

SESSION 2017

**CAPET
CONCOURS EXTERNE**

Section : BIOTECHNOLOGIES
Option : BIOCHIMIE – GÉNIE BIOLOGIQUE

SECONDE ÉPREUVE

Durée : 5 heures

Le dictionnaire anglais-français est autorisé.

L'usage de tout ouvrage de référence, de tout autre dictionnaire et de tout matériel électronique (y compris la calculatrice) est rigoureusement interdit.

Dans le cas où un(e) candidat(e) repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il (elle) le signale très lisiblement sur sa copie, propose la correction et poursuit l'épreuve en conséquence.

De même, si cela vous conduit à formuler une ou plusieurs hypothèses, il vous est demandé de la (ou les) mentionner explicitement.

NB : La copie que vous rendrez ne devra, conformément au principe d'anonymat, comporter aucun signe distinctif, tel que nom, signature, origine, etc. Si le travail qui vous est demandé comporte notamment la rédaction d'un projet ou d'une note, vous devrez impérativement vous abstenir de signer ou de l'identifier.

Biomarqueurs et évolutions technologiques : de la biochimie traditionnelle à la médecine personnalisée.

Un biomarqueur est un paramètre biologique (hormone, enzyme, métabolite, acide nucléique, déchet organique, cellule...) mesurable objectivement qui représente un indicateur des processus biologiques normaux ou pathologiques ou de réponse pharmacologique à une intervention thérapeutique.

L'avancée des connaissances relatives aux biomarqueurs permet aujourd'hui d'envisager une médecine personnalisée, ouvrant la voie à un diagnostic et un traitement adapté et individualisé en fonction des caractéristiques moléculaires de la pathologie.

A partir du dossier documentaire fourni, vous dégagerez, en insistant sur le principe des techniques, les liens existants entre biomarqueurs, diagnostic et traitement. L'apport des techniques émergentes de diagnostic à la médecine personnalisée sera clairement mis en évidence.

Dans la perspective d'un enseignement de Biotechnologies de terminale Sciences et Technologies de Laboratoire, spécialité Biotechnologies, vous présenterez, dans une seconde partie une progression pédagogique détaillée permettant d'exposer les dosages enzymatiques et immunologiques dans un contexte médical. Une séance d'activités technologiques sera particulièrement approfondie.

INFORMATION AUX CANDIDATS

Vous trouverez ci-après les codes nécessaires vous permettant de compléter les rubriques figurant en en-tête de votre copie.

Ces codes doivent être reportés sur chacune des copies que vous remettrez.

► **Concours externe du CAPET de l'enseignement public :**

Concours	Section/option	Epreuve	Matière
EDE	7100E	102	5851

Liste de documents

Document 1A : évolution des pratiques de diagnostic utilisées en routine.

Document 1B : évolutions technologiques et nouveaux marqueurs.

Document 2 : extrait de la fiche technique du kit "Isoenzyme CK-MB" commercialisé par BIOLABO SAS.

Document 3A : extrait de la fiche technique de CanAg PSA libre EIA, FUJIREBIO Diagnostics.

Document 3B : évolution du taux de PSA dans différents contextes pathologiques.

Document 4 : caryotype d'une cellule humaine issue d'une tumeur maligne hépatique révélé par FISH multiplex (M-FISH : hybridation *in situ* en fluorescence multiple).

Document 5 : extrait d'un communiqué de presse de l'Inserm du 31/03/2014.

Document 6A : principe de la BEAMing PCR appliquée à la détection de mutations dans l'ADN circulant.

