagnostic du diabète dans les populations à risque est réalisé par un test de glycémie veineuse à jeun effectué en laboratoire. Le **document 1** présente une fiche technique de dosage du glucose par méthode enzymatique.

Q1. Indiquer les précautions pré-analytiques à respecter pour ce dosage. (C1)

Deux conditions d'incubation sont présentées dans la fiche technique du dosage.

Q2. Expliquer pourquoi les deux conditions sont équivalentes à l'aide d'une représentation graphique de la variation de l'absorbance en fonction du temps pour chacune des conditions d'incubation. (C3)

Le laboratoire a mis en place une procédure transversale de validation analytique du résultat patient. Le **document 2** présente le logigramme extrait de cette procédure. Le **document 3** présente les critères d'alerte pour la glycémie.

Q3. Indiquer la conduite à tenir pour un échantillon patient de 40 ans dont la glycémie est de 2,70 g/L. (C2)

2. Dosage de l'HbA1c par HPLC

L'hémoglobine glyquée A1c (HbA1c) résulte d'une réaction de glycation de l'hémoglobine par le glucose sanguin.

Le dosage de l'HbA1c permet d'estimer la glycémie moyenne sur une période d'environ 120 jours. Ainsi, il est utilisé pour évaluer l'efficacité du contrôle glycémique à long terme pour les patients diabétiques.

L'automate TOSOH G11 effectue le dosage de l'HbA1c par Chromatographie Liquide Haute Performance (CLHP ou HPLC).

2.1. Principe du dosage de l'HbA1c

Le principe du dosage réalisé par l'automate est présenté dans le **document 4**.

Q4. Argumenter l'utilisation d'un tube primaire de prélèvement contenant de l'EDTA. (C1)

Q5. Argumenter l'utilisation d'un réactif hémolysant lors la réalisation de ce dosage. (C1)

Q6. Schématiser le principe de la séparation mise en œuvre dans cette chromatographie. (C1)

2.2. Gestion de la conservation des réactifs

La liste des produits utilisés en routine pour le fonctionnement de l'automate TOSOH G11 est présentée dans le **document 5**.

Les produits à conserver à température positive sont placés dans une chambre froide, dont la température de consigne est de 5°C.

Q7. Argumenter le choix de cette température de consigne. (C2)

Une sonde thermique, reliée à un logiciel d'enregistrement contrôle en permanence la température de la chambre froide. Le paramétrage du logiciel d'enregistrement permettant le déclenchement d'alarmes est présenté dans le **document 6**.

Q8. Discuter la pertinence du choix des températures retenues pour paramétrer le logiciel. (C2)

Le **document 7** présente le relevé des températures de la chambre froide au cours de la journée du 5 janvier.

Q9. Émettre une hypothèse sur les augmentations transitoires de la température de la chambre froide. En déduire l'intérêt du paramètre du « retard d'alarme haut ». (C2)

2.3. Gestion des alarmes de l'automate

L'automate TOSOH G11 dispose d'alarmes préconfigurées permettant d'avertir le technicien en cas de chromatogrammes anormaux (pic inconnu, déformé...) ou d'un dysfonctionnement de l'analyseur (réactif mal positionné, défaillance de la pompe...).

Le biologiste demande au technicien de créer une alarme avertissant d'un résultat d'HbA1c supérieur ou égal à 8 %. Cette alarme de priorité 1 conduit à ce que la valeur du dosage soit affichée puis imprimée sur le chromatogramme avec le texte « HBA1C TRÈS ÉLEVÉE ». Le **document 8** présente les informations de configuration d'une alarme.

Q10. Indiquer sur la copie ce que doit saisir le technicien dans les encadrés A, B, C, D, E et F du **document 8** afin de créer l'alarme demandée par le biologiste. (C4)

2.4. Analyse de résultats

Le **document 9** présente le rapport d'impression d'un résultat patient de l'automate TOSOH G11.

Q11. Extraire du rapport d'impression les données brutes nécessaires pour le calcul du pourcentage d'HbA1c rendu par l'automate et poser l'équation aux valeurs numériques. (C3)

Q12. Établir, à partir des données des **documents 10 et 11**, le lien entre le pourcentage d'HbA1c, l'équilibre glycémique et le diabète. (C4)

3. Contrôle de qualité du dosage de l'HbA1c par l'automate TOSOH G11

3.1. Contrôle interne de qualité

Le laboratoire utilise une procédure de contrôle interne de qualité (CIQ) impliquant deux niveaux de concentration : Liquichek Diabetes Control niveau 1 et niveau 2.

Le **document 12** présente, pour la période du 2 au 26 janvier, les données du logiciel URT2 qui permet d'enregistrer et de gérer les mesures des CIQ.

Q13. Préciser le critère de choix du niveau de concentration de chaque CIQ. (C2)

Sur le **document 12**, toutes les données associées au CIQ de niveau 1 sont validées. Pour autant le technicien repère une tendance.

Q14. Identifier cette tendance. (C2)

Q15. Indiquer le type d'erreur de mesure permettant d'expliquer cette tendance. (C1)

Q16. Proposer une action corrective adaptée à cette situation. (C2)

Une valeur hors contrôle a été enregistrée le 11 janvier.

Q17. Indiquer pour quel niveau de concentration et à quelle position dans la série de dosages (début, milieu ou fin) la valeur hors contrôle a été obtenue. (C3)

Le **document 13** présente une fiche d'instruction décrivant la conduite à tenir en cas de CIQ hors contrôle.

Q18. Présenter la conduite à tenir en cas de CIQ hors contrôle dans une situation identique à celle du 11 janvier, et la conséquence sur la série des résultats patients, sachant qu'aucune erreur grossière n'a été commise. (C4)

3.2. Évaluation externe de la qualité

Le laboratoire participe à un programme d'évaluation externe de qualité (EEQ) pour le dosage de l'HbA1c. Ce programme comprend l'analyse mensuelle d'un échantillon de contrôle. Le laboratoire enregistre ses résultats via une fiche de suivi présentée dans le **document 14**.

Le résultat du laboratoire en janvier est présenté dans le **document 14**.

Q19. Établir les étapes de la reconstitution d'un échantillon de contrôle et expliquer deux points critiques de cette reconstitution. (C2)

Q20. Conclure sur la conformité du résultat obtenu pour le mois de janvier (C3).

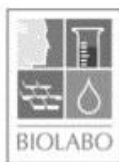
3.3. Conclusion

Q21. En exploitant les analyses précédentes, construire une synthèse permettant de comparer un EEQ et un CIQ. (C4)

LISTE DES DOCUMENTS

DOCUMENT	TITRE DU DOCUMENT
DOCUMENT 1	Fiche technique de dosage du glucose par méthode enzymatique (extraits)
DOCUMENT 2	Procédure de validation analytique
DOCUMENT 3	Intervalles de référence et grille de critères d'alerte (extraits)
DOCUMENT 4	Principe du dosage réalisé par l'automate TOSOH G11
DOCUMENT 5	Produits de l'automate TOSOH G11 : préparation et conservation
DOCUMENT 6	Paramétrage du logiciel de suivi des températures
DOCUMENT 7	Relevé des températures de la chambre froide au cours de la journée du 5 janvier
DOCUMENT 8	Écrans de paramétrage d'une alarme
DOCUMENT 9	Exemple de rapport d'impression annoté obtenu pour un patient
DOCUMENT 10	Valeurs de référence de la concentration en HbA1c exprimée en %, associées au compte rendu d'examen
DOCUMENT 11	Relation entre la glycémie moyenne (AG) et le pourcentage d'hémoglobine HbA1c (A1c)
DOCUMENT 12	Carte de contrôle pour le dosage de l'HbA1c en % (capture d'écran du logiciel URT2) Stratégie de passage des CIQ lors d'un cycle d'analyse
DOCUMENT 13	Conduite à tenir en cas de CIQ hors contrôle
DOCUMENT 14	Fiche de suivi d'une évaluation externe de qualité (EEQ)

Fiche technique de dosage du glucose par méthode enzymatique (Extraits)



BIOLABO
www.biolabo.fr
FABRICANT :
BIOLABO SAS,
Les Hautes Rives
02160, Maizy, France

GLUCOSE GOD-PAP

Liquide Prêt à l'emploi

Réactif pour le dosage quantitatif du glucose
dans le sérum et le plasma humains, les urines ou le liquide céphalorachidien (LCR)

INTERET CLINIQUE (1) (6)

La concentration en glucose sanguin est maintenue à l'intérieur de limites relativement étroites dans différentes situations (absorption de nourriture, jeûne ou exercice intense) par des hormones régulatrices comme l'insuline, le glucagon ou l'épinéphrine. Le dosage du glucose est un des tests les plus fréquemment réalisés au laboratoire d'analyses médicales, conjointement avec d'autres tests de tolérance (épreuve d'hyperglycémie provoquée, glycémie post-prandiale...).

Le désordre du métabolisme des carbohydrates sanguins le plus couramment rencontré est l'hyperglycémie due au diabète mellitus.

Une hyperglycémie supérieure à 3,0 g/L (16,5 mmol/L) peut conduire à une céto-acidose et un coma hyperosmolaire.

Toute hypoglycémie durable, inférieure à 0,30 g/L (1,7 mmol/L), est susceptible d'entraîner des lésions encéphaliques graves et irréversibles.

PRINCIPE (4) (5)

Méthode de Trinder. Le glucose est oxydé par la GOD en acide gluconique et H_2O_2 qui réagit en présence de POD avec le chloro-4-phénol et le PAP pour former une quinonéimine rouge. L'absorbance du complexe coloré, proportionnelle à la concentration en glucose dans le spécimen est mesurée à 500 nm.

REACTIFS

R1	GLUCOSE GOD PAP	Réactif
	Tampon phosphate	150 mmol/L
	Glucose oxydase (GOD)	≥ 20 000 UI/L
	Péroxydase (POD)	≥ 1000 UI/L
	4-Amino-antipyrine (PAP)	0,8 mmol/L
	Chloro-4-phénol	2 mmol/L
R2	GLUCOSE GOD PAP	Etalon
	Glucose	1 g/L (5,55 mmol/L)

PRELEVEMENT ET PREPARATION DU SPECIMEN (2)

Sérum ou plasma :

Séparé rapidement des cellules sanguines pour prévenir la glycolyse. Si le fluorure est utilisé comme conservateur, une diminution de 0,09 g/L (0,5 mmol/L) est observée dans les deux premières heures, la concentration se stabilise ensuite.

Le glucose est stable dans le sérum et le plasma hépariné :

- 8 h à 25°C.
- 72 h à 2-8°C.

Le glucose est stable dans le plasma (fluorure de sodium ou iodoacétate) :

- 24 h à température ambiante.

LCR :

Analysé immédiatement après collecte pour éviter des résultats sous évalués. Conserver à -20°C.

Urines :

collectées en flacon opaque et conservées à 2-8°C. Conserver les urines de 24 h avec 5 mL d'acide acétique glacial ou 5 g de sodium benzoate ou fluorure.

MODE OPERATOIRE

L'adaptation détaillée Kenza 240TX est disponible sur demande
Longueur d'onde : 505 nm

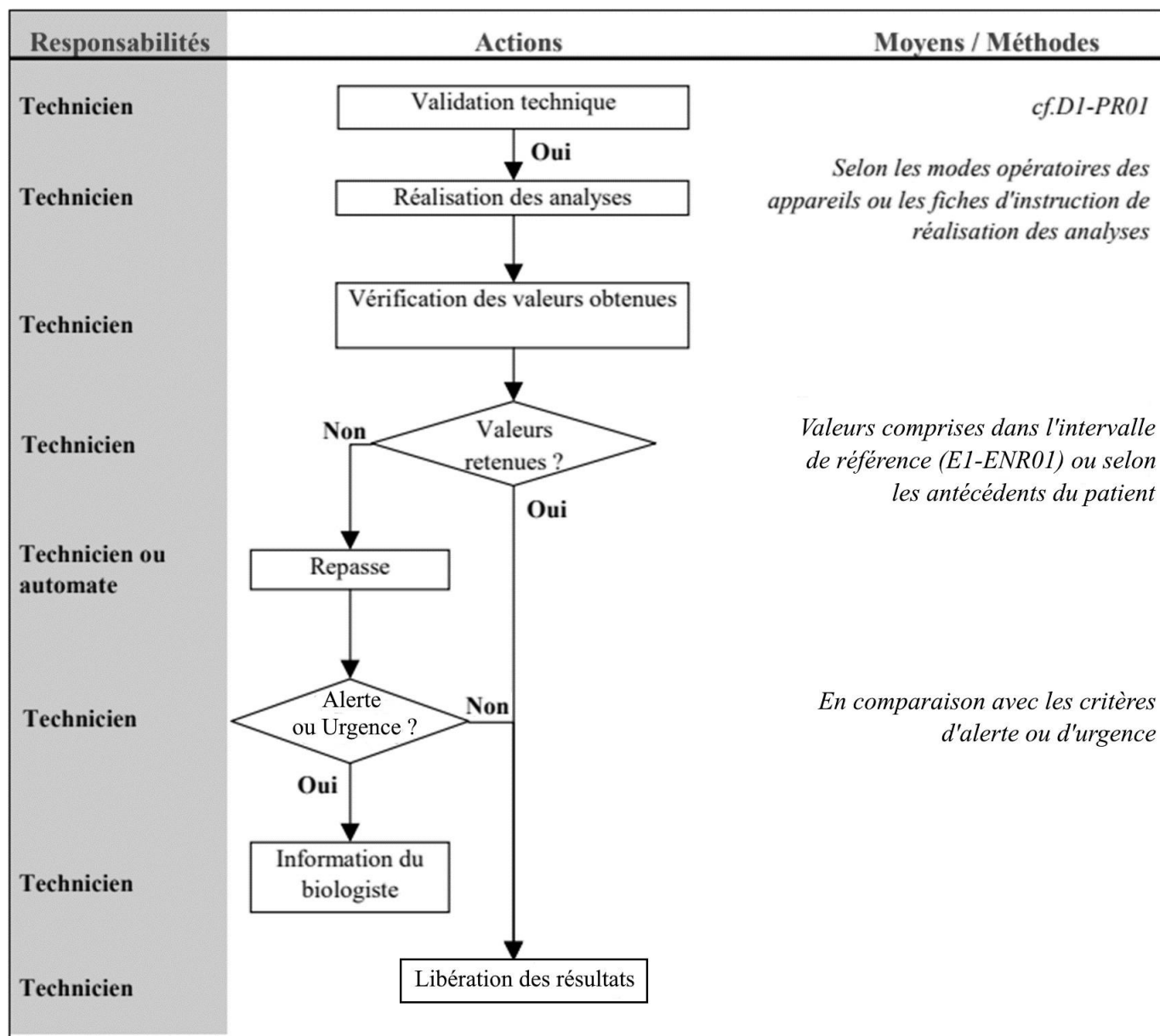
Température : 37°C

Ramener les réactifs et spécimens à température ambiante.

	Analyseur automatique	Procédure manuelle
Réactif	300 µL	1000 µL
Etalon, Contrôle ou spécimen	3 µL	10 µL
Bien mélanger. Incuber 10 minutes à 37°C ou 20 minutes à température ambiante. Lire les absorbances à 500 nm (460-560) contre le blanc réactif. La coloration est stable 15-20 minutes à 37°C, puis décroît lentement.		

DOCUMENT 2

Procédure de validation analytique



Source : Adapté d'une procédure de validation analytique d'un laboratoire.

DOCUMENT 3

**Intervalles de référence et grille de critères d'alerte
(Extraits)**

Nom de l'examen	Valeurs normales	Critères d'alerte « Avertir le biologiste »	Critères d'urgence pour transmission des résultats par le biologiste au médecin par internet et/ou téléphone.
Glycémie	À jeun entre 15 et 60 ans : 0,74 - 1,09 g/L Adultes entre 60 et 90 ans : 0,82 à 1,15 g/L Adultes > 90 ans : 0,75 à 1,21 g/L Enfants de 1 à 15 ans : 0,60 à 1,00 g/L Enfant < 1 an : 0,50 à 0,80 g/L	Glycémie < 0,60 g/L ou Glycémie > 2,50 g/L	Glycémie < 0,50 g/L ou Glycémie > 3,00 g/L

Source : d'après E1-ENR01, document d'enregistrement d'un laboratoire.

Principe du dosage réalisé par l'automate TOSOH G11

Sur la base du principe de la chromatographie liquide à haute performance ou HPLC (High Performance Liquid Chromatography), l'analyseur utilise une colonne d'échange de cations pour séparer les composants de l'hémoglobine en fonction des différences de charge ionique. Les différentes fractions de l'hémoglobine, dont l'hémoglobine A1c, sont rapidement (1 minute par échantillon) séparées en 6 fractions et dosées. Un gradient progressif avec trois concentrations en sel différentes (G11 Variant Elution Buffer No. 1, No. 2 et No. 3) est utilisé pour la séparation.

Environ 3 µL de l'échantillon de sang total contenu dans le tube primaire sont aspirés dans une buse de perçage et dilués par la solution de lavage hémolysante dans le port de dilution. L'échantillon dilué est ensuite aspiré dans la buse et injecté dans la ligne de dosage, avant d'être transféré dans la colonne.

Chaque tampon d'élution est dégazé à l'aide des dégazeurs en ligne et permuté à l'aide des électrovannes, puis transmis à la colonne par la pompe après être passé par une vanne d'injection et le filtre.

Les niveaux d'absorbance des différents composants de l'hémoglobine séparés dans la colonne sont ensuite surveillés en continu par le détecteur. Au terme du dosage, les résultats des différentes fractions de l'hémoglobine sont envoyés à l'imprimante sous la forme de pourcentages, de même que le chromatogramme.

*Source : manuel d'utilisation Tosoh Automated Glycohemoglobin Analyzer HLC-723®G11
(version G-H, 03/2024).*

DOCUMENT 5

Produits de l'automate TOSOH G11 : préparation et conservation

Produits	Préparation ou Reconstitution	Conservation
CIQ Liquichek Diabetes Control Niv. 1	- Décongélation $\approx$ 15 min à T° ambiante ou jusqu'à décongélation complète. - Homogénéiser par légère rotation du flacon plusieurs fois SANS retournement. - Procéder à la dilution : 10 μL CIQ + 2 mL Wash Solution.	Stabilité avant ouverture : jusqu'à date de péremption entre -20°C et -70°C.
CIQ Liquichek Diabetes Control Niv. 2	<u>Après décongélation</u>, sortir les CIQ du réfrigérateur, homogénéiser par légère rotation du flacon plusieurs fois SANS retournement puis procéder à la dilution comme ci-dessus, remettre rapidement à 2-8°C.	Stabilité après ouverture : 45 jours dans le flacon d'origine convenablement refermé entre 2 et 8°C.
G11 Variant Elution HSi N°1, N° 2 & N°3	Prêt à l'emploi	Stabilité avant ouverture : jusqu'à date de péremption entre 4°C et 30°C. Stabilité après ouverture : 3 mois entre 4°C et 25°C.
HSi Hemolysis & Wash Solution	Prêt à l'emploi	Stabilité avant ouverture : jusqu'à date de péremption entre 4°C et 30°C. Stabilité après ouverture : 3 mois entre 4°C et 25°C.
HbA1c Diluting Solution	Prêt à l'emploi	STOCKAGE VERTICAL Stabilité avant ouverture : jusqu'à date de péremption entre 4°C et 30°C. Stabilité après ouverture : 180 jours entre 4°C et 30°C.
Column TSKgel G11 Variant HSi	Prêt à l'emploi	Stabilité avant ouverture : jusqu'à date de péremption entre 4°C et 15°C. Stabilité après ouverture : jusqu'à présence d'anomalie du TP et/ou de la pression ou dérive CIQ.
Hemoglobin Calibrator Set	- Reconstituer les flacons (CAL1 et CAL2) avec 1 mL de HbA1c Diluting Solution et les homogénéiser par agitation douce. - Les calibrateurs reconstitués peuvent être utilisés immédiatement	Stabilité avant ouverture : jusqu'à date de péremption entre 2°C et 8°C. Stabilité après ouverture : 30min à température ambiante ou 8h entre 2°C et 8°C.

Source : d'après document du laboratoire.

DOCUMENT 6

Paramétrage du logiciel de suivi des températures

Consignes (en °C)

☒ Activation Consigne sup. Maximum :

Retard d'alarme haut (en minute) :

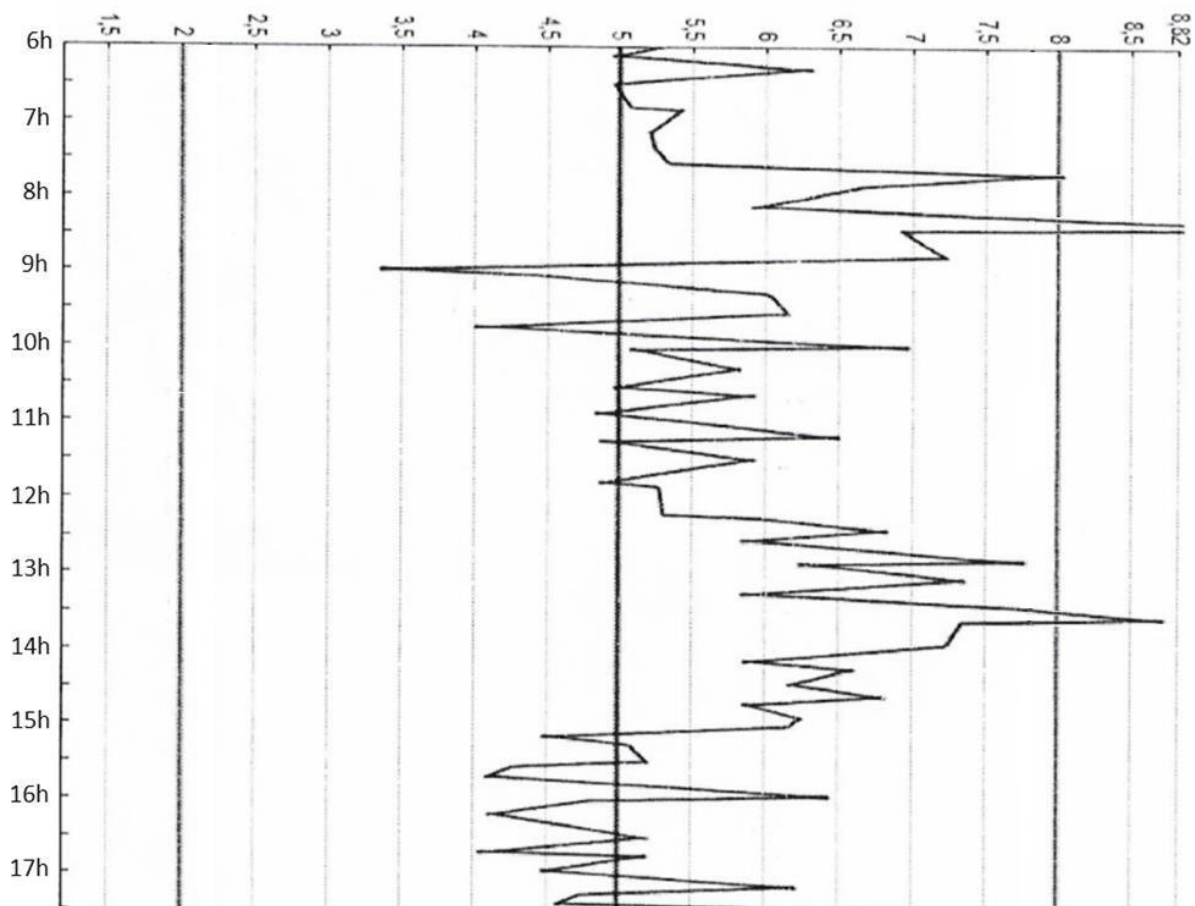
Consigne :

☒ Activation Consigne inf. Minimum :

Source : document du laboratoire.

DOCUMENT 7

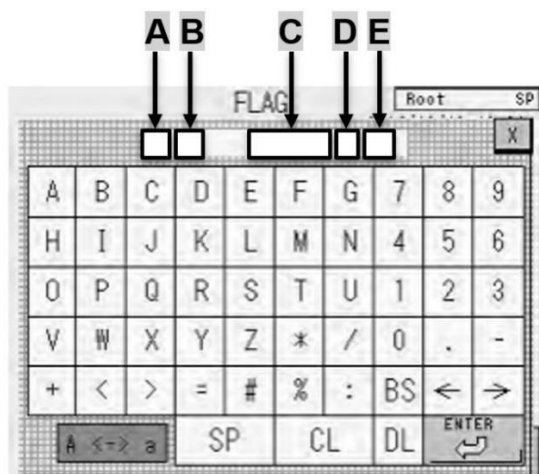
Relevé des températures de la chambre froide au cours de la journée du 5 janvier



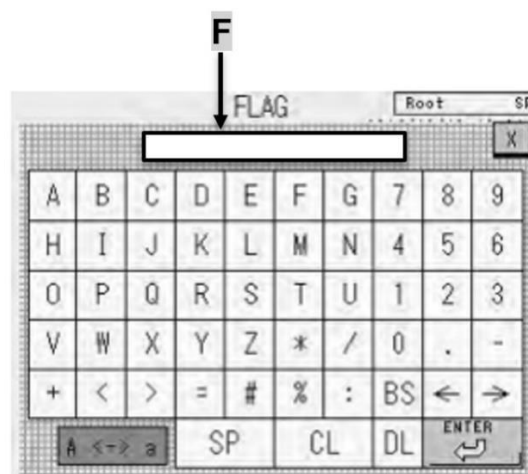
Source : d'après document du laboratoire.

DOCUMENT 8

Écrans de paramétrage d'une alarme



Écran de saisie des conditions d'alarme



Écran de saisie des messages

A → Codes d'alarme :

01	SURFACE TOTALE
02	HbA1c (%)
03	HbF (%)
05	COMPTEUR DU FILTRE
06	COMPTEUR DE LA COLONNE
07	Nombre de plateaux théoriques
08	Pic non identifié entre L-A1c+ et s-A1c lorsque data = 0 Pic non identifié entre s-A1c et A0 lorsque data = 1
09	Nombre de pics
10	Numéro d'échantillon

B → Conditions d'alarme :

>	Le résultat est supérieur à la valeur seuil de référence.
<	Le résultat est inférieur à la valeur seuil de référence.
>=	Le résultat est supérieur ou égal à la valeur seuil de référence.
<=	Le résultat est inférieur ou égal à la valeur seuil de référence.
=	Le résultat est égal à la valeur seuil de référence.

C → Valeur d'alarme.

D → Niveaux d'alarme :

- 0 : Les valeurs du dosage sont affichées/imprimées ou transmises à l'ordinateur hôte avec l'alarme. Les données doivent être traitées avec prudence.
- 1 : « - - - » est affiché ou imprimé dans le champ réservé au résultat du dosage avec l'alarme. Recommencez le dosage.

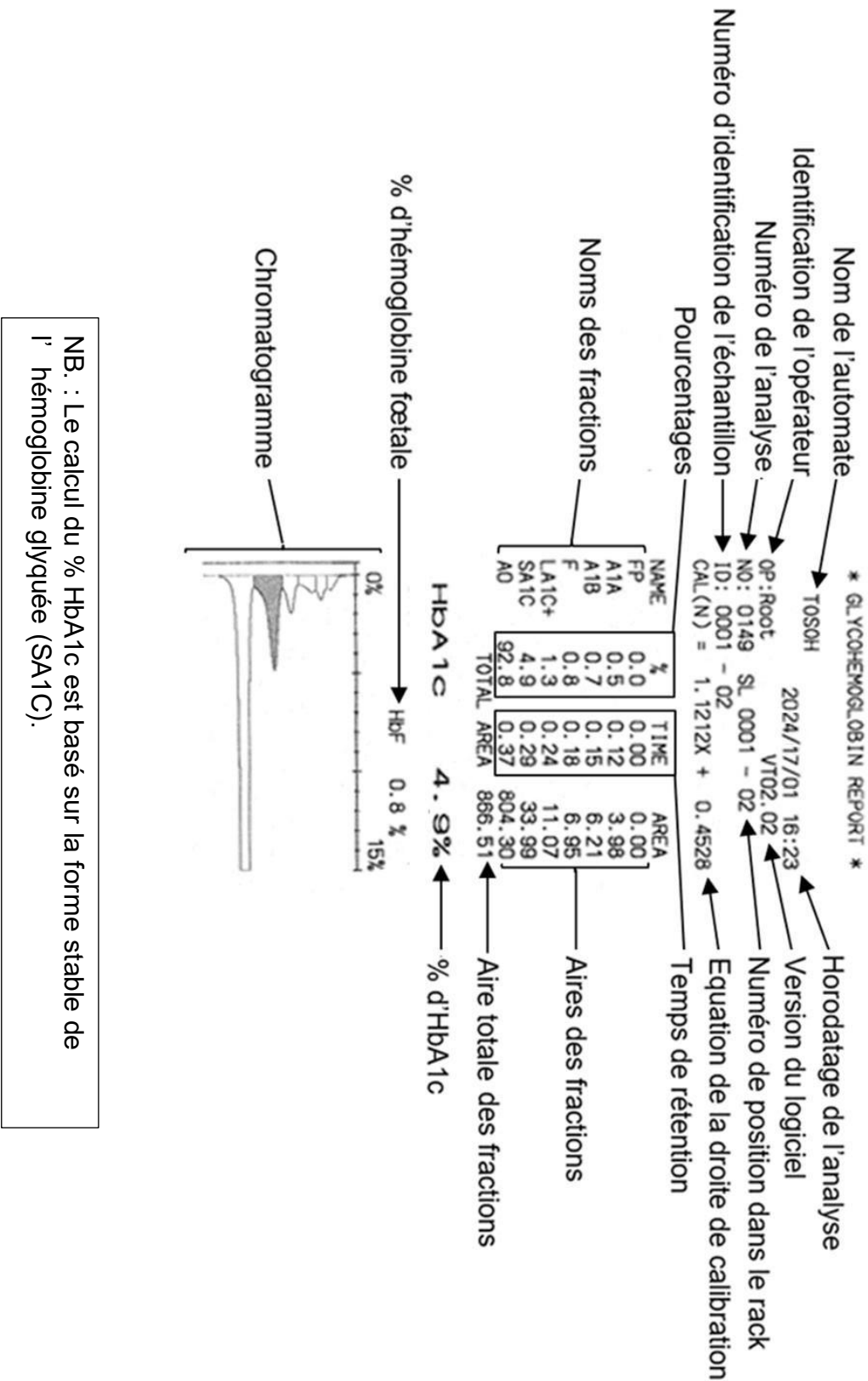
E → Priorités d'alarme : 1 à 20 (Plus le nombre est élevé, plus la priorité est grande).

F → Texte à afficher.

Source : d'après Manuel d'utilisation Tosoh Automated Glycohemoglobin

Analyzer HLC-723®G11
(version G-H, 03/2024).

Exemple de rapport d'impression annoté obtenu pour un patient



Source : d'après Chromatograms | <https://www.diagnostics.eu.tosohbioscience.com>.

DOCUMENT 10

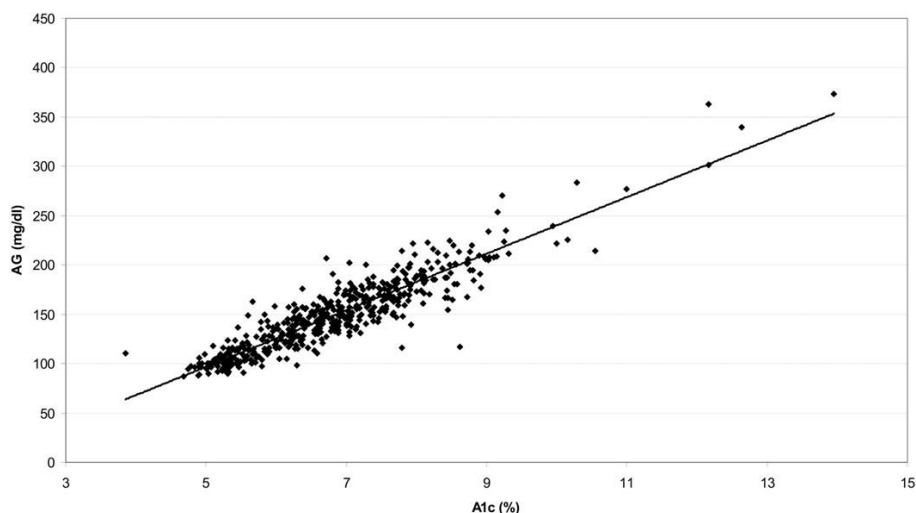
Valeurs de référence de la concentration en HbA1c exprimée en % associées au compte rendu d'examen

Concentration en hémoglobine glyquée en % et diabète de type 1	Concentration en hémoglobine glyquée en % et diabète de type 2	Recommandations de la Haute Autorité de Santé (HAS) et de l'American Diabetes Association (ADA)
HbA1c < 7,0 %	HbA1c < 6,5 %	Pas de modification de traitement à envisager.
7,0 % < HbA1c < 8,0 %	6,5 % < HbA1c < 8,0 %	Modification du traitement envisageable après deux contrôles successifs d'HbA1c dans cette zone.
HbA1c > 8,0 %	HbA1c > 8,0 %	Modification du traitement recommandée après deux contrôles successifs d'HbA1c dans cette zone.

Source : document du laboratoire.

DOCUMENT 11

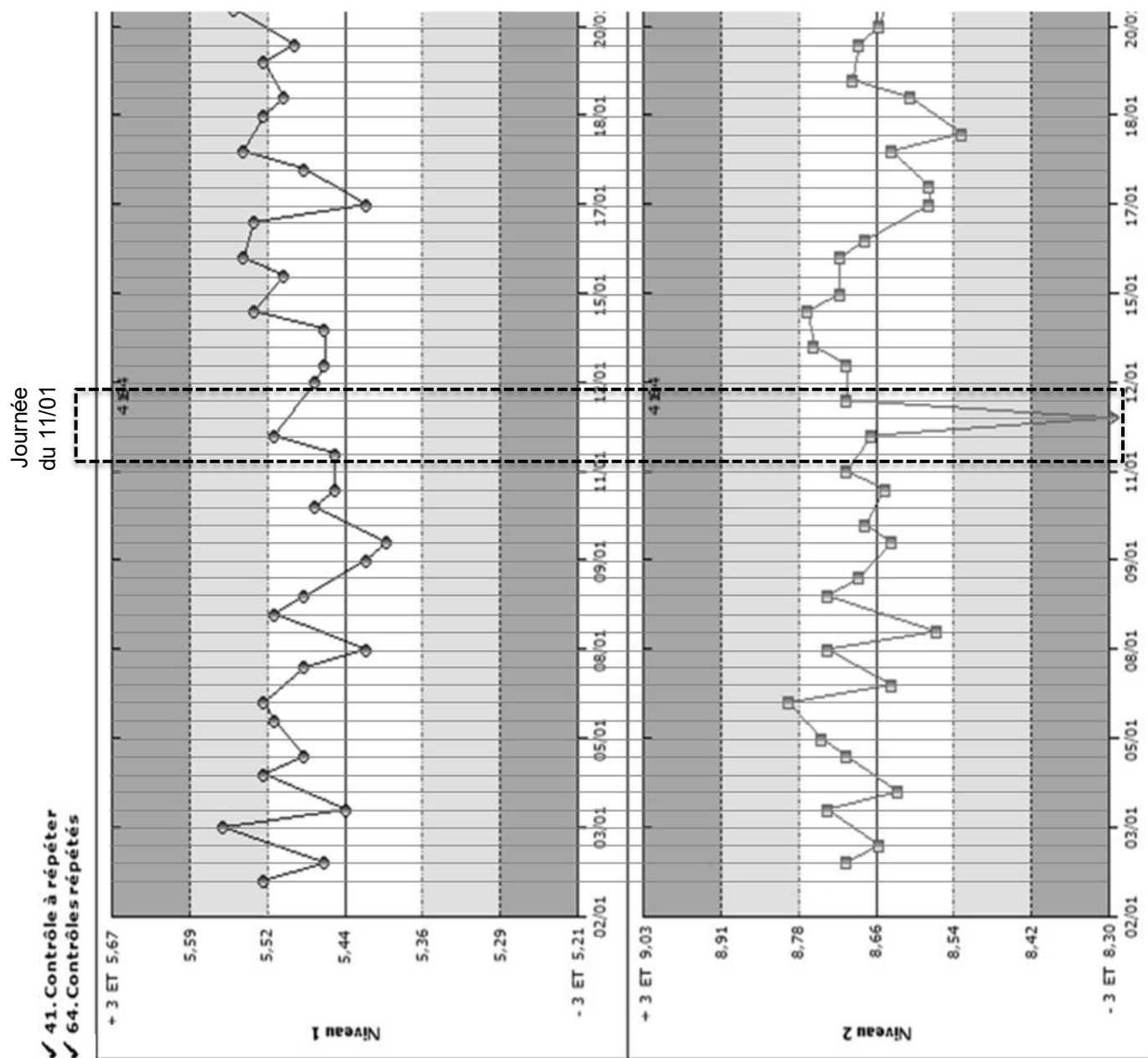
Relation entre la glycémie moyenne (AG) et le pourcentage d'hémoglobine HbA1c (A1c)



Droite de régression, établie à partir de 661 patients, du pourcentage d'HbA1c mesuré au bout de trois mois et de la glycémie moyenne durant les 3 mois.

Source : d'après Translating the A1C Assay Into Estimated Average Glucose Values. Diabetes Care. 2008.