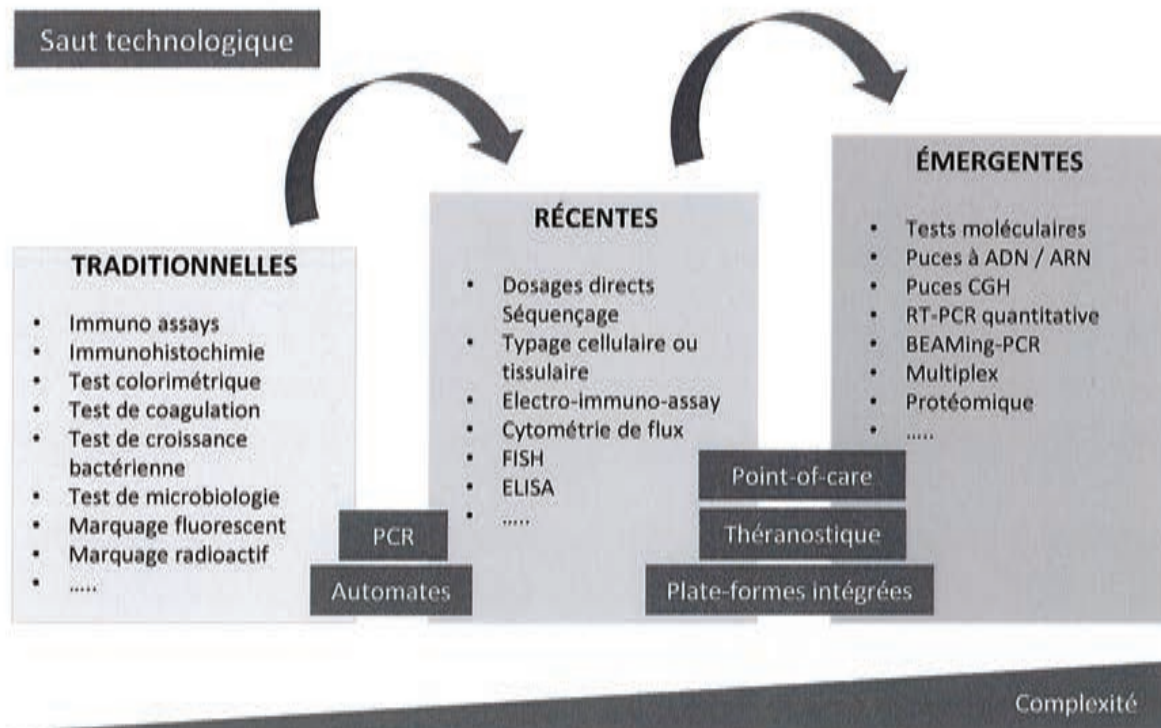
Document 6B: quantification de l'ADN circulant tumoral (ctDNA) et normal dans le cadre du suivi de l'évolution du cancer colorectal chez des patients ayant subi une chirurgie.

Document 7A : principe d'une analyse globale du transcriptome par une approche de puces à ADN.

Document 7B : extrait d'une publication sur Thasso.com du 17 Mai 2016.

Document 7C : profil d'expression de 70 gènes sélectionnés et classés en fonction de la probabilité de récurrence d'un cancer du sein.

Document 8 : extrait du programme d'enseignement de Biotechnologies, classe terminale de la série technologique STL. *B.O. spécial n°8 du 13 Octobre 2011*



Document 1A : évolution des pratiques de diagnostic utilisées en routine.

Repères sémantiques : **Théranostique** : association d'un test diagnostique à une thérapeutique, à la base d'une médecine personnalisée. **Test point-of-care** : test réalisé et interprété sur place, afin de rendre une décision clinique immédiate, au chevet du patient plutôt que dans un laboratoire central.

Source : Bionest Partners, IVD Market : Technology Road-map.

Document 1B : évolutions technologiques et nouveaux marqueurs.

ÉVOLUTIONS TECHNOLOGIQUES ET NOUVEAUX MARQUEURS

L'innovation est un pilier stratégique majeur du développement du diagnostic *in vitro* (DIV) avec de grands espoirs placés dans les nanotechnologies, la génomique, la protéomique et la métabolomique. Le DIV entre ainsi dans la voie de la médecine personnalisée, déjà une réalité dans certains cas. Les progrès amorcés dans ces disciplines vont accélérer ce mode de prise en charge dans les années à venir. À terme, la médecine personnalisée pourrait concerner tous les patients. Les nouvelles techniques de séquençage constituent une révolution médicale dont les applications dans tous les domaines de la médecine sont considérables. De nouvelles molécules ciblant les protéines codées par certains gènes permettent d'espérer des survies prolongées, voire des guérisons dans certains cancers ou de viser des traitements dans d'autres pathologies. Ces différents bonds technologiques démontrent que la médecine personnalisée est en marche et qu'une nouvelle façon de diagnostiquer, traiter, prévenir et suivre les patients est en route dans les 10 ans qui viennent. La validation d'un nouveau biomarqueur et le développement de son outil de mesure sont des processus longs et complexes qui doivent démontrer le bénéfice de son utilisation au quotidien. Parallèlement à la notion de performance clinique, celle d'utilité clinique concerne la démonstration de la valeur ajoutée du dosage en routine du biomarqueur.

Le rôle médical du biologiste est renforcé par l'adoption rapide de tests à valeur diagnostique ajoutée, la valorisation de tests susceptibles de réduire les coûts de santé, le développement de l'accès aux biomarqueurs pour déterminer l'éligibilité des patients aux thérapies.

Document extrait de "La biologie dans le parcours de soins du patient", Françoise Mauriat.



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

Isoenzyme CK-MB

Méthode d'immunoinhibition

Réactif pour le dosage quantitatif de l'isoenzyme CK-MB (CK-2) de la créatine kinase [EC 2.7.3.2] dans le sérum humain

REF 97217	R1 10 x 3 mL	R2 1 x 30 mL
REF 97317	R1 8 x 20 mL	R2 8 x 20 mL

CODE CNQ : MX

SUPPORT TECHNIQUE ET COMMANDES

Tel : (33) 03 23 25 15 50

Fax : (33) 03 23 256 256



IVD USAGE IN VITRO

INTERET CLINIQUE (1)

La créatine kinase est une enzyme dimérique composée de deux sous-unités. La sous-unité M et la sous-unité B. Ces sous-unités sont associées pour former 3 isoenzymes distinctes : CK-BB (CK-1), CK-MB (CK-2) et CK-MM (CK-3).

La CK-MM est la forme prédominante dans le muscle squelettique. La CK-BB est concentrée dans le cerveau et les muscles lisses. La CK-MB est présente en forte concentration dans le myocarde (l'activité CK-MB y représente 10 à 20 % de l'activité CK totale) et dans une moindre mesure dans le muscle squelettique (l'activité CK-MB y représente moins de 2 % de l'activité CK totale).

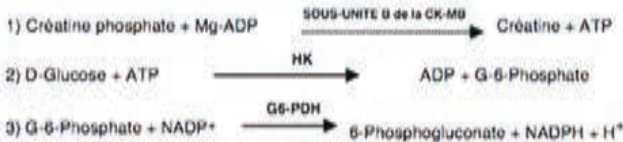
En l'absence de pathologie, la majorité de l'activité CK dans le sérum est due à la CK-MM. L'infarctus du myocarde s'accompagne d'une augmentation transitoire du taux de CK-MB dans le sérum. Celui-ci augmente dans les 4 à 6 h suivant le début de la crise, puis atteint un pic dans les 12 à 24 h et revient à une valeur normale dans les 48 h.

PRINCIPE (4) (5)

Le réactif CK-NAC modifié contient un anticorps polyclonal (spécifique du monomère CK-M) qui inhibe donc la totalité de l'activité CK-MM et la moitié de l'activité CK-MB.

Seule l'activité de la sous-unité B non-inhibée, représentant la moitié de l'activité CK-MB, est mesurée. Cette méthode prend en compte que l'activité CK-BB dans le spécimen est négligeable.