**Carte de contrôle pour le dosage de l'HbA1c en %
(capture d'écran du logiciel URT2)**



ET : écart type

Stratégie de passage des CIQ lors d'un cycle d'analyse

Position	Début de la série	80 % de la série	Fin de la série*
Niveau du Liquichek Diabetes Control	CIQ niveau 1	CIQ niveau 1 et CIQ niveau 2	CIQ niveau 2

* : Aucun tube n'est passé après le dernier CIQ (paramètre non urgent).

Source : d'après document du laboratoire.

Conduite à tenir en cas de CIQ hors contrôle

Quand un seul niveau de contrôle est passé

Règle 1-3ET / Règle 2-2ET / Règle 4-1ET = REJET

Après exclusion d'une erreur grossière (Cf page 1)

Causes probables :

Erreur ponctuelle du système (pipetage)
Mauvaise homogénéisation

Authors: Raymond L. CIO, co-director of the Washburn School of CIO, and Jeffrey A. CIO, co-director of the Washburn School of CIO.

Action : Repasser le CIQ après inspection de l'échantillon de CIQ et re-homogénéisation

CONFORME	NON CONFORME		
Validation des CIQ et démarrage possible	Jeter la cupule contenant le CIQ Dilution à refaire - Repasser le CIQ		
Action menée à tracer dans l'URT2	CONFORME	NON CONFORME	
PAS D'ETUDE D'IMPACT	Action menée à tracer dans l'URT2	Passer le 2ème niveau	
	PAS D'ETUDE D'IMPACT	CONFORME	NON CONFORME
		Ouvrir un nouveau flacon du niveau impacté et le repasser Puis suivre la CAT décrite en page 2 (Alarmes ? Calibration ? Calibrant ? Automate ?)	Suivre la CAT décrite en page 2 (Alarmes ? Calibration ? Calibrant ? Automate ?)

Quand 2 niveaux de contrôle sont passés simultanément

Règle 1-3ET / Règle 2-2ET / Règle 4-1ET = REJET sur au moins 1 niveau

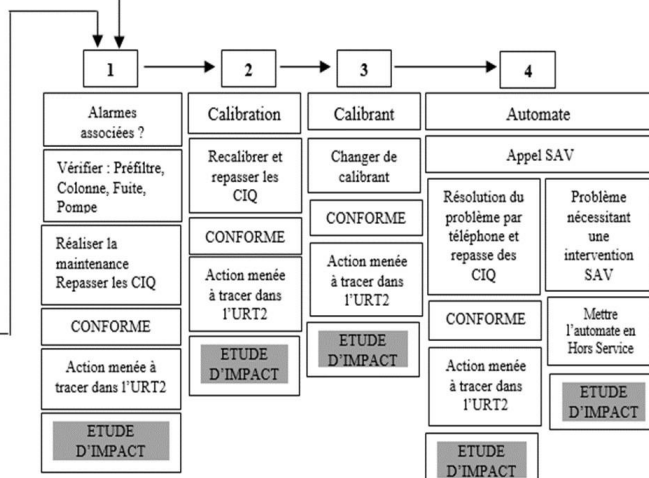
Après exclusion d'une erreur grossière (Cf page 1)
 Classes probables : erreur ponctuelle du système (pièces), mauvais harnais d'entretien

Causes probables : erreur ponctuelle du système (pipetage), mauvaise homogénéisation

Action : Repasser le(s) CIQ après inspection de(s) l'échantillon(s) et réhomogénéisation

CONFORME	NON CONFORME		
Validation des CIQ et démarrage possible	Jeter la(les) cupule(s) contenant le CIQ Dilution à refaire -Repasser le CIQ		
Action menée à tracer dans l'URT2	CONFORME	NON CONFORME	
PAS D'ETUDE D'IMPACT	Action menée à tracer dans l'URT2	Jeter la(les) cupule (s)contenant le CIQ ouvrir un nouveau flacon et le repasser	
	PAS D'ETUDE D'IMPACT	CONFORME	NON CONFORME
		Action menée à tracer dans l'URT2	
		PAS D'ETUDE D'IMPACT	

Règle 1-3ET / Règle 2-2ET / Règle 4-1ET = REJET sur 2 niveaux



DOCUMENT 14

Fiche de suivi d'une évaluation externe de qualité (EEQ)

Enregistrement : Date : _____ Référence de l'EEQ : _____ Automate : _____ N° Enregistrement : _____	
Reconstitution : Cf. DE-MU0-174 Modalités : _____ Date _____ Heure _____ Visa _____ Eau distillée lot _____ Pipette _____ Délai de passage à respecter : _____ Délai réel d'exécution après reconstitution : _____ Vérification par une 2 ^{ème} personne de la concordance entre les numéros de cycle et d'échantillon figurant sur l'enregistrement et ceux figurant sur le flacon d'EEQ : _____	
Résultat saisi (date + visa) : _____ Vérification de la saisie (date + visa) : _____ Vérification de l'intégrité des données (résultats bruts → Impression du compte-rendu) _____	
Date de réception réponse : _____ Exploitation par _____ Conclusion : ☐ Résultats conformes / pairs : $ z\text{-score} \leq 2$ ☐ Résultats non conformes / pairs : $ z\text{-score} \geq 3$ → FNC n° _____ ☐ Paramètres à surveiller : $2 < z\text{-score} < 3$ soit règle 1-2ET activée) ☐ Règle 2-2ET activée pour les paramètres ci-dessus ? (Inspection du retour précédent) ☐ Non ☐ Oui → FNC n° _____ Visa biologiste : _____	

Résultat de l'EEQ de l'échantillon 11 du mois de janvier pour le dosage d'HbA1c

Instrument: Tosoh G7/G8/G11 Series

Analyte	Unité	Résultat	Moyenne	Z-score	RMZ	Comparateur
✓ Hémoglobine A1c (NGSP)	%	7,7	7,70			Source : d'après document de laboratoire

Donnée : $Z\text{-score} = \frac{(X_{\text{labo}} - \text{Moyenne}_{\text{groupe de pairs}})}{ET_{\text{groupe de pairs}}}$

Source : d'après document du laboratoire.

Aucun document ou matériel autorisé.

DIAGNOSTIC DES INFECTIONS UROGÉNITALES ET SEXUELLEMENT TRANSMISSIBLES

Les centres gratuits d'information, de dépistage et de diagnostic (CeGIDD) des infections sexuellement transmissibles (IST) ont été mis en place à partir de janvier 2016 sur tout le territoire français. Les CeGIDD reçoivent les patients en consultation et effectuent les prélèvements sanguins et urogénitaux. Le sujet porte sur les cas de deux patients, Monsieur X et Madame Y.

1. Etude de cas : dépistage de gonococcie et de syphilis

Monsieur X, âgé de 33 ans, consulte au CeGIDD suite à un rapport sexuel non protégé. Lors de l'examen clinique, le médecin note « urétrite aiguë à écoulement purulent ». Un dépistage des IST est demandé avec suspicion de gonococcie.

1.1. Dépistage de gonococcie

Le prélèvement urétral de Monsieur X a été effectué avec le système de prélèvement et de transport ESwab® présenté sur le **document 1**. Le système ESwab® permet la conservation du prélèvement en l'état. Au plateau de microbiologie, la technicienne de laboratoire médical reçoit le prélèvement de Monsieur X, accompagné d'une demande d'examen bactériologique.

Q1. Établir le lien entre la composition du liquide de transport Amies ESwab® et la conservation du prélèvement sans prolifération microbienne. (C1)

Q2. Citer trois informations à vérifier pour s'assurer de la conformité du prélèvement. (C2)

La Haute Autorité de Santé (HAS) précise dans le rapport d'orientation de décembre 2010 que :

« (1) La microscopie, après coloration de Gram, présente un intérêt pour le diagnostic présomptif rapide de *Neisseria gonorrhoeae* chez l'homme, en cas d'urétrite aiguë purulente.

(2) Chez un individu symptomatique, la culture est la méthode de référence pour le diagnostic de *N. gonorrhoeae*. »

L'identification des colonies suspectes peut s'effectuer ensuite par spectrométrie de masse. La technicienne réalise une coloration de Gram sur le prélèvement urétral de Monsieur X.

Q3. Réaliser un schéma légendé d'un champ microscopique caractéristique observé en cas de diagnostic présomptif positif de gonococcie. (C1)

Un échantillon du prélèvement est ensuite mis en culture sur milieu BD Chocolate Agar dont des extraits de la fiche technique sont présentés dans le **document 2**.

Q4. Argumenter le choix du milieu BD Chocolate Agar et les recommandations d'utilisation en vue d'isoler *Neisseria gonorrhoeae*. (C4)

Dans le cadre du contrôle qualité interne de ce milieu, la technicienne de laboratoire médical prépare un inoculum étalonné à 0,5 Mac Farland, correspondant à 1 à $2 \cdot 10^8$ UFC·mL⁻¹, à partir d'une souche de *Neisseria gonorrhoeae* ATCC.

Q5. Établir un mode opératoire permettant de dénombrer 100 à 200 UFC par boîte de milieu BD Chocolate Agar, après étalement d'un volume de 0,1 mL de suspension. (C3)

Après identification de *Neisseria gonorrhoeae* dans le prélèvement de Monsieur X, des tests de sensibilité aux antibiotiques sont réalisés à l'aide de bandelettes Etest®. Les résultats de ces tests pour la souche de gonocoque isolée du prélèvement urétral de Monsieur X sont présentés sur le **document 3**. Un extrait du CASFM est reproduit sur le même document.

Q6. Interpréter les résultats des Etest®. (C3)

1.2. Dépistage de syphilis

Le dépistage de la syphilis repose sur deux catégories de tests : tréponémiques et non tréponémiques.

Un test de dépistage tréponémique (TT), détectant les anticorps dirigés contre les antigènes spécifiques de *Treponema pallidum* (TpN47, TpN17 et TpN15, etc.), est réalisé sur le sérum de Monsieur X. Le laboratoire met en œuvre une méthode avec détection par électrochimiluminescence ECLIA.

La fiche technique de l'automate COBAS Elecsys Syphilis est présentée dans le **document 4**.

Q7. Réaliser un schéma légendé de l'édifice moléculaire obtenu à la fin de la réaction dans le cas d'un résultat positif en utilisant les représentations schématiques présentées dans le **document 4**. (C1)

La technicienne effectue un étalonnage de l'automate COBAS Elecsys syphilis.

Q8. Indiquer une situation nécessitant la réalisation d'un étalonnage. (C2)

Q9. Représenter sous forme d'un logigramme le paragraphe « Interprétation des résultats » (C3)

Le test tréponémique étant positif pour Monsieur X, la technicienne réalise un test non tréponémique par la méthode RPR Nosticon® de BioMérieux présentée dans le **document 5**. Les tests non tréponémiques (TNT) détectent les anticorps dirigés contre des antigènes lipidiques de *Treponema pallidum*.

La technicienne commence par tester le réactif R1 avec R2. Elle obtient de larges amas de particules de charbon sur fond transparent. Puis, elle teste le réactif R1 avec R3. Elle obtient un aspect gris homogène.

Q10. Présenter l'intérêt de réaliser ces deux tests. Interpréter les résultats obtenus. (C2)

La technicienne réalise alors le titrage du sérum du patient sur plaque par test RPR semi-quantitatif en testant 9 dilutions sériques successives. Le titre en anticorps obtenu est de 64.

Q11. Schématiser l'aspect de la plaque lue par la technicienne. (C3)

Le logigramme pour le dépistage de la syphilis publié dans le Rémic (2022) est présenté dans le **document 6**. La technicienne alerte la biologiste.

Q12. Argumenter cette décision. (C4)

Le laboratoire participe régulièrement à des évaluations externes de la qualité (EEQ). Une société externe spécialisée dans le contrôle qualité envoie un sérum identifié 07J24 accompagné d'un contexte clinique « Prescription sérologique dans le cadre d'un bilan étendu d'une inflammation oculaire »

Q13. Rappeler l'objectif d'un EEQ. (C1)

Le **document 7** présente un extrait du rapport des résultats obtenus par l'ensemble des laboratoires soumis à cet EEQ, avec le sérum 07J24, attendu positif.

Q14. Argumenter la conformité de l'EEQ pour le laboratoire dans lequel Monsieur X effectue ses analyses. (C2)

2. Etude de cas : dépistage d'une infection vaginale associée à des lésions

Madame Y, âgée de 28 ans, consulte au CeGIDD suite à un rapport non protégé. Elle se plaint de douleurs vaginales. Lors de l'examen clinique le médecin note « leucorrhées malodorantes jaunâtres évoquant une vaginose bactérienne, lésions vésiculeuses sur la muqueuse vaginale ». Un dépistage d'infections génitales est demandé avec suspicion d'infection herpétique.

2.1. Dépistage de vaginose

La vaginose est due à un déséquilibre de la flore vaginale par prolifération de *Gardnerella vaginalis*. Le prélèvement vaginal de Madame Y a été réalisé et l'écouvillon a été placé dans un milieu de transport. Au plateau de microbiologie, le technicien réalise un frottis, procède à la coloration de Gram et à l'examen microscopique. La démarche à suivre pour le diagnostic de la vaginose à partir de cette coloration est présentée sur le **document 8**.

Les résultats de l'examen microscopique du frottis vaginal de Madame Y coloré au Gram sont présentés dans le **document 8**.

Q15. Établir le score pour le prélèvement de Madame Y et analyser l'ensemble des résultats. (C3)

Q16. Réaliser un dessin légendé d'un champ microscopique caractéristique correspondant aux résultats obtenus sur le frottis vaginal de Madame Y. (C1)

L'analyse se poursuit, en fonction des laboratoires, soit par la méthode MALDI-TOF, soit par la méthode PCR.

Méthode MALDI-TOF :

- Mise en culture de l'échantillon sur une gélose enrichie au sang et sélective pour *Gardnerella vaginalis*.

- Incubation 48h à 37°C en microaérobiose.
- Identification bactérienne par la spectrométrie de masse MALDI-TOF pour les colonies suspectes.

Méthode PCR :

- Extraction de l'ADN de l'échantillon.
- Technique d'amplification d'acides nucléiques ou PCR en temps réel utilisant des sondes marquées par des fluorochromes.

Q17. Établir un tableau comparatif de ces deux méthodes, selon les critères suivants principe de la méthode, un exemple de point critique, durée de l'analyse. (C4)

2.2. Dépistage d'une infection herpétique

Les virus herpès simplex de type 1 (HSV1) et de type 2 (HSV2) sont des virus à ADN double brin linéaire protégé par une capside icosaédrique entourée d'un tégument et enfin d'une enveloppe hérissée de glycoprotéines virales telles la GpD pour HSV1 et la GpG pour HSV2.

Le **document 9** présente le test PCR multiplex en temps réel, qualitatif et automatisé ELITE InGenius.

Q18. Établir la liste détaillée des différents composants présents du mélange réactionnel de la PCR et donner leur rôle respectif. (C3)

Avant le passage des échantillons des patients, le technicien réalise un contrôle négatif, un contrôle positif HSV1 et un contrôle positif HSV2. L'automate rend pour ces contrôles le résultat sous forme « APPROUVÉ » ou « ÉCHEC »

Q19. Indiquer une cause possible d'un résultat rendu « ÉCHEC » pour un contrôle positif. Préciser une action à réaliser par le technicien afin de remédier à un résultat « ÉCHEC ». (C2)

Le prélèvement vaginal de Madame Y a été analysé par l'automate ELITE InGenius. Le résultat est fourni dans le **document 9**.

Q20. Expliquer en quoi le contrôle interne permet la validation technique du résultat. (C2)

Q21. Rassembler l'ensemble des résultats de Madame Y. Argumenter l'intérêt d'informer ou non la biologiste. (C4)

LISTE DES DOCUMENTS

DOCUMENT	TITRE DU DOCUMENT
DOCUMENT 1	Extraits de la fiche technique du système de prélèvement et de transport ESwab®
DOCUMENT 2	Extraits de la fiche technique de la Gélose BD Chocolate Agar
DOCUMENT 3	Résultats des Etest® et extrait du CASFM
DOCUMENT 4	Extraits de la fiche technique ECLIA COBAS Elecsys syphilis et résultats sérologiques de Monsieur X
DOCUMENT 5	Extraits de la fiche technique RPR Nosticon® de BioMérieux
DOCUMENT 6	Logigramme pour le dépistage de la syphilis
DOCUMENT 7	Extrait des résultats de l'EEQ obtenus par l'ensemble des laboratoires participants
DOCUMENT 8	Détermination du score de Nugent-Krohn-Hillier à partir de l'examen microscopique d'un frottis vaginal coloré au Gram
DOCUMENT 9	Extraits de la fiche technique PCR ELITe InGenius Multiplex et résultats expérimentaux

DOCUMENT 1

Extraits de la fiche technique du système de prélèvement et de transport ESwab®

Le sachet de collecte ESwab® contient un tube étiqueté à fond conique avec bouchon à vis, rempli de 1 mL de milieu de transport liquide Amies ESwab® et un écouvillon de prélèvement standard. Le milieu Amies ESwab® prolonge la viabilité des bactéries de l'échantillon ; il peut être utilisé pour la conservation des antigènes bactériens, viraux ou des *Chlamydiae* et des acides nucléiques des échantillons sur écouvillon.

La recherche de bactéries fastidieuses comme *Neisseria gonorrhoeae* à partir de prélèvements sur écouvillon nécessite l'ensemencement de milieux de culture en boîtes de Petri. La procédure d'inoculation des échantillons ESwab® en boîtes de Petri utilise l'écouvillon standard comme une œse pour transférer l'échantillon du patient du milieu de transport ESwab® vers la surface de la boîte de culture pour effectuer une culture primaire. Les échantillons transportés avec le système ESwab® peuvent être transférés sur une lame de microscope pour le test de coloration de Gram.

Composition du liquide Amies ESwab® en g·L⁻¹

- Chlorure de sodium	3	
- Chlorure de potassium	0,2	
- Chlorure de calcium	0,1	
- Chlorure de magnésium	0,1	
- Phosphate disodique	1,15	
- Phosphate monopotassique	0,2	
- Thioglycolate de sodium	1	(agent réducteur)
- Eau déminéralisée	pH : 7,2 +/- 0,2 à 25°C	

Réalisation du frottis à partir du tube ESwab®

1. Prendre une lame de microscope propre, la placer sur une surface plane et délimiter une zone de 20 mm de diamètre à l'aide d'un stylo à pointe diamantée ou en verre pour marquer la position de l'inoculum.
2. Agiter le tube ESwab® pendant 5 secondes au vortex pour décharger l'écouvillon uniformément dans le milieu de transport liquide.
3. Dévisser le bouchon du tube ESwab® puis transférer environ 30 µL de milieu liquide sur la zone circulaire pré-marquée de 20 mm de diamètre.
4. Laisser sécher l'échantillon sur la lame à température ambiante ou mettre la lame dans un four de séchage électrique à une température non supérieure à 42°C.
5. Fixer l'échantillon sur la lame avec du méthanol. La fixation au méthanol est recommandée car elle prévient la rupture des globules rouges, évite les dommages aux cellules hôtes et permet d'obtenir un bruit de fond plus propre.
6. Pour réaliser la coloration de Gram, se conformer aux manuels de laboratoire.