Le schéma réactionnel est le suivant :



L'augmentation de l'absorbance due à la conversion du NADP⁺ en NADPH mesurée à 340 nm est proportionnelle à l'activité CK-MB dans le spécimen.

COMPOSITION DU REACTIF DE TRAVAIL

AMP 5 mmol/L	D-Glucose 20 mmol/L
NADP 2 mmol/L	N-Acétyl-L-cystéine 20 mmol/L (NAC)
AP5A 10 µmol/L	Hexokinase (HK) > 3000 UI/L
EDTA 2 mmol/L	G-6-PDH > 2500 UI/L
Mg2 ⁺ 10 mmol/L	Imidazole Acétate 100 mmol/L
ADP 2 mmol/L	Créatine Phosphate 30 mmol/L
Anticorps polyclonal Anti CK-M humaine :	Quantité pour inhiber la CK-M jusqu'à 2000 UI/L à +37°C

pH 6,8 ± 0,1 à 30°C

Contient aussi des stabilisants et excipients.

PERFORMANCES (1) (6)

Intra-série N = 20	Taux normal	Taux élevé	Inter-série N = 20	Taux normal	Taux élevé
Moyenne UI/L	37	156	Moyenne UI/L	37	156
S.D. UI/L	1,7	2,5	S.D. UI/L	1,3	3,3
C.V. %	4,6	1,6	C.V. %	3,5	2,1

Limite de détection : environ 5 UI/L.

Sensibilité pour 6,7 UI/L : environ 0,001 Abs à 340 nm.

Spécificité : Pour une activité CK totale de 1000 UI/L,

l'inhibition de l'activité CK-MM était de 99,5%.

Comparaison avec réactif du commerce :

$$y = 1,02 x + 5 \quad r = 0,995$$

LIMITE DE LINEARITE

La réaction est linéaire jusqu'à 1000 UI/L.

Si ΔAbs/min > 0,150, diluer le spécimen avec une solution NaCl à 9 g/L et refaire le dosage en tenant compte de la dilution dans le calcul du résultat. La limite de linéarité dépend du rapport de dilution spécimen/réactif.

MODE OPERATOIRE (TECHNIQUE MANUELLE)

Ramener les réactifs et spécimens à température ambiante.

Introduire dans une cuve de lecture de 1 cm de trajet optique :	
Réactif	1 mL
Laisser la température s'équilibrer à 37°C puis ajouter :	
Spécimen	50 µL
Mélanger. Après 5 minutes, lire l'absorbance à 340 nm toutes les minutes pendant 5 minutes.	
Calculer la moyenne des variations d'absorbance par minute (ΔAbs./min.).	

Remarques : Des procédures spécifiques sont disponibles pour les analyseurs automatiques. Contacter le service technique BIOLABO.

CALCUL

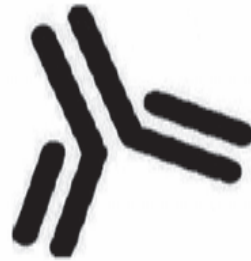
Le résultat est déterminé d'après la formule de calcul suivante :

Activité CK-MB :

$$\text{UI/L} = (\Delta\text{Abs}/\text{min}) \times 6667$$

$$\mu\text{Kat/L} = \frac{\text{UI/L}}{60}$$

Le facteur de calcul tient compte du fait que l'activité CK-MB est égale à 2 fois l'activité CK-B.