Source : d'après la fiche technique Copan ESwab®.

DOCUMENT 2

Extraits de la fiche technique de la Gélose BD Chocolate Agar

Composition du milieu gélosé BD Chocolate Agar par litre d'eau purifiée

- Digestion pancréatique de caséine	7,5 g
- Bouillon peptoné sélectionné	7,5 g
- Amidon de maïs	1,0 g
- Phosphate dipotassique	4,0 g
- Phosphate monopotassique	1,0 g
- Chlorure de sodium	5,0 g
- Gélose	12 g
- Hémoglobine	10 g
- BD IsoVitaleX Enrichissement ⁽¹⁾	12 mL
- Pyridoxal	0,01 g
- Facteurs de croissance	0,5 g
pH 7,2+/-0,2	

⁽¹⁾ Composition du BD IsoVitaleX Enrichissement par litre

- Vitamine B12	0,01 g
- L-Glutamine	10 g
- Adénine	1 g
- Hydrochlorure de guanine	0,03 g
- Acide p-aminobenzoïque	0,013 g
- Nicotinamide-adénine-dinucléotide	0,25 g
- Pyrophosphate de thiamine	0,1 g
- Nitrate ferrique	0,02 g
- Hydroxychlorure de thiamine	0,003 g
- Hydrochlorure de cystéine	25,9 g
- L-Cystine	1,1 g
- Glucose	100 g

MÉTHODE

Prélèvement et transport des échantillons :

Les échantillons doivent être envoyés au laboratoire dès que possible, en milieu de transport. Ils doivent être analysés dans les 24 heures suivant le prélèvement. La température de transport optimale se situe entre 20°C et 25°C.

Mode opératoire :

Il est important, avant l'ensemencement, de mettre le milieu à l'étuve, afin d'amener sa température aux environs de 37°C. Ensemencer l'échantillon aussi rapidement que possible dès réception au laboratoire en faisant rouler l'écouvillon sur une petite partie de la gélose au niveau du bord de la boîte, puis strier la gélose à partir de cette zone ensemencée. Incuber les boîtes à 35°C ± 2°C, en atmosphère aérobie complémentée avec 5 % de dioxyde de carbone. Observer les résultats sur les boîtes après 18 à 24 heures d'incubation, puis de nouveau après 42 à 48 heures d'incubation.

Source : d'après BD Chocolate Agar (GC II Agar with BD IsoVitaleXTM).

DOCUMENT 3

Résultats des Etest® et extrait du CASFM

Résultats des Etest® réalisés avec la souche de gonocoque isolée
du prélèvement urétral de Monsieur X

Antibiotique	Concentration minimale inhibitrice (mg·L ⁻¹)
Céfixime	<0,016
Ceftriaxone	<0,016
Azithromycine	1,5
Ciprofloxacine	0,1
Gentamicine	4
Tétracycline	2

Extrait du CASFM 2025 (page 108)

Détermination de la CMI (suivre les recommandations du fabricant pour les méthodes commercialisées). Milieu de culture : gélose chocolat PolyViteX®. Inoculum : 0,5 McFarland. Incubation : ≈ 5 % CO ₂ , 35 ± 2 °C, 20 ± 4 h (44 ± 4 h si croissance insuffisante à J1). Lecture : en l'absence d'indication particulière, la CMI correspond à la concentration la plus faible pour laquelle la croissance bactérienne n'est plus visible.	Méthode par diffusion en milieu gélosé. Les diamètres critiques n'ont pas encore été établis pour <i>Neisseria gonorrhoeae</i> : utiliser une méthode permettant de déterminer les CMI.
--	---

Antibiotiques	Concentrations critiques (mg/L)			Notes Chiffres : commentaires généraux ou portant sur les concentrations critiques Lettres : commentaires portant sur les diamètres critiques
	S ≤	R >	ZIT	
Céfixime ¹	0,125	0,125		1. Les souches résistantes au céfixime ou à la ceftriaxone sont très rares. Vérifier le résultat ainsi que l'identification, et envoyer la souche à un laboratoire référent pour expertise si les résultats sont confirmés.
Ceftriaxone ¹	0,125	0,125		
Azithromycine	Note ²	Note ²		2. Pour l'azithromycine et la gentamicine, l'ECOFF permet de distinguer les souches sauvages (CMI ≤ 1 mg/L pour l'azithromycine et CMI ≤ 16 mg/L pour la gentamicine) de celles ayant acquis un mécanisme de résistance.
Ciprofloxacine	0,03	0,06		
Ofloxacine	0,125	0,25		3. Les concentrations critiques n'ont pas encore été établies pour la doxycycline, mais si la CMI de la tétracycline est ≤ 0,5 mg/L, les souches peuvent être catégorisées « sensibles » à la doxycycline.
Gentamicine [...]	Note ²	Note ²		
Tétracycline (dépistage) ³	0,5	0,5		

ECOFF : Concentration critique épidémiologique ou Epidemiological Cut-OFF.

Source : CASFM (Comité de l'antibiogramme société française de microbiologie) Juillet 2025.

Extraits de la fiche technique ECLIA COBAS Elecsys syphilis et résultats sérologiques de Monsieur X

Technique ECLIA COBAS Elecsys syphilis

Domaine d'utilisation

Test immunologique pour la détermination qualitative *in vitro* des anticorps totaux spécifiquement dirigés contre *Treponema pallidum* dans le sérum et le plasma humains.

Principe :

- 1^{ère} incubation : 10 µL d'échantillon sont mis en présence d'une solution contenant des antigènes recombinants spécifiques de *Treponema pallidum* biotinylés et des mêmes antigènes recombinants marqués au ruthénium.
- 2^e incubation : Les microparticules tapissées de streptavidine sont ajoutées dans la cuvette réactionnelle. Le complexe immun est fixé alors à la phase solide par une liaison streptavidine-biotine.
- Le mélange réactionnel est aspiré dans la cellule de mesure où les microparticules sont maintenues au niveau de la surface de l'électrode par un aimant. L'élimination de la fraction libre est effectuée par lavage dans le tampon. Une différence de potentiel appliquée à l'électrode déclenche la production de luminescence par le ruthénium. Elle est mesurée par un photomultiplicateur.
- Le logiciel détermine automatiquement les résultats en comparant le signal électrochimiluminescent avec la valeur seuil ayant été obtenue lors d'un étalonnage.

Réactifs :

- M : Microparticules tapissées de streptavidine.
- R1 : Antigène recombinant spécifique de *Treponema pallidum* biotinylé.
- R2 : Antigène recombinant spécifique de *Treponema pallidum* ruthénylé.
- Tampon pH 6.5.



Étalons :

- Syphilis Cal 1 : Étalon négatif : sérum humain non réactif pour *Treponema pallidum*.
- Syphilis Cal 2 : Étalon positif : sérum humain réactif pour *Treponema pallidum*.

Fréquence des étalonnages : effectuer un étalonnage pour tout changement de lot de réactif en utilisant les étalons Syphilis Cal1, Syphilis Cal2 et du réactif frais.

Domaine théorique des signaux d'électrochimiluminescence des étalons.

Étalon négatif (Syphilis Cal1) : 450-4000.

Étalon positif (Syphilis Cal2) : 22000-140000.

Exploitation des résultats :

L'analyseur calcule automatiquement la valeur seuil à partir des mesures de Syphilis Cal1 et Syphilis Cal2.

Le résultat est présenté comme « réactif » ou « non réactif » ou sous forme de rapport échantillon/seuil (rapport E/S).

Interprétation des résultats :

Les échantillons dont le rapport E/S est $< 1,00$ sont « non réactifs » dans le test Elecsys Syphilis. Ils sont considérés comme négatifs pour les anticorps spécifiques de la syphilis et ne nécessitent pas de nouvelle analyse.

Les échantillons dont le rapport E/S est $\geq 1,00$ sont considérés comme « réactifs » dans le test Elecsys Syphilis.

Tous les échantillons initialement réactifs doivent être analysés à nouveau avec le test Elecsys Syphilis. Si le rapport E/S est $< 1,00$ dans les deux nouveaux cas, les échantillons sont considérés comme négatifs pour les anticorps spécifiques de la syphilis.

Les échantillons initialement réactifs dont le rapport E/S est $\geq 1,00$ dans l'une des deux redéterminations sont considérés comme réactifs.

Source : d'après la fiche technique de COBAS Elecsys syphilis.

Extraits de la fiche technique RPR Nosticon® de BioMérieux

Domaine d'utilisation :

Test non tréponémique par agglutination macroscopique sur carte, pour la détermination qualitative et semi quantitative des anticorps non spécifiques de *Treponema pallidum* mais associés à la syphilis.

Matériel et réactifs :

R1 RPR Antigen : Particules de charbon sensibilisées avec des antigènes de cardiolipide, de lécithine et du cholestérol, diluées en tampon phosphate.

R2 Positive control : Sérum humain contenant des anticorps dirigés contre T.pallidum, négatif en Ag HBs, anti-VIH1/2 et anti-VHC dilué en tampon phosphate.

R3 Negative control : Sérum de lapin dilué en tampon phosphate. Cartes de test

Mode opératoire :

Test qualitatif

1. Placer 50 µL d'échantillon (sérum ou plasma) ou de contrôle dans un cercle sur la carte de test.
2. Étaler régulièrement l'échantillon et les contrôles sur la surface du cercle sur la carte.
3. Agiter le flacon de R1 RPR Antigen pour bien l'homogénéiser, juste avant de l'utiliser afin d'éviter la sédimentation.
4. En maintenant verticalement le flacon compte-goutte au-dessus de l'échantillon, distribuer sur le cercle une seule goutte d'antigène.
5. Placer la carte sur un agitateur de cartes et agiter à 100 t/min pendant 8 minutes.
6. Lire immédiatement et interpréter visuellement les résultats sous un bon éclairage.

Test semi-quantitatif

1. Préparer des dilutions de raison 2 en solution saline (0,9 %) à partir de l'échantillon non dilué jusqu'à la dilution au 1/512.
 2. Déposer 50 µL de chaque dilution et contrôler dans des cercles distincts sur la carte de test.
 3. Étaler régulièrement chaque dilution sur tout le cercle.
 4. Continuer comme pour le test qualitatif à partir de l'étape 3.
- Le titre de l'échantillon sera exprimé en inverse de la plus haute dilution pour laquelle on aura constaté une agrégation des particules de charbon.

Interprétation des résultats :

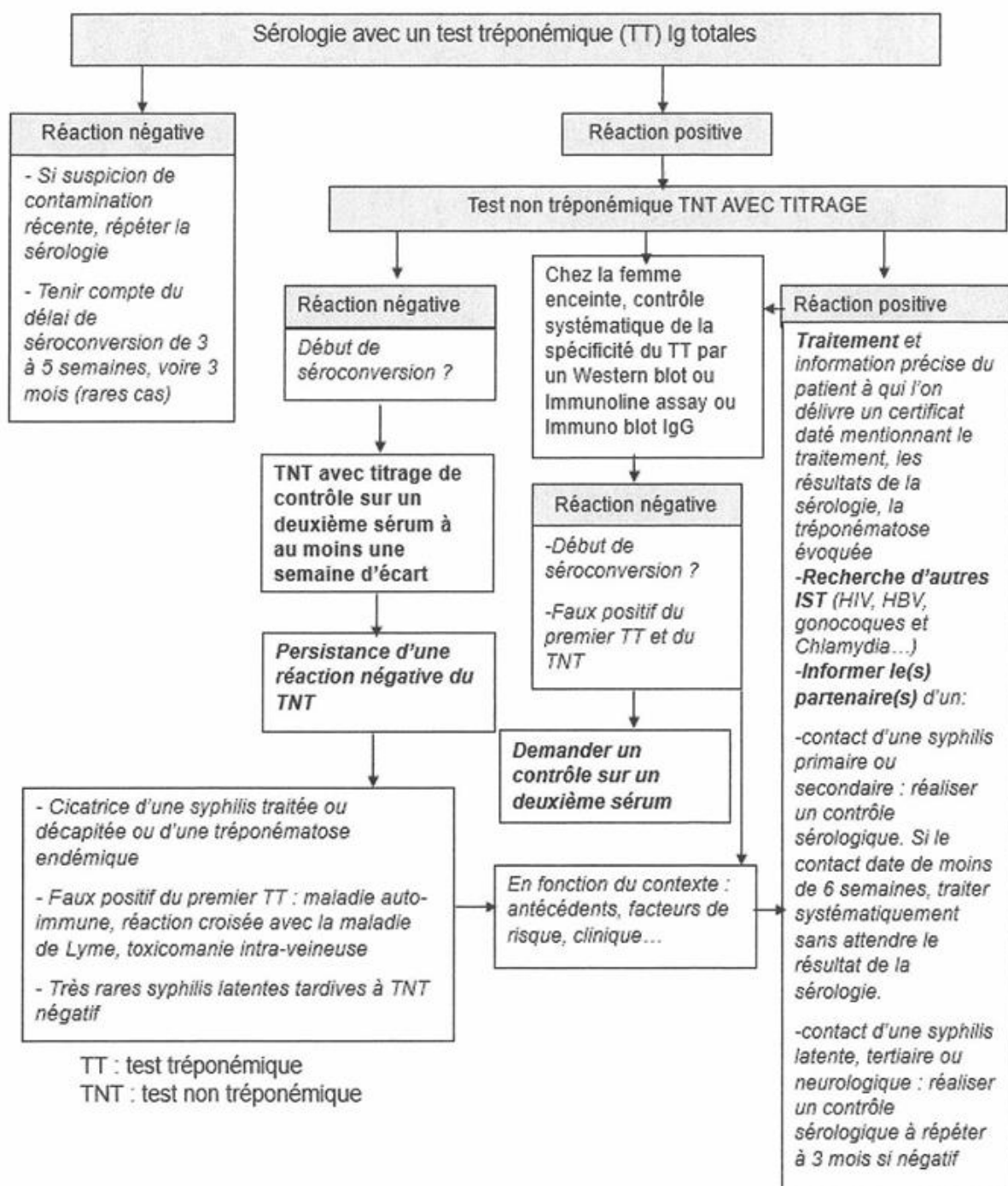
Réactif : Grandes amas de particules de charbon sur fond transparent.

Non-Réactif : Aspect gris homogène.

Seuil de positivité : 16

Les échantillons réactifs seront interprétés comme positifs et devront être soumis à d'autres tests (étant donnée la non-spécificité des anticorps détectés) afin de déterminer la présence ou l'absence d'anticorps anti-tréponémiques spécifiques.

Logigramme pour le dépistage de la syphilis



Source : d'après le Rémic 2022

DOCUMENT 7

Extrait des résultats de l'EEQ obtenus par l'ensemble des laboratoires participants

Sérologie de la syphilis sur le sérum 07J24

Technique	Codage	N	Pos	Neg	Dout	Positif (%)	Négatif (%)	Douteux (%)
ABBOTT - ARCHITECT / ALINITY Syphilis TP	MG	37	36	1	0	97,3 %	2,7 %	
BIO-RAD - BioPlex 2200 - Syphilis total & RPR	PC	2	2	0	0	100,0 %		
CYPRESS DIAGNOSTICS - TPHA	FN11	1	1	0	0	100,0 %		
DIASORIN - LIAISON	QA	9	9	0	0	100,0 %		
DIA.PRO DIAGNOSTIC - Syphilis AB Version ULTRA (SIABULTRA.CE	DP	1	1	0	0	100,0 %		
ORTHO - VITROS TPA	DO	6	6	0	0	100,0 %		
COBAS ELECSYS Syphilis	QA	43	43	0	0	100,0 %		
ROCHE - TPLA	OT	7	7	0	0	100,0 %		
SIEMENS - ADVIA Centaur	HE	3	3	0	0	100,0 %		
SIEMENS - ATELICA IM	HF	10	10	0	0	100,0 %		
SIEMENS - IMMULITE 2000	HD	1	1	0	0	100,0 %		
SENTINEL DIAGNOSTIC - Syphilis TP Latex	SQ	1	1	0	0	100,0 %		
VOXTUR BIO LTD - Syphilis antibody Test	VO	1	1	0	0	100,0 %		

N : nombre de résultats.

Pos : résultat positif.

Nég : résultat négatif.

Dout : résultat douteux.

Source : ProBioQual.

DOCUMENT 8

Détermination du score de Nugent-Krohn-Hillier à partir de l'examen microscopique d'un frottis vaginal coloré au Gram

Score de Nugent-Krohn-Hillier

Après avoir Choisi au grossissement X100 une zone riche en bactéries, le score sera établi sur 10 champs microscopiques au grossissement X1000 en établissant une moyenne.

Le score n'est pas réalisable et inutile dans les deux cas suivants :

- densité bactérienne trop faible ;
- présence d'un seul morphotype différent de ceux recherchés dans le calcul du score.

Étape 1 : déterminer trois sous scores, un pour chacun des trois morphotypes bactériens.

Sous score	Morphotype <i>Lactobacillus</i> Nombre de bacilles à Gram positif par champ	Morphotype <i>Gardnerella vaginalis</i> Nombre de petits bacilles à Gram négatif ou Gram positif par champ	Morphotype <i>Mobiluncus</i> spp Nombre de bacilles incurvés à Gram variable par champ
0	>30	0	0
1	5 - 30	<1	1 - 5
2	1 - 4	1 - 4	>5
3	<1	5 - 30	<del> </del>
4	0	>30	<del> </del>

En cas de vaginose

- Le morphotype *Gardnerella vaginalis* adhère fréquemment et abondamment aux cellules de l'épithélium vaginal.
- Le frottis n'est pas inflammatoire.

Étape 2 : Calcul du score et interprétation

Score = somme des sous scores	Interprétation
de 0 à 3	Flore normale
de 4 à 6	Flore intermédiaire, rarement observée
de 7 à 10	Flore de Vaginose

Source : <https://microbiologiemedicale.fr/diagnostic-infections-vaginales/> le 07/02/2024 - 13:23.

Résultats de l'examen microscopique du frottis vaginal (comptage sur 10 champs) de Madame Y coloré au Gram et observé au grossissement X1000

Leucocytes	quelques
Cellules épithéliales	nombreuses
Nombre moyen d'unités comptées par champ microscopique	- 0,5 morphotypes <i>Lactobacillus</i> - 35 morphotypes <i>Gardnerella vaginalis</i> - 0 morphotype <i>Mobiluncus</i> spp

Extraits de la fiche technique PCR ELITe InGenius® Multiplex et résultats expérimentaux

Principe du test PCR ELITe InGenius® Multiplex :

L'ADN extrait des échantillons est amplifié par PCR, lors de la phase d'hybridation, les amorces d'amplification et les sondes ELITe MGB® de quantification s'hybrident spécifiquement en même temps. La fluorescence des sondes spécifiques MGB « Minor Groove Binder » n'est mesurable que lorsque la sonde est hybridée.