CanAg PSA Libre EIA Prod. No. 350-10

UTILISATION

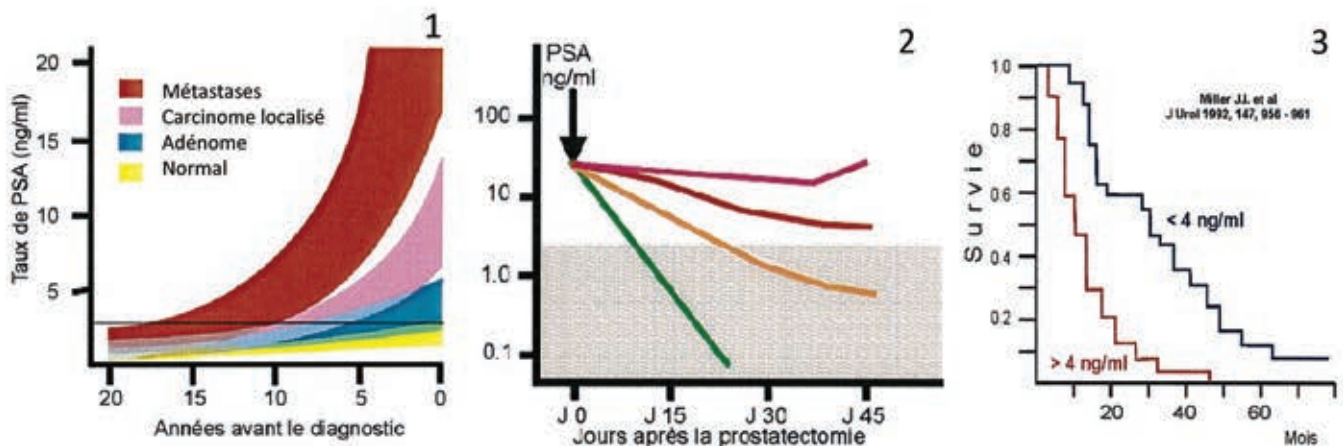
Le Kit CanAg PSA Libre EIA est destiné à la détermination quantitative du PSA Libre (Antigène Spécifique Prostatique) dans le sérum humain.

Le CanAg PSA Libre EIA est un immuno-test non-compétitif en phase solide basé sur la technique sandwich directe.