Les amplifications sont spécifiques des cibles suivantes

- gène codant la glycoprotéine D pour HSV1, détecté par la sonde spécifique marquée par le fluorophore AP593,
- gène codant la glycoprotéine G pour HSV2, détecté par la sonde spécifique marquée par le fluorophore FAM,
- séquence artificielle IC2 pour le contrôle interne, détectée par la sonde spécifique marquée par le fluorophore AP525.

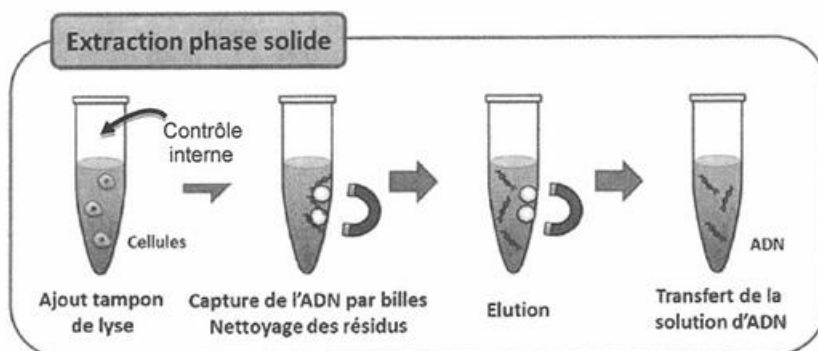
Réactifs :

- Mélange réactionnel PCR : mélange d'amorces, de nucléotides, de sondes et d'ADN polymérase thermostable.
- Contrôle négatif : eau sans DNase et RNase conservée à -20°C.
- Contrôle positif HSV1 : ADN plasmidique contenant la région du gène codant pour la glycoprotéine D (GpD) d'HSV1.
- Contrôle positif HSV 2 : ADN plasmidique contenant la région du gène codant pour la glycoprotéine G (GpG) de HSV2.
- Contrôle interne : phage M13 recombinant avec la séquence artificielle IC2 clonée dans le génome du phage. Le contrôle interne est ajouté au tampon de lyse.
- Tampon de dilution.

Les contrôles positifs et contrôle interne doivent être conservés à -20°C et peuvent être congelés et décongelés au maximum cinq fois.

Préparation de l'échantillon :

Les étapes d'extraction des acides nucléiques par phase solide-liquide sur billes magnétiques sont représentées ci-dessous. Les cellules sont lysées en tampon de lyse auquel est ajouté le contrôle interne. L'ADN est extrait par fixation sur des billes magnétiques recouvertes de silice. Les acides nucléiques sont ensuite élués.



DOCUMENT 9 (2/2)

Règles d'interprétation données par l'automate ELiTe InGenius® pour chaque échantillon :

Résultat de l'analyse de l'échantillon			Interprétation
Résultat pour le HSV1	Résultat pour le HSV2	Résultat pour le contrôle interne (phage M13)	
HSV1 : ADN non détecté ou inférieur à la LoD	HSV2 : ADN non détecté ou inférieur à la LoD	Détecté	Test valide HSV1 – HSV2 -
HSV1 : ADN non détecté ou inférieur à la LoD	HSV2 : ADN détecté	Détecté	Test valide HSV1 - HSV2 +
HSV1 : ADN détecté	HSV2 : ADN non détecté ou inférieur à la LoD	Détecté	Test valide HSV1 + HSV2 -
HSV1 : ADN détecté	HSV2 : ADN détecté	Détecté	Test valide HSV1 + HSV2 +.
/	/	Non détecté	Test non valide Pas de rendu de résultat

LoD : limite de détection ou Limit of Detection.

Source : d'après la fiche technique HSV 1&2 ELiTe MGB® Kit.

Résultats donnés par l'automate ELiTe InGenius® pour Madame Y :

CQI conformes

Résultat de l'analyse de Madame Y		
Résultat pour le HSV1	Résultat pour le HSV2	Résultat pour le contrôle interne (phage M13)
HSV1 : ADN non détecté ou inférieur à la LoD	HSV2 : ADN non détecté ou inférieur à la LoD	Détecté

LoD : limite de détection ou Limit of Detection.

E43 Hématologie, Anatomopathologie, Immunologie

2026

Durée : 2 heures Coefficient 2

Aucun document ou matériel autorisé.

LE PURPURA THROMBOPÉNIQUE IMMUNOLOGIQUE

Le Purpura Thrombopénique Immunologique (PTI) est une pathologie auto-immune causée par la production d'auto-anticorps dirigés contre des protéines membranaires exprimées par les plaquettes. Il se caractérise par des hémorragies d'importance variable.

1. Diagnostic

En 2021, un homme de 52 ans se présente aux urgences avec des hémorragies cutanéomuqueuses : un saignement de nez permanent, de nombreuses pétéchies¹ sur les membres et la présence de bulles hémorragiques dans la bouche.

1.1. Hémogramme

Les résultats partiels de l'hémogramme réalisé en urgence sur du sang total prélevé sur acide éthylène diamine tétra-acétique (EDTA) sont indiqués dans le **document 1**.

Q1. Interpréter les résultats de l'hémogramme fourni. (C3)

Le compte rendu mentionne qu'une recherche complémentaire de caillots et d'amas plaquettaires a été réalisée sur le prélèvement.

Q2. Décrire succinctement une technique de recherche des amas plaquettaires au laboratoire. (C1)

Q3. Expliquer l'importance de réaliser ces deux analyses complémentaires. (C1)

Q4. Exploiter les résultats obtenus et préciser la conduite à tenir par la technicienne au laboratoire médical. (C2)

En cas de présence d'amas plaquettaires dans l'échantillon sanguin initial, une numération plaquettaire complémentaire est réalisée sur un autre prélèvement sanguin.

Q5. Argumenter la nécessité d'utiliser le citrate de sodium comme anticoagulant pour ce second prélèvement. (C1)

¹ Petites taches apparaissant sur la peau à la suite d'une hémorragie cutanée.

1.2. Hémostase

Un bilan d'hémostase est réalisé. Les résultats des examens de première intention sont fournis dans le **document 1**.

Q6. Interpréter les résultats du bilan d'hémostase et indiquer, en argumentant la réponse, s'il est nécessaire de solliciter la biologiste. (C3)

1.3. Myélogramme

Le médecin demande un myélogramme en examen complémentaire. Les résultats partiels sont donnés dans le **document 2**.

Q7. Analyser les résultats du myélogramme. (C3)

1.4. Recherche d'anticorps anti-plaquettaires

Une recherche d'anticorps dirigés contre les protéines plaquettaires par la technique MAIPA (*Monoclonal Antibody Immobilization Platelet Antigen*) est mise en œuvre pour permettre au médecin de diagnostiquer un purpura thrombopénique immunologique (PTI) chez ce patient.

Le résultat du test MAIPA de la personne prise en soin est positif.

Q8. Rassembler les résultats informatifs à transmettre à la biologiste pour lui permettre de poser le diagnostic. (C4)

Le laboratoire souhaite comparer la performance clinique de la technique MAIPA avec celle d'une nouvelle technique alternative de recherche des anticorps anti-plaquettaires, plus rapide et plus simple. Pour cela, une étude comparative est effectuée.

La procédure et les résultats de cette étude sont présentés dans le **document 3**.

Q9. Donner le nombre de faux positifs et de faux négatifs pour la méthode MAIPA. (C2)

Q10. Établir l'équation aux valeurs numériques de la sensibilité et de la spécificité diagnostique de la technique MAIPA. (C3)

Q11. Expliquer les notions de sensibilité et de spécificité diagnostiques pour une méthode qualitative. (C2)

Q12. Comparer les performances des deux méthodes en s'appuyant sur le maximum de critères. (C4)

2. Traitements thérapeutiques

Le diagnostic de purpura thrombopénique immunologique (PTI) a été établi chez le patient. Suite à l'échec des traitements de première ligne, le patient a subi une ablation de la rate ou splénectomie. Afin de contrôler l'effet de l'ablation de la rate, un hémogramme est réalisé le mois suivant.

L'automate émet une alarme sur la numération des thrombocytes qui s'élève à $600 \cdot 10^9 \cdot L^{-1}$. Cette alarme conduit à la réalisation, par un étaleur-colorateur automatisé, d'un frottis sanguin coloré par la méthode May-Grünwald-Giemsa (MGG).

Un cliché du frottis coloré est présenté dans le **document 4**.

Q13. Réaliser la validation technique de la numération des thrombocytes, à partir de l'observation du frottis sanguin. (C2)

Un traitement par rituximab est alors prescrit au patient. Le rituximab est un anticorps monoclonal dirigé contre la molécule CD20 présente à la surface de certains lymphocytes.

Deux mécanismes d'action du rituximab sont illustrés dans le **document 5**.

Q14. En déduire le but de ce traitement dans le contexte clinique. (C4)

L'efficacité du traitement peut être évaluée par immunophénotypage des lymphocytes. Le **document 6** présente les principaux marqueurs membranaires des lymphocytes B et des lymphocytes T. Le **document 7** présente les résultats de l'immunophénotypage des lymphocytes sanguins, obtenus avant et après un mois de traitement du patient par rituximab.

Q15. Identifier les lymphocytes présents dans les zones A et B en expliquant la démarche suivie. (C3)

Q16. Montrer, à l'aide des résultats de l'immunophénotypage, que le traitement par rituximab est efficace sur le purpura thrombopénique immunologique (PTI). (C3)

3. Suivi du patient

Les patients splénectomisés et immunodéprimés sont particulièrement sensibles aux infections. Dans ce contexte, des dosages réguliers de la protéine C-réactive (CRP), marqueur de l'inflammation, sont prescrits.

Des extraits de la fiche technique du dosage de la CRP par l'analyseur Beckman Coulter AU sont présentés dans le **document 8**.

Q17. Réaliser le schéma de l'édifice moléculaire présent dans la cuve lors de l'étape finale du dosage de la protéine C-réactive par méthode immunoturbidimétrique. (C1)

Q18. Argumenter les recommandations techniques à respecter lors de l'ouverture d'un nouveau flacon de réactif R2. (C2)

Un bilan biochimique est réalisé sur analyseur Beckman Coulter en 2025 chez le patient, les résultats sont présentés dans le **document 9**.

Q19. Vérifier la conformité pré-analytique des échantillons. (C2)

Q20. Analyser les résultats du patient. (C3)

LISTE DES DOCUMENTS

DOCUMENT	TITRE DU DOCUMENT
DOCUMENT 1	Résultats partiels du bilan sanguin du patient
DOCUMENT 2	Résultats partiels du myélogramme du patient
DOCUMENT 3	Étude comparative de la technique MAIPA et d'une nouvelle technique alternative
DOCUMENT 4	Frottis sanguin coloré au MGG observable après splénectomie
DOCUMENT 5	Mode d'action du rituximab
DOCUMENT 6	Principaux marqueurs membranaires des LB et LT
DOCUMENT 7	Mise en évidence des populations lymphocytaires par immunophénotypage
DOCUMENT 8	Dosage de la protéine C-réactive par méthode immunoturbidimétrique
DOCUMENT 9	Résultats partiels du bilan biochimique du patient

DOCUMENT 1

Résultats partiels du bilan sanguin du patient

ID prélèvement : xxxxxxxxxx

Date de prélèvement : 28/05/2021 - 16:30

ID patient : xxxxxxxxxx

Date de naissance : 08/01/1969

CIQ : conformes

Paramètres	Valeurs de l'échantillon patient	Valeurs de référence
Hémogramme <i>Obtenu sur Beckman Coulter MAXM en 2021</i>		
Hématies	$5,1 \cdot 10^{12} \cdot L^{-1}$	$4,3 - 6 \cdot 10^{12} \cdot L^{-1}$
Hémoglobine	$156 g \cdot L^{-1}$	$130 - 170 g \cdot L^{-1}$
Hématocrite	$0,45 L \cdot L^{-1}$	$0,40 - 0,54 L \cdot L^{-1}$
VGM	87,1 fL	82 - 98 fL
TCMH	30,3 pg	≥ 27 pg
CCMH	$347 g \cdot L^{-1}$	$320 - 360 g \cdot L^{-1}$
Plaquettes	$2 \cdot 10^9 \cdot L^{-1}$	$150 - 450 \cdot 10^9 \cdot L^{-1}$
Leucocytes	$7,6 \cdot 10^9 \cdot L^{-1}$	$4,0 - 10,0 \cdot 10^9 \cdot L^{-1}$
G. neutrophiles	$5,1 \cdot 10^9 \cdot L^{-1}$	$1,5 - 7,0 \cdot 10^9 \cdot L^{-1}$
G. éosinophiles	$0,05 \cdot 10^9 \cdot L^{-1}$	$\leq 0,5 \cdot 10^9 \cdot L^{-1}$
G. basophiles	$0,02 \cdot 10^9 \cdot L^{-1}$	$\leq 0,1 \cdot 10^9 \cdot L^{-1}$
Lymphocytes	$1,6 \cdot 10^9 \cdot L^{-1}$	$1,0 - 4,0 \cdot 10^9 \cdot L^{-1}$
Monocytes	$0,9 \cdot 10^9 \cdot L^{-1}$	$0,2 - 1,0 \cdot 10^9 \cdot L^{-1}$
ALARME : PLT		
Recherche de caillot : négative. Recherche d'amas plaquettaire : négative.		
Hémostase <i>Obtenu sur STA Compact® en 2021</i>		
PFA-100 <i>Test d'occlusion plaquettaire</i>	220 s	< 170 s
Temps de Quick <i>Méthode chronométrique Néoplastine CI Plus Stago</i> Pourcentage d'activité prothrombinique (TP)	13,8 s 93 %	10 - 18 s Témoin : 13,6 s 70 - 100 %
Temps céphaline + activateur <i>Méthode chronométrique APTT Organon Teknica</i> Ratio TCA M/T:	34 s 1,05	Témoin : 33 s 0,8 - 1,2

Source : d'après Laboratoire de biologie médicale – CHRU.

DOCUMENT 2**Résultats partiels du myélogramme du patient**

ID prélèvement : xxxxxxxxxxxx

Date de prélèvement : 30/05/2021 - 15:12

ID patient : xxxxxxxxxxxx

Date de naissance : 08/01/1969

Paramètres	Valeurs de l'échantillon-patient	Valeurs de référence
Richesse en cellules nucléées	4+	3+
Hémoblastes	0 %	< 1 %
Total série granulocytaire	61 %	35 – 75 %
Total série érythroblastique	27 %	12 – 35 %
Monocytes	3 %	1 – 6 %
Mégacaryocytes	Nombreux	Présence
Lymphocytes	8 %	3 – 18 %
Plasmocytes	1 %	0 – 2 %
Rapport G/E	À estimer	2 – 4

Source : d'après Laboratoire de biologie médicale – CHRU.

Étude comparative de la technique MAIPA et d'une nouvelle technique alternative

Le test MAIPA et la nouvelle technique alternative, plus rapide et plus simple, sont des dispositifs médicaux de diagnostic *in vitro* qualitatif destinés à un usage professionnel en laboratoire pour la détection et l'identification d'anticorps antiplaquettaires dans des échantillons de sérum et de plasma.

Dans une étude comparative, un panel d'échantillons a été analysé simultanément avec le test MAIPA et avec la méthode alternative.

Le panel d'échantillons comprenait 30 échantillons positifs contenant des anticorps antiplaquettaires et 210 échantillons négatifs.

MAIPA	Échantillons positifs (30)	Échantillons négatifs (210)
Résultats positifs	29	3
Résultats négatifs	1	207
Total	30	210

Méthode alternative	Échantillons positifs (30)	Échantillons négatifs (210)
Résultats positifs	29	11
Résultats négatifs	1	199
Total	30	210

	MAIPA (Méthode de référence)	Méthode alternative (Méthode testée)
Sensibilité (efficacité) diagnostique	96,7 %	96,7 %
Spécificité diagnostique	98,6 %	94,8 %

VP : vrai positif, FP : faux positif, VN : vrai négatif, FN : faux négatif

$$\text{Sensibilité (efficacité) diagnostique en \%} = \frac{VP}{VP+FN} \times 100$$

$$\text{Spécificité diagnostique en \%} = \frac{VN}{VN+FP} \times 100$$

Source : adapté d'après la fiche technique Advanced Practical Diagnostics, MAIPA Assay 480T.

DOCUMENT 4

Frottis sanguin coloré au MGG observable après splénectomie

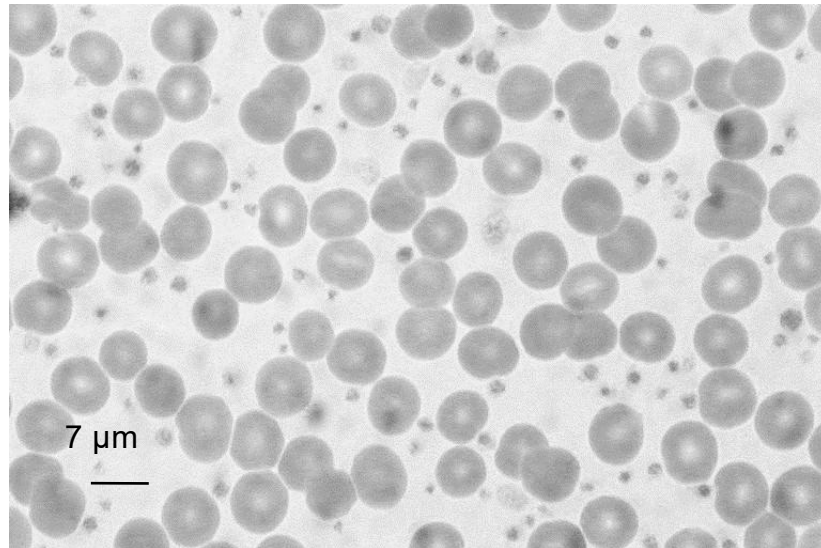
ID prélèvement : xxxxxxxxxxxx

ID patient : xxxxxxxxxxxx

CIQ : conformes

Date de prélèvement : 13/02/2022 - 07:45

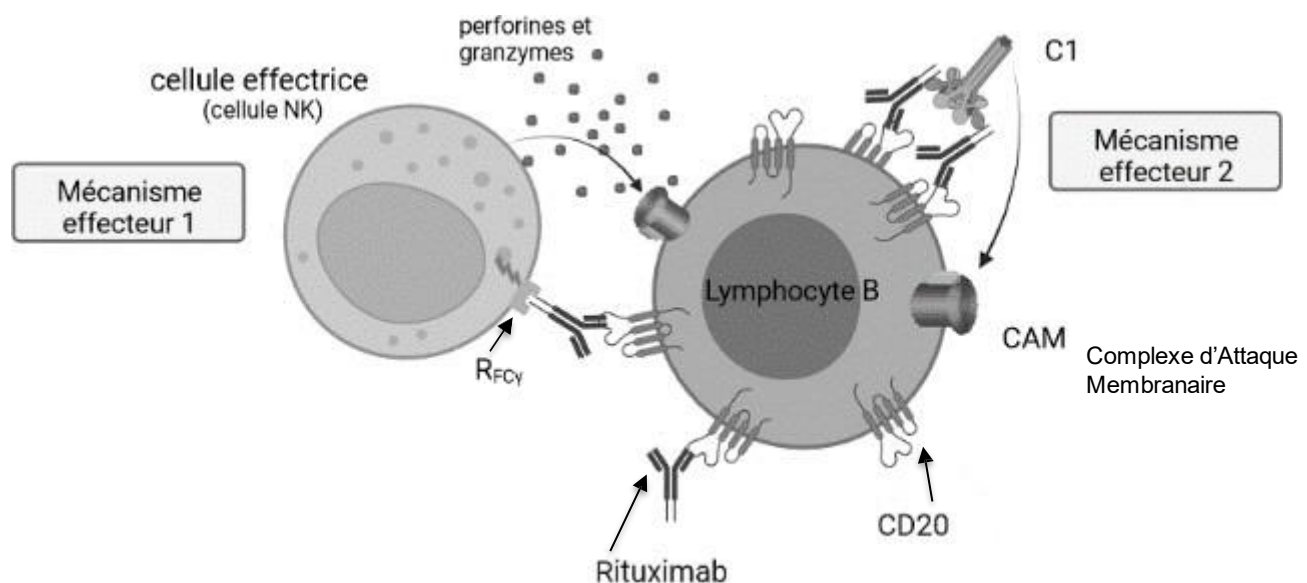
Date de naissance : 08/01/1969



Source : d'après Swiss Medical forum.

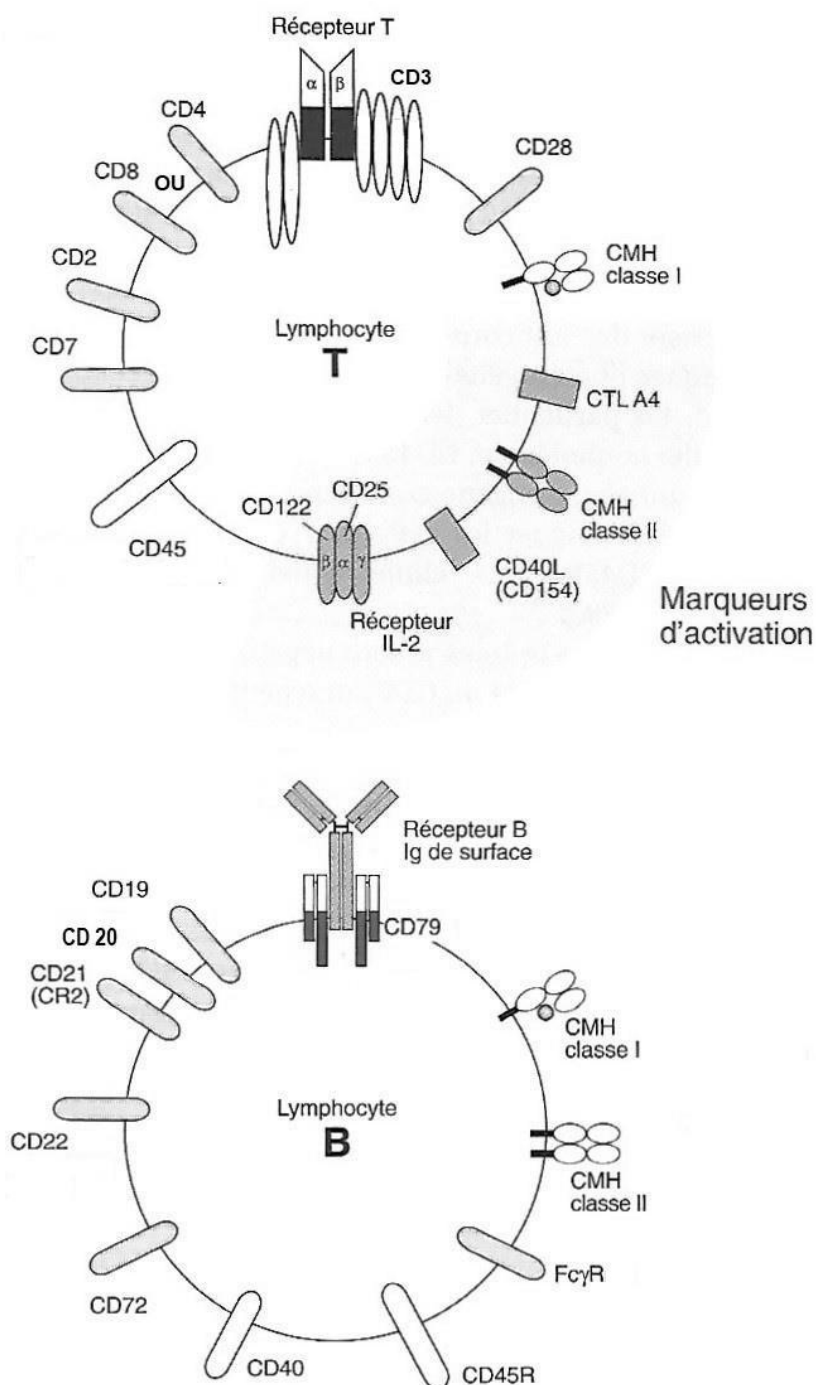
DOCUMENT 5

Mode d'action du rituximab



DOCUMENT 6

Principaux marqueurs membranaires des LB et LT



DOCUMENT 7

Mise en évidence des populations lymphocytaires par immunophénotypage

ID prélèvement : xxxxxxxxxxxx

ID patient : xxxxxxxxxxxx

Date de naissance : 08/01/1969

Échantillon : sang périphérique prélevé sur E.D.T.A.

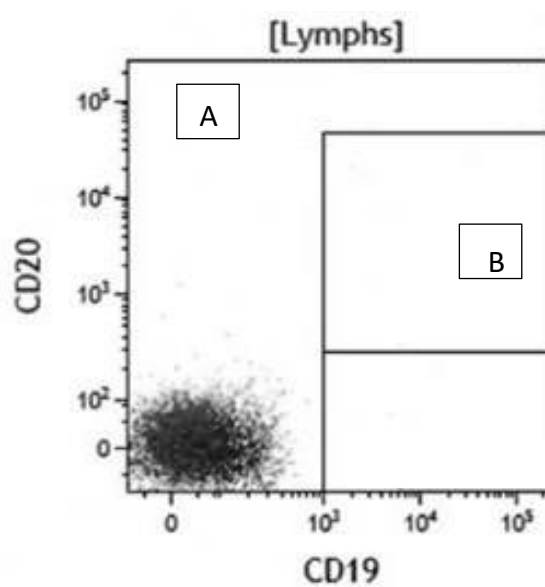
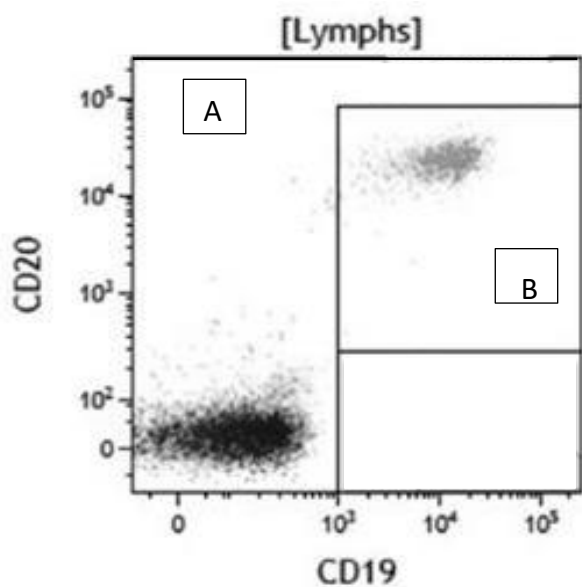
Réactifs : anticorps monoclonal anti-CD19 et anticorps monoclonal anti-CD20 marqués par deux fluorochromes différents.

Mode d'analyse : cytométrie en flux.

CIQ : conformes

Avant traitement par rituximab

Après 1 mois de traitement par rituximab



Source : adaptée de Kim LE, rituximab immunotherapy, International Clinical Cytometry Society.

Dosage de la protéine C-réactive par méthode immunoturbidimétrique

Source : adaptée de la fiche technique Beckman Coulter CRP Latex.

1. PRÉSENTATION DU KIT

UTILISATION

Test d'immunoturbidimétrie pour la détermination quantitative de la protéine C-réactive (CRP) dans le sérum et le plasma humain sur les analyseurs Beckman Coulter AU.

Pour diagnostic *in vitro* uniquement. L'application normale sert à la détection et l'évaluation des infections, lésions des tissus, troubles inflammatoires et maladies associées.

GÉNÉRALITÉS

La protéine C-réactive (CRP) est l'un des marqueurs les plus sensibles des phases aiguës de l'inflammation.

Le réactif Beckman Coulter System CRP Latex permet de détecter la CRP à de très faibles concentrations. Cependant, compte tenu de l'absence de spécificité de la CRP et des larges variations entre individus, l'interprétation du taux de CRP doit être prudente et doit généralement être associée aux taux de CRP dosés antérieurement ou à d'autres marqueurs.

PRINCIPE

Lorsqu'un échantillon est mélangé avec le tampon R1 et la suspension de latex R2, la CRP réagit spécifiquement avec les anticorps anti-CRP humaine appliqués sur les particules de latex pour donner des agglomérats insolubles. La mesure de la transmittance de l'échantillon est proportionnelle à la concentration en CRP dans l'échantillon.

2. RÉACTIFS

COMPOSITION DES RÉACTIFS

- | | |
|---|--------------------------|
| • R1 : Tampon glycine | 100 mmol·L ⁻¹ |
| • R2 : Latex sensibilisé par des anticorps anti-CRP | < 0,5 % poids/vol. |
| Agent conservateur | < 0,1 % poids/vol. |

PRÉPARATION DU RÉACTIF

Le réactif R1 est prêt à l'emploi et peut être placé directement dans l'appareil.

Le réactif R2 doit être mélangé en retournant 5 à 10 fois le flacon, avant de le placer dans l'automate, puis être mélangé une fois par semaine.

AVERTISSEMENTS ET PRÉCAUTIONS

Prendre les précautions d'usage nécessaires lors du maniement de tout réactif en laboratoire. Mettre au rebut tous les déchets conformément aux réglementations locales.

Le réactif R2 contient des matières d'origine animale. Ce produit doit être considéré comme potentiellement capable de transmettre des maladies infectieuses.

CONSERVATION ET STABILITÉ DU RÉACTIF

Non ouverts et conservés entre 2 et 8 °C, les réactifs sont stables jusqu'à la date de péremption mentionnée. Une fois dans l'appareil, les réactifs ouverts sont stables pendant 90 jours.

3. REMARQUES RELATIVES À LA PROCÉDURE

LIMITES

Les paramètres de prévention de la contamination de l'échantillon doivent être programmés sur les instruments AU5800/480/680 et DxC 700 AU.

Les échantillons présentant des caractéristiques visuelles particulièrement anormales (turbidité) peuvent générer des résultats atypiques.

INTERFÉRENCES

Certaines molécules sériques en concentration trop élevée faussent les résultats du dosage de la protéine C-réactive.

Les études conduites pour évaluer la sensibilité aux interférences des tests CRP Latex ont donné les résultats suivants :

- Ictère : Interférence négligeable jusqu'à $40 \text{ mg} \cdot \text{dL}^{-1}$ ou $684 \text{ } \mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ de bilirubine totale.
- Hémolyse : Interférence négligeable jusqu'à $5 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ d'hémoglobine sérique.
- Lipidémie : Interférence négligeable jusqu'à $1\,000 \text{ mg} \cdot \text{dL}^{-1}$ de lipides sériques.

DOCUMENT 9

Résultats partiels du bilan biochimique du patient

ID prélèvement : xxxxxxxxxx

Date de prélèvement : 14/01/2025 -14:15

ID patient : xxxxxxxxxx

Date de naissance : 08/01/1969

CIQ : conformes

Aspect du sérum :

Hémolyse Absence

Ictère +

Lipidémie Absence

Biochimie générale

Paramètres	Valeurs du patient	Valeurs de référence
Bilirubine totale Technique colorimétrique	39 $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	5 - 21 $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$
Protéine C-réactive Immunoturbidimétrie	4,0 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$	0,0 - 10,0 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$

Source : d'après Laboratoire de biologie médicale – CHRU.

Éléments de corrigés

Les corrigés figurant dans les pages suivantes ont été rédigés à partir des corrigés « officiels » par des professeurs volontaires et bénévoles. Point n'est besoin de faire beaucoup de probabilités pour deviner que des erreurs se sont fort probablement glissées dans leur rédaction. De plus, des interprétations divergentes des questions sont possibles.

Les contraintes de l'imprimerie ne permettent pas de corriger des erreurs ou oublis après l'impression... mais, par contre, internet nous offre un moyen simple d'obtenir des rectificatifs. Nous vous proposons :

- de signaler les erreurs rencontrées par courriel à : christine.gaufichon-charrier@ac-poitiers.fr
christel.chatelais@ac-toulouse.fr
- de lire les éventuels erratums sur le site UPBM : <http://www.upbm.org>

SESSION 2026

E2 Mathématiques

2026 corrigé

Exercice 1 :

Partie A

1. Les points n'étant manifestement pas alignés, un ajustement affine des données brutes est inenvisageable.
2. **a)** En posant $y = \ln(g - 1)$, on obtient les valeurs manquantes : $y_1 = -2,996$ et $y_2 = -1,897$, arrondies au millièmes.
b) À l'aide de la calculatrice, le coefficient de corrélation est $r^2 \approx 0,474$.
3. **a)** Dans ce cas, le coefficient de corrélation est $r^2 \approx 0,909$.
b) Le tableau T_2 permet un ajustement de meilleure qualité, car son r^2 est plus proche de 1 que celui de T_1 .
c) Avec la calculatrice, une équation de la droite d'ajustement du tableau T_2 de y en t par la méthode des moindres carrés, dont les coefficients sont arrondis au millièmes, est $y(t) = -0,504t + 0,342$.
4. **a)** On a donc
$$\ln(g(t) - 1) = -0,504t + 0,342 \Leftrightarrow g(t) - 1 = e^{-0,504t + 0,342} \Leftrightarrow g(t) = 1 + e^{-0,504t + 0,342} \Leftrightarrow g(t) = 1 + e^{-0,504t} e^{0,342}.$$
On arrive donc à $g(t) \approx 1 + 1,407e^{-0,504t} \simeq 1 + 1,04e^{-0,5t}$.

Partie B

1. $(E_0) : y' + y = 0 \Rightarrow y' = -y$.
Les solutions de (E_0) sont les fonctions qui, à tout réel t appartenant à $[0; +\infty[$, associe Ke^{-t} où K est une constante réelle.
2. **a.** $f(t) = 1 + t^2e^{-t} \Rightarrow f'(t) = 2t \times e^{-t} + t^2 \times (-e^{-t}) = (2t - t^2)e^{-t}$.
b. La fonction f est une solution particulière de l'équation différentielle (E)
si $f'(t) + f(t) = 1 + 2te^{-t}$.
$$f'(t) + f(t) = (2t - t^2)e^{-t} + 1 + t^2e^{-t} = 2te^{-t} - t^2e^{-t} + 1 + t^2e^{-t} = 1 + 2te^{-t}.$$
3. **a.** Les solutions de (E) sont les fonctions qui, à tout réel t appartenant à $[0; +\infty[$, associe $Ke^{-t} + 1 + t^2e^{-t}$ où K est une constante réelle.
b. g est une solution de l'équation différentielle (E) donc
$$g(t) = Ke^{-t} + 1 + t^2e^{-t}. \text{ On sait que } g(0) = 1 \text{ alors } K + 1 = 1 \Rightarrow K = 0.$$
Ainsi $g(t) = 1 + t^2e^{-t}$.

Partie C

1. On a : $\lim_{t \rightarrow +\infty} 1 + t^2 e^{-t} = 1$, car $\lim_{t \rightarrow +\infty} t^2 e^{-t} = 0$.

Par suite, au bout d'un temps assez long, la glycémie se stabilise à 1 g.L^{-1} .

2. a) On a :

t	0	2	$+\infty$
t	0	+	+
$(2-t)$		+	0
e^{-t}		+	
$g'(t)$	0	+	0
$g(t)$	1	$1 + 4e^{-2}$	1

car $g(0) = 1 + 0^2 e^{-0} = 1$, $g(2) = 1 + 2^2 e^{-2} = 1 + 4e^{-2}$ et $\lim_{t \rightarrow +\infty} g(t) = 1$.

b) La glycémie est donc maximale 2 heures après l'injection, et atteint alors $1 + 4e^{-2} \approx 1,54 \text{ g.L}^{-1}$.

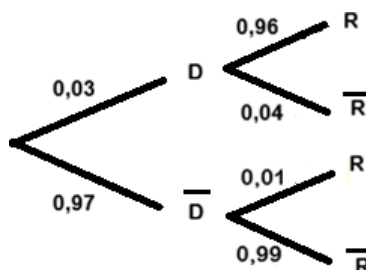
3. L'algorithme proposé permet de déterminer le temps, en minutes, et à la minute près, écoulé entre l'injection et l'instant auquel la glycémie repasse pour la première fois sous les 1, 1 g.L^{-1} .

Exercice 2

Partie A

1. & 2.

$$\begin{aligned} \text{On a } P(R) &= P(D) \times P_D(R) + P(\bar{D}) \times P_{\bar{D}}(R) \\ &= 0,03 \times 0,96 + 0,97 \times 0,01 = \mathbf{0,0385} \end{aligned}$$



3. Il s'agit de calculer $P_R(D)$. Or

$$P_R(D) = \frac{P(R \cap D)}{P(R)} = \frac{P_D(R)P(D)}{P(R)} = \frac{0,96 \times 0,03}{0,0385} \simeq 0,748,$$

en arrondissant à 10^{-3} .

La probabilité qu'une pipette soit réellement défectueuse sachant qu'elle a été acceptée au contrôle est 0,748 (arrondi à 10^{-3}).

4. Le risque qu'une pipette défectueuse soit acceptée au contrôle est $P_D(R)$: c'est ce nombre qu'il importe de connaître pour maîtriser le risque (sanitaire) de commercialiser une pipette défectueuse non détectée comme telle (ce risque est plus sérieux que celui, financier, mesuré par $P_R(D)$ d'avoir une pipette déclarée conforme alors qu'elle a été rejetée).

Partie B

1. a) On répète $n = 550$ fois une même expérience aléatoire, consistant à prélever au hasard une pipette dans le stock, avec indépendance des prélèvements (le tirage est supposé équivalent à un tirage avec remise).

À chaque fois, il n'y a que deux situations possibles :

La pipette a un défaut de longueur ("succès"), événement de probabilité $p = 0,02$.

La pipette n'a pas de défaut de longueur ("échec").

La variable aléatoire X compte le nombre total de succès : elle suit donc une loi binomiale de paramètres $n = 550$ et $p = 0,02$.

$$(X \sim \mathcal{B}(550; 0,02)).$$

b) Le nombre moyen de pipettes ayant un défaut de longueur est

$$E(X) = np = 550 \times 0,02 = 11.$$

c) On a, d'après la calculatrice, $P(X = 10) \simeq 0,120$ en arrondissant à 10^{-3} .

La probabilité qu'il y ait exactement 10 pipettes avec un défaut de longueur est 0,120 en arrondissant à 10^{-3} .

2. On prend comme paramètres de la loi normale de Y :

- Pour m , la valeur moyenne de X , c'est-à-dire $m = E(X) = np = 11$;
- Pour σ , l'écart-type de X , c'est-à-dire $\sigma = np(1 - p) = 550 \times 0,02 \times 0,98 \simeq 3,283$.

3. a) Comme Y suit une loi normale, c'est-à-dire une loi continue, on aurait

$$p = P(Y = 10) = 0 \dots \text{ce qui n'est pas réaliste.}$$

Pour corriger cette aberration, il faut opérer une correction de continuité, et calculer

$$P(9,5 \leq Y \leq 10,5).$$

b) On a $p = P(9,5 \leq Y \leq 10,5) \simeq 0,116$.

Partie C

1. Le réel $h \approx 1,96\sigma \approx 1,96 \times 0,0318 \approx 0,062328$ vérifie

$$P(m - h \leq \bar{X} \leq m + h) \approx P(0,937672 \leq \bar{X} \leq 1,062328) \approx 0,95$$

puisque, sous l'hypothèse (H_0), $\bar{X}$ une loi normale de moyenne $m = 1$ et d'écart-type $\sigma = 0,0318$.

2. On note que $[m - h; m + h] = [0,937672; 1,062328]$.
La règle de décision du test est la suivante :

On prélève 200 pipettes au hasard constituant un échantillon de la production, et on calcule le diamètre interne moyen $\bar{d}$ des pipettes de l'échantillon. Au seuil de signification de 5% :

Si $\bar{d} \in [0,937672; 1,062328]$, on valide (H_0) : la moyenne des diamètres internes est considérée égale à 1 mm.

Si $\bar{d} \notin [0,937672; 1,062328]$, on rejette (H_0) et on valide (H_1) : la moyenne des diamètres internes n'est pas considérée égale à 1 mm.

3. **a)** La calculatrice donne un diamètre interne moyen $\bar{d} = 0,992$.

b) Comme $\bar{d} = 0,992 \in [0,937672; 1,062328]$, on valide (H_0) : au seuil de signification de 5%, la moyenne des diamètres internes peut être considérée égale à 1 mm.

Exercice I : Le PET-scan cardiaque

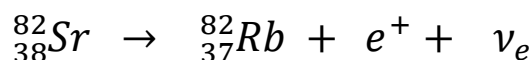
1- Le générateur de production du rubidium 82

Q1- Les isotopes sont des nucléides dont les noyaux possèdent le même nombre de protons, mais un nombre différent de neutrons, et donc de nucléons.

Q2- Le symbole du noyau de strontium 82 est : ${}_{38}^{82}\text{Sr}$

Ce noyau est composé de 82 nucléons dont **38 protons** et de $82 - 38 = 44$ neutrons.

Q3- a. Équation de la transformation nucléaire :



b. Le strontium 82 est un émetteur β^+ . En effet, lors de sa désintégration, il émet un positron e^+ comme indiqué dans l'équation.

Q4- a. Le temps de demi-vie est la durée au bout de laquelle le nombre de noyaux radioactifs présents dans la source (ou l'activité de la source radioactive) a diminué de moitié.

b. Calcul du temps de demi-vie du strontium 82 :

$$T = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0,693}{3,1 \times 10^{-7}} = 2,2 \times 10^6 \text{ s}$$

Q5- D'après l'énoncé, Le générateur doit être remplacé lorsqu'il reste 25 % de noyau de Sr 82.

Pour déterminer la durée de conservation, il faut donc résoudre l'équation :

$$N(t) = N_0 e^{-\lambda \cdot t} = 0,25 N_0 \quad \text{soit} \quad e^{-\lambda \cdot t} = 0,25 \quad \text{d'où} \quad \ln(e^{-\lambda \cdot t}) = \ln(0,25)$$

$$-\lambda \cdot t = \ln(0,25) \quad \text{d'où} \quad t = \ln(0,25) / -\lambda$$

$$\text{A.N :} \quad t = -1,386 / -3,1 \times 10^{-7} = 4,5 \cdot 10^6 \text{ s} \quad \text{soit } t = 52 \text{ jours}$$

2- Nature du rayonnement détecté par la « caméra TEP »

Q6- Commençons par rechercher la valeur de la longueur d'onde λ associée aux deux photons d'énergie 511 keV émis lors de la réaction d'annihilation.

$$\text{Connaissant } E_{\text{photon}} = \frac{h \cdot c}{\lambda} \quad \text{il vient} \quad \lambda = \frac{h \cdot c}{E_{\text{photon}}} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \times 3,00 \cdot 10^8}{(511 \cdot 10^3 \times 1,60 \cdot 10^{-19})} =$$

$$2,42 \cdot 10^{-12} \text{ m}$$

Soit $\lambda = 2,42 \cdot 10^{-3} \text{ nm} < 0,01 \text{ nm}$, on en déduit donc que le rayonnement électromagnétique détecté par la caméra TEP est de type gamma.

Exercice II : Le dosage du potassium dans le sang

Q7- La séparation des protéines s'effectue à l'étape 4 de l'annexe 2, juste après centrifugation.

Q8- Il s'agit d'une réaction de précipitation.

Q9- a. Équation de dissolution associée : $\text{K-TPB}_{(s)} \rightleftharpoons \text{K}^+_{(aq)} + \text{TPB}^-_{(aq)}$

si s désigne la solubilité molaire, alors $[\text{K}^+]_{\text{éq}} = s$ et $[\text{TPB}^-]_{\text{éq}} = s$

Le produit de solubilité est donné par la relation : $K_s = [\text{K}^+]_{\text{éq}} \times [\text{TPB}^-]_{\text{éq}} = s \times s = s^2$

Donc $K_s = s^2$

b. À 20 °C, $s = (6,4 \times 10^{-2} / 389,3) = 1,64 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$

d'où $K_s = s^2 = (1,64 \times 10^{-4})^2 = 2,7 \times 10^{-8}$

Q10- La réaction de précipitation est la réaction inverse de la réaction de dissolution donc la constante de réaction K_r est aussi l'inverse du produit de solubilité K_s .

$K_r = 1 / K_s = 1 / (2,7 \times 10^{-8}) = 3,7 \times 10^7$

Sachant qu'une transformation est quasi-totale pour $K_r > 10^4$ et comme $K_r = 3,7 \times 10^7 > 10^4$, la réaction de précipitation peut être considérée comme **quasi-totale**.

2- Le principe de mesure

Q11- Sachant que la grandeur atténuation, notée D est définie comme l'absorbance A d'une solution, $D = -\log T = -\log(\frac{I_t}{I_0})$, celle-ci peut donc être mesurée grâce à un spectrophotomètre.

Q12- L'atténuation D est proportionnelle à la concentration en particules solides.

Or, cette concentration est égale à celle des ions potassium $[\text{K}^+]$. La réaction de précipitation étant totale, l'atténuation D est donc également proportionnelle à la concentration en ions potassium, ce qui s'écrit : $D = k \times [\text{K}^+]$ où k est une constante de proportionnalité.

Donc $D_{\text{étalon}} = k \times [\text{K}^+]_{\text{étalon}}$ et $D_{\text{échantillon}} = k \times [\text{K}^+]_{\text{échantillon}}$

$$\frac{D_{\text{échantillon}}}{D_{\text{étalon}}} = \frac{k \times [\text{K}^+]_{\text{échantillon}}}{k \times [\text{K}^+]_{\text{étalon}}} = \frac{[\text{K}^+]_{\text{échantillon}}}{[\text{K}^+]_{\text{étalon}}} = \frac{[\text{K}^+]_{\text{échantillon}}}{5}$$

D'où $\frac{D_{\text{échantillon}}}{D_{\text{étalon}}} \times 5 = [\text{K}^+]_{\text{échantillon}}$ exprimé en mmol.L^{-1}

Car $[\text{K}^+]_{\text{étalon}} = 5,00 \text{ mmol.L}^{-1}$

3- Le diagnostic

Q13- Appliquons la relation précédente en tenant compte des résultats des mesures obtenues au laboratoire :

$$[K^+]_{\text{échantillon}} = \frac{D_{\text{échantillon}}}{D_{\text{étalon}}} \times 5 = \frac{3,650}{2,685} \times 5 = 6,80 \text{ mmol.L}^{-1}$$

La valeur est supérieure à 6,50 mmol.L⁻¹ : le patient est en danger car il présente une hyperkaliémie en stade sévère.

Exercice III : L'épreuve d'effort pharmacologique

Q14- La dobutamine possède des groupes hydroxyle -OH et un groupe amino -NH-.

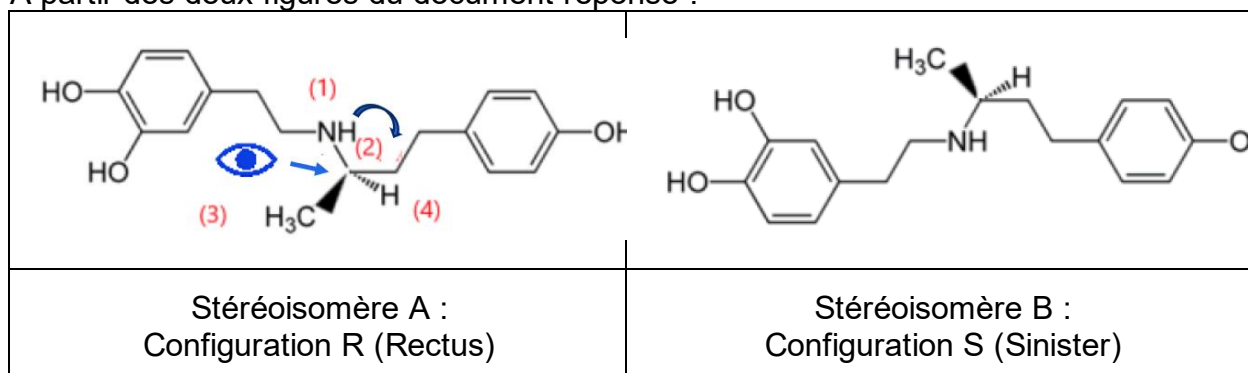
Q15- Un carbone asymétrique est un carbone tétraédrique lié à quatre substituants différents. Dans la dobutamine, le carbone étudié est lié à un -CH₃, un -H, un groupe -NH- et à une chaîne carbonée. Les quatre substituants sont différents : ce carbone est asymétrique.

Q16- Les deux stéréoisomères de la dobutamine forme un couple d'énantiomères car par la présence du carbone asymétrique, ils sont images l'un de l'autre dans un miroir plan et ne sont pas superposables.

Q17- On applique les règles de Cahn, Ingold et Prelog au carbone asymétrique.

Ordre de priorité	Substituant
1	Groupe -NH-
2	Chaîne carbonée
3	Groupe -CH ₃
4	Atome -H

A partir des deux figures du document réponse :



Conclusion, le stéréoisomère qui possède la configuration S est le B.

Q18- Un mélange racémique est un mélange qui contient des quantités égales des deux énantiomères.

Q19- Le couple auquel appartient la dobutamine s'écrit : R-N⁺H₂-R' / R-NH-R'

Q20- a. Équation-bilan de la réaction entre la solution aqueuse d'acide chlorhydrique et la dobutamine :
$$\text{H}_3\text{O}^+ + \text{R-NH-R}' \rightleftharpoons \text{R-N}^+\text{H}_2\text{-R}' + \text{H}_2\text{O}$$

b. La formule de la solution de chlorhydrate de dobutamine s'écrit (R-N⁺H₂-R', Cl⁻).

Q21- a. Après dilution, la quantité de matière prélevée reste conservée : $n_f = n_i$; $C_f \times V_f = C_i \times V_i$

d'où $C_f = C_i \times V_i / V_f = 3,75 \cdot 10^{-2} \times 20,0 / 50,0 = \mathbf{1,50 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}}$

b. A chaque minute, il faut administrer $15 \times 49 = 735 \text{ } \mu\text{g}$;

La poche contient $1,50 \cdot 10^{-2} \times 337,8 \times 50,0 \cdot 10^{-3} = 2,53 \cdot 10^{-1} \text{ g}$ de chlorhydrate de dobutamine.

La perfusion dure donc $\Delta t = 2,53 \cdot 10^{-1} / 735 \cdot 10^{-6} = \mathbf{344 \text{ min}}$ soit **5,73 h**.

DIAGNOSTIC ET SUIVI DU DIABÈTE**1. Dépistage du diabète par mesure de glycémie****Q1.**

Pour un dosage du glucose, les précautions à respecter sont :

- Vérification patient à jeûn
- Centrifugation rapide du tube pour séparer les cellules
- Si tube avec fluorure conservation à température ambiante jusqu'à 24h (attention aux 2 premières heures).
- Si tube héparinate 8h à 25°C ou 72h dans la glace.

Q2.

Graphique présenté avec une courbe à 25°C (température ambiante) avec plateau avant 20 minutes et une à 37°C avec plateau avant 10 minutes.

Le dosage étant en point final, la mesure doit se faire lorsque les réactions sont terminées.

Q3.

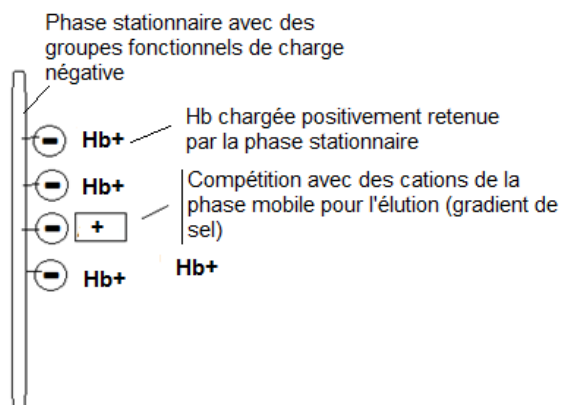
L'échantillon patient doit être repassé et si la valeur est toujours supérieure à 2,50 g/L après repasse, le biologiste doit être averti.

2. Dosage de l'HbA1c par HPLC**Q4.**

Le prélèvement doit se faire sur anticoagulant (EDTA) car Hb glyquée est dans les hématies qui doivent donc être accessibles.

Q5.

L'hémolyse permet de libérer les molécules d'Hb à quantifier

Q6.

Q7.

Le choix de 5°C est en adéquation avec les différents intervalles de températures de conservation (plus de 4°C et moins de 8°C).

Q8.

8°C : **choix cohérent** car permet la conservation de tous les produits utilisés pour le fonctionnement en routine du TOSOH G11.

5°C : **choix cohérent** car correspond à la température de consigne de la chambre froide compatible avec tous les réactifs.

2°C : **choix imparfait** car n'est pas en adéquation avec les produits dont la température minimale de conservation est de 4°C.

Q9.

L'ouverture de la chambre froide fait augmenter sa température. Quand la température dépasse 8°C on remarque que son retour à la normale se fait en moins de 60 minutes. Donc le retard d'alarme haut évite un déclenchement trop fréquent et inutile de l'alarme.

Q10.

A : 02 ; B : >= ; C : 8 ; D : 0 ; E : 1 ; F : HbA1C TRÈS ÉLEVÉE.

Q11.

Pour calculer le % d'HbA1c, on utilise "**Aire de la fraction de SA1c**" : 33,99"

Et "**Aire totale des fractions**" : 866,51".

Equation aux VN : $\%HbA1c = \left(\frac{33,99}{866,51}\right) \times 100$

Q12.

Plus la glycémie moyenne augmente et plus le % HbA1c augmente. L'HbA1c reflète la glycémie moyenne des 120 jours précédents le dosage (durée vie d'un GR). Cela permet de vérifier que l'équilibre glycémique est correct ou non et donc de vérifier si le traitement du diabète est adapté sur cette période.

3. Contrôle de qualité du dosage de l'HbA1c par l'automate TOSOH G11**Q13.**

Le niveau de concentration est choisi en fonction du seuil de décision clinique. Le CIQ de niveau 1 permet de valider une valeur "normale" d'HbA1c et le niveau 2 permet de valider une valeur pathologique. Cela permet d'évaluer la maîtrise du contrôle glycémique et l'adéquation du traitement du patient dans un Intérêt médical.

Q14.

On repère une dérive : les valeurs des CIQ sont presque toutes du même côté de la concentration de référence. Il y a un biais positif.

Q15.

Le biais reflète une erreur systématique (défaut de justesse).

Q16.

Le technicien peut proposer une vérification adaptée (re-homogénéiser le CIQ ou reconstituer un CIQ du même lot et le passer ou un re-ciblage de la concentration de référence...)

Q17.

Fin de la série : niveau 2 seul. (exploitation doc 12 : repère: quand CIQ niveau 1 et 2 = milieu de série)

Q18.

Choix de l'organigramme "1 seul niveau est passé" (car cas 11 janvier seul le niveau 2 est passé et hors contrôle. Règle 1-3ET).

Action = "repasser le CIQ après inspection de l'échantillon de CIQ et ré-homogénéisation".

Si conforme = validation des CIQ et démarrage possible.

Action menée à tracer dans l'URT2. Pas d'étude d'impact.

Si non conforme : « jeter la cupule contenant le CIQ – Dilution à refaire et repasser le CIQ...etc (doc13)

Q19.

Étapes reconstitution :

Remise à température ambiante puis remise en suspension dans le bon volume d'eau distillée, homogénéiser, (passer l'EEQ dans les temps impartis)

Deux points critiques qui ont un impact sur l'exactitude du résultat => eau distillée, volume d'eau, homogénéisation, respect du délai.

Q20.

Pour être conforme, la valeur absolue du z-score doit être ≤ 2 .

Au mois de janvier $|z\text{-score}| = 0,01$: donc le z-score est conforme.

Q21.**Différences (CIQ / EEQ)**

	CIQ	EEQ
Concentration	Connue	Inconnue par le labo
Fréquence de réalisation	En continu (jour, semaine...)	Ponctuel (mois, trimestre...)
Modalités	CIQ : interne au labo	Organisme extérieur : fourni par un organisme d'évaluation externe de la qualité donc à l'aveugle
Résultats	Résultat rapide	Résultat avec délai
Fonction	Validation du processus analytique	Validation de l'ensemble des processus métier.

**DIAGNOSTIC DES INFECTIONS UROGÉNITALES
ET SEXUELLEMENT TRANSMISSIBLES****1. Etude de cas : dépistage de gonococcie et de syphilis****1.1. Dépistage de gonococcie****Q.1**

Milieu synthétique avec uniquement des sels minéraux et absence de source de carbone, d'azote et d'énergie. Ce milieu permet la conservation des bactéries (milieu tamponné) mais pas leur croissance.

Q.2

Vérification de l'adéquation entre l'identité sur le prélèvement et la prescription :
Nom et prénom du patient, date de naissance, date/heure du prélèvement,
Vérification des conditions de transport et de conservation
Vérification de la concordance du prélèvement avec la prescription.

Q.3

Schéma avec des diplocoques Gram négatif en « grain de café » intra et extra leucocytaires, et des cellules épithéliales.

Q.4

Neisseria gonorrhoeae est une bactérie exigeante. Elle nécessite pour sa culture un milieu enrichi en facteurs de croissance (BD IsoVitaleX, facteurs de croissance, pyridoxal, hémoglobine) et une atmosphère enrichie en CO₂.

Neisseria gonorrhoeae est une bactérie fragile, sensible aux variations de température et à la dessiccation. Préchauffage de la gélose à 37°C avant son ensemencement qui doit se faire rapidement.

Q.5

Calcul de la dilution à effectuer :

- N, inoculum de 0,5 MF= 1 à 2 10⁸ UFC/mL
- v= 0,1mL
- n=100 à 200 UFC/boîte

$$N = \frac{n}{v} \times d \Rightarrow d = \frac{n}{N \times v} = \frac{100}{10^8 \times 0,1} = \frac{1}{10^5}$$

Protocole de la réalisation de la dilution 10⁻⁵
5 dilutions successives au 1/10^e

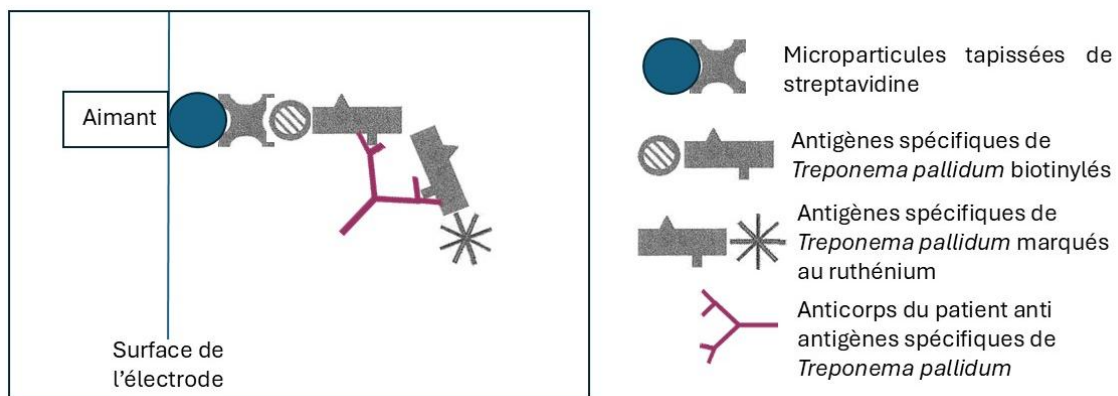
Q.6

Antibiotique	Concentrations critiques	CMI	Comparaison	Catégorie clinique
Céfexime	+/- 0,125	<0,016	CMI<C	S
Céftriaxone	+/- 0,125	<0,016	CMI<C	S
Azithromycine	≤1	1,5	CMI>C	R
Ciprofloxacine	0,03 - 0,06	0,1	CMI>C	R
Gentamicine	≤16	4	CMI<C	S
Tétracycline	+/-0,5	2	CMI>C	R

Souche résistante à l'azithromycine donc ce n'est pas une souche de phénotype sauvage.

1.2. Dépistage de syphilis

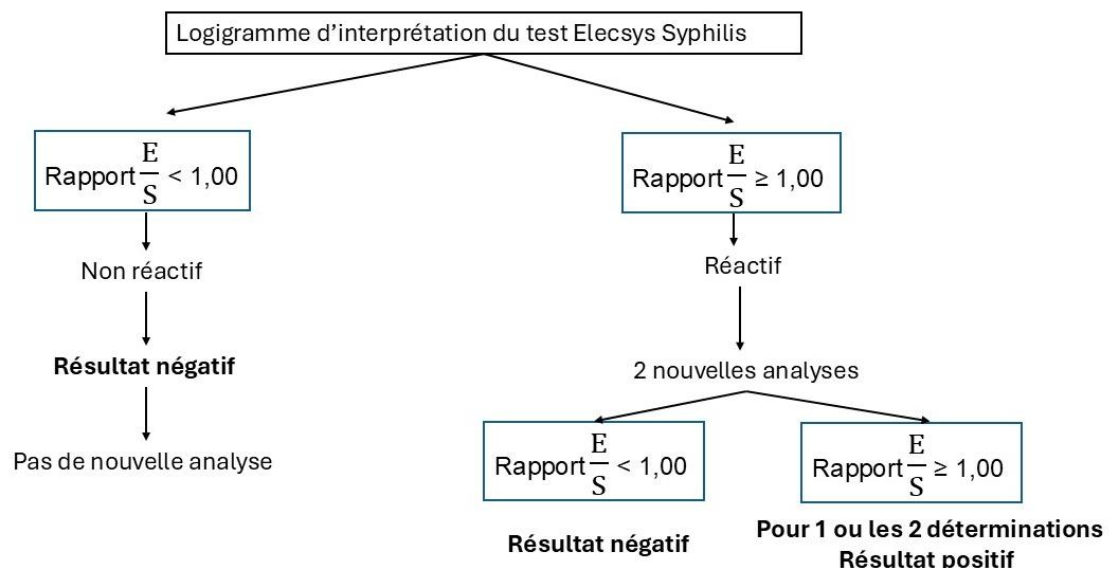
Q.7



Q.8

Il faut refaire un étalonnage lors du changement de lot de réactif, ou changement de lot de CQI.

Q.9



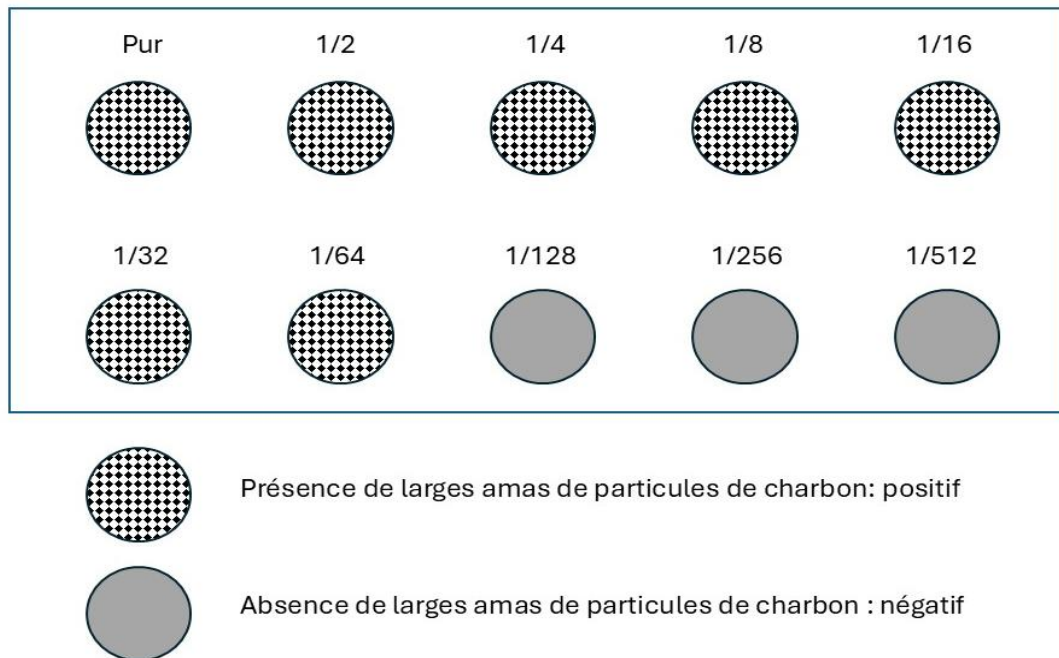
Q.10

Ces deux tests permettent de valider le réactif R1 (RPR Antigen) qui sera ensuite utilisé pour le test.

R1+R2 (positive control) : large amas : vérifie l'efficacité de R1,

R1+R3 (negative control): pas d'amas, aspect gris homogène : vérifie la spécificité de R1

Résultats obtenus correspondent à ceux attendus $\Rightarrow$ Contrôles conformes.

Q.11**Q.12**

Le test de dépistage tréponémique (TT) est positif.

Le test non tréponémique (TNT) donne un titre de 64 > 16 (seuil de positivité) donc test positif.

Selon le logigramme du document 6, la technicienne doit informer le biologiste qui contactera le patient pour la mise en place d'un traitement, la recherche d'autres IST et informer le ou les partenaires.

Q.13

Un EEQ vérifie l'exactitude des résultats et permet une comparaison inter laboratoires.

Q.14

Le laboratoire doit vérifier la conformité de son résultat avec tous les laboratoires utilisant le même automate (COBAS Elecsys) sachant que le EEQ, sérum 07J24 est attendu positif. 43 laboratoires utilisent le même automate dont celui où Monsieur X a fait ses analyses et 100% ont obtenu un résultat positif.

Donc le laboratoire a un résultat conforme ; l'analyse de Monsieur X est validée.

2. Etude de cas : dépistage d'une infection vaginale associée à des lésions

2.1. Dépistage de vaginose

Q.15

Détermination du score de Nugent-Kohn-Hillier

Morphotype *Lactobacillus* : 0,5/champ : score = 3

Morphotype *Gardnerella* : 35/champ : score= 4

Morphotype *Mobiluncus* : 0/champ : score=0

Total Score : 3 + 4 + 0 = 7.

Score de 7 à 10 : flore de vaginose

Il est précisé que lors de vaginose, le frottis n'est pas inflammatoire. On constate qu'il y a uniquement quelques leucocytes sur le frottis de Madame Y.

Madame Y a une vaginose à *Gardnerella*.

Q.16

Schéma légendé avec cellules épithéliales (clue cells), >30 *Gardnerella*/**champ**, pas *Mobiluncus*, rares leucocytes, et peu *Lactobacillus*.

Q.17

	Maldi-Tof	PCR
Principe	Identification phénotypique Ionisation des protéines bactériennes puis propulsion et séparation dans un tube de vol sous vide en fonction de leur masse/charge Comparaison du spectre obtenu à une base de données pour identifier la bactérie	Identification génotypique Extraction d'un fragment d'ADN Amplification grâce à des amorces spécifiques pour la fixation de l'ADN polymérase et ajout de sondes spécifiques marquées pour identifier les fragments amplifiés
Point critique	Obtention de colonies isolées	Extraction d'un fragment d'ADN
Durée d'analyse	>48h car temps de culture pour obtenir des colonies isolées	Environ 2heures

2.2. Dépistage d'une infection herpétique

Q.18

Composants du mélange réactionnel

Composant	Rôle
1 couple d'amorces	Complémentaire du brin d'ADN cible, elles se fixent au point de départ de l'amplification et servent de point de repère à l'ADN polymérase pour se fixer
Nucléotides	Eléments nécessaires à l'ADN polymérase pour fabriquer le brin d'ADN par complémentarité des bases
Sondes fluorescentes	Une sonde de couleur différente par cible pour identifier le ou les gènes amplifiés. La fluorescence est émise quand la sonde est dégradée par l'ADN polymérase.
ADN polymérase	Enzyme thermostable assurant la réplication des brins d'ADN

Q.19

ECHEC du contrôle positif

Cause possible : altération de l'ADN plasmidique ne permettant pas l'amplification par conservation dans de mauvaises conditions (pas à -20°C) ou décongelé-recongelé plus de 5 fois.

Action à réaliser : changer de lot de contrôle positif.

Q.20

Le contrôle interne est ajouté à l'échantillon et suit donc les mêmes étapes de la PCR.

Il permet de s'assurer que l'étape d'extraction n'interfère pas avec l'amplification et que les conditions d'amplification sont satisfaisantes (températures, enzyme fonctionnelle).

Q.21

Résultats de Madame Y :

Vaginose à *Gardnerella vaginalis* (confirmé par le score de 7),

HSV1 et HSV2 non détectés donc résultat négatif, pas d'infection par virus herpès simplex de type 1 et de type 2.

Il n'est pas nécessaire d'informer la biologiste.

E43 Hématologie, Anatomopathologie, Immunologie

2026 corrigé

LE PURPURA THROMBOPÉNIQUE IMMUNOLOGIQUE

1. Diagnostic

Q1.

Thrombopénie, lignées érythrocytaire et leucocytaire normales → thrombopénie sévère qu'il faudrait signaler

Q2.

Réaliser un frottis sanguin coloré au MGG OU un état frais de sang (pur ou dilué) pour rechercher les amas plaquettaires au microscope (objx 10 puis 20 et 40) sur l'ensemble du frottis

Q3.

Vérifier si la thrombopénie est vraie ou fausse

Fausse thrombopénie si :

- Agrégats plaquettaires : l'automate compte uniquement les plaquettes isolées et non les amas.
- Caillots dans le tube de prélèvement qui « consomment » des plaquettes : moins de plaquettes isolées

Q4.

Pas d'amas ni de caillot donc vraie thrombopénie = Alerte au biologiste thrombopénie sévère

Q5.

Le citrate ne provoque pas de pseudo agglutination des plaquettes contrairement à l'EDTA chez certains patients. (mais attention, le citrate dilue le sang → facteur de correction à prendre en compte)

Q6.

Anomalie de l'hémostase primaire (TOP allongé) due à la thrombopénie ; pas d'anomalie des voies exogène (TQ normal) et endogène (TCA normal) de l'hémostase secondaire. Anomalie non urgente donc on poursuit les examens sans alerter le biologiste

Q7.

Moelle de richesse légèrement augmentée en cellules nucléées ; richesse augmentée en mégacaryocytes. Aspect polymorphe/équilibré car toutes les lignées sont représentées dans les bonnes proportions.

Rapport G/E dans la norme. → La moelle est très riche due à l'excès de mégacaryocytes.

Q8.

L'hémogramme révèle une thrombopénie (confirmée sur frottis) + TOP augmenté. Les mégacaryocytes permettent la production d'une grande quantité de plaquettes par la MO donc l'origine de la thrombopénie n'est pas centrale. Le test MAIPA, positif, met en évidence la présence d'auto-anticorps anti-plaquettes => PTI.

Q9.

FP : 3

FN: 1

Q10.

$$\text{Sensibilité} = \frac{29}{(29+1)} \times 100$$

$$\text{Spécificité} = \frac{207}{(207+3)} \times 100$$

Q11.

Sensibilité (ou efficacité) vérifie qu'un résultat positif connu (sujet malade avec Ac anti-plaquettaires) donne bien un résultat positif.

Spécificité vérifie qu'un résultat négatif (sujet sain sans Ac anti-plaquettaires) donne bien un résultat négatif.

Q12.

La méthode alternative est plus rapide, plus simple (praticabilité), elle a la même sensibilité diagnostique mais une spécificité diagnostique moindre que la technique MAIPA.

2. Traitements thérapeutiques

Q13.

Pas d'amas de plaquettes ni de GR

Pas de schizocytes ni microcytes qui auraient pu être comptés comme plaquettes par l'automate

On observe de nombreuses plaquettes dans le champ microscopique indiquant une hyperthrombocytose ce qui explique le déclenchement de l'alarme de l'automate et valide la réalisation technique. = hyperthrombocytose confirmée

Q14.

Le rituximab détruit les lymphocytes B (cytotoxicité cellulaire dépendante des Ac et lyse osmotique par le système du complément) => traitement immunosuppresseur visant à supprimer la production des Ac auto-immuns.

Q15.

Les LT ne possèdent ni CD19 ni CD20 contrairement aux LB (doc. 6)

Justification de la position des nuages en fonction des axes (doc. 7) : l'intensité de fluorescence est due à la fixation des anticorps anti-CD19 et anti-CD20 couplés au fluorochrome sur les marqueurs CD19 et CD20. Elle est donc liée à la quantité de marqueur CD19 et CD20 en surface des lymphocytes.

Cadre A : nuage CD19- et CD20- -->LT.

Cadre B : nuage CD19+ et CD20+ en haut à droite --> LB.

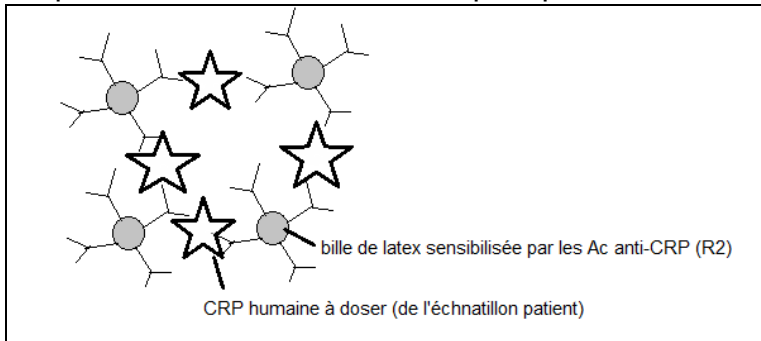
Q16.

Disparition totale du nuage des LB suite au traitement (et persistance des LT) => Traitement efficace éliminant efficacement tous les LB donc des plasmocytes producteurs d'Ac

3. Suivi du patient

Q17.

Formation de complexes CRP- billes de latex sensibilisées par des Ac anti-CRP en suspension dans la cuve : amas précipitants devenus insolubles qui troublent le milieu.



Edifice macromoléculaire formé dans la cuve : complexes réunissant en un réseau les billes de latex recouvertes des Ac anti-CRP et les molécules de CRP à doser.

Q18.

Homogénéisation pour éviter la sédimentation des particules de latex à l'ouverture et avant dépôt dans l'automate.

Risque biologique donc précaution à l'ouverture.

Q19.

Pas d'interférence : pas d'hémolyse, ictère + mais bilirubinémie < 40 mg/dL, lipidémie -, la concentration en CRP n'est pas faussée donc le technicien peut transmettre le résultat au biologiste en l'état.

Q20.

CQI conforme. CRP dans les valeurs de références => pas d'inflammation donc infection peu probable (mais léger excès de bilirubine)