RESUME ET EXPLICATION DU TEST

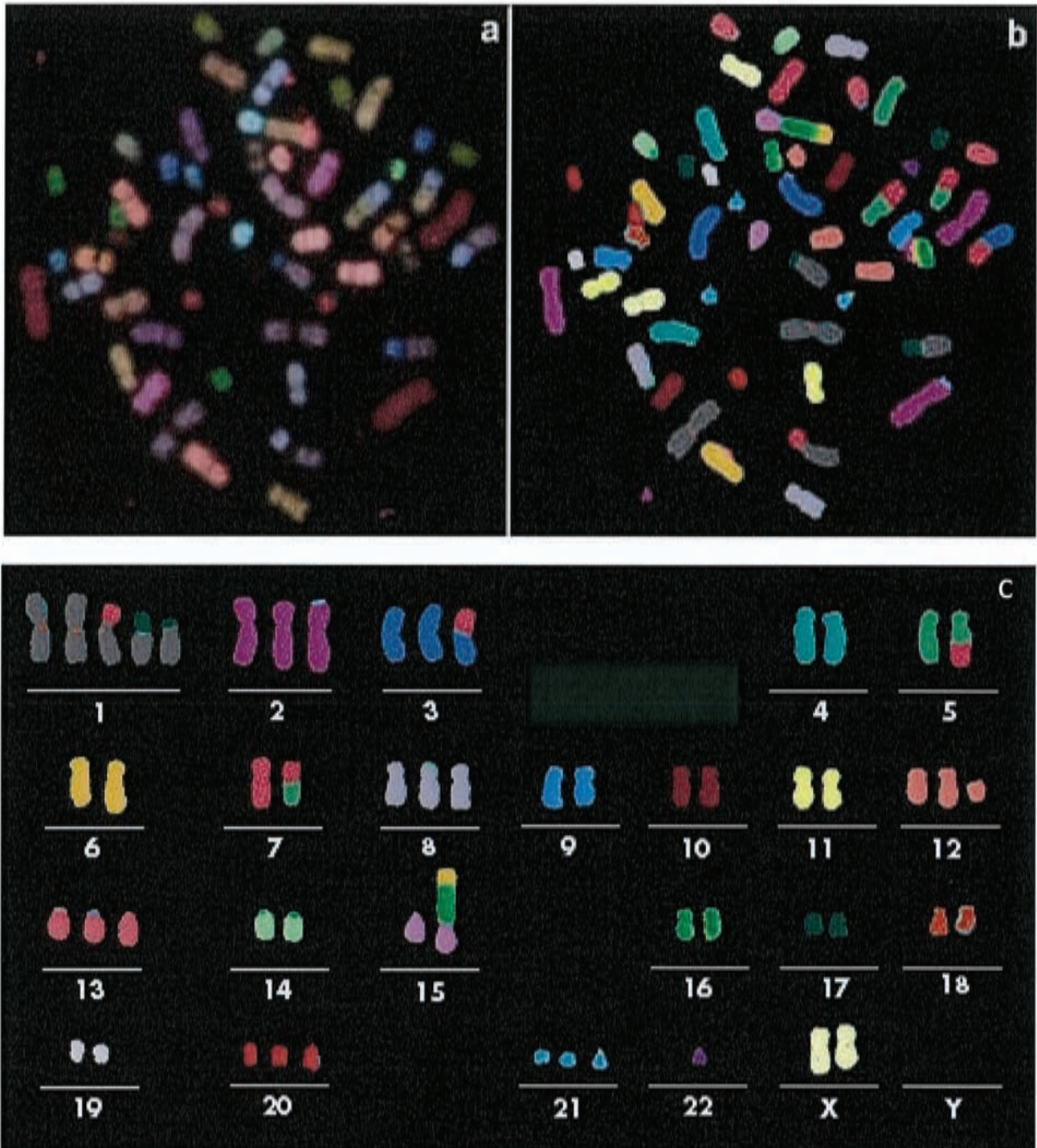
Le PSA est une sérine protéase de 32 kDa monocaténaire produite par l'épithélium sécrétoire de la glande prostate. Le PSA est normalement sécrété dans le liquide séminal et joue un rôle fonctionnel dans le clivage des vésicules séminales et la liquéfaction du coagulum séminal. L'augmentation de la concentration en PSA dans le sérum indique une pathologie prostatique incluant l'hyperplasie prostatique bénigne et le cancer de la prostate. Le dosage du PSA est maintenant largement utilisé pour la détection et la gestion des patients atteints d'un cancer de la prostate. Cet antigène est considéré comme le marqueur sérologique majeur dans le cancer de la prostate.

Document 3 A : extrait de la fiche technique de CanAg PSA libre EIA, FUJIREBIO Diagnostics .



Document 3 B : évolution du taux de PSA dans différents contextes pathologiques.

1 : évolution du taux de PSA dans des contextes sains et pathologiques, avant diagnostic. **2 :** évolution du taux de PSA après traitement local d'un cancer de la prostate par prostatectomie : la courbe verte est la courbe vers la guérison, la courbe violette montre la présence de métastases méconnues. Les courbes oranges et rouges montrent la présence de tissu tumoral en dehors des limites prostatiques. **3 :** mesure de la survie post-traitement en fonction du temps, selon le taux de PSA sérique.



Document 4 : caryotype d'une cellule humaine issue d'une tumeur maligne hépatique révélé par FISH multiplex (M-FISH : hybridation *in situ* en fluorescence multiple).

a : image après révélation. b : image après traitement à l'ordinateur. c : caryotype classé de la même cellule. Parmi les aberrations multiples observées, certaines sont caractéristiques de formes particulières de cancer du foie.

Source : Institut für Anthropologie und Humangenetik

**Détection de mutations tumorales par un simple prélèvement sanguin :
 une méthode simple, plus rapide et de faible coût développée par un chercheur montpellierain**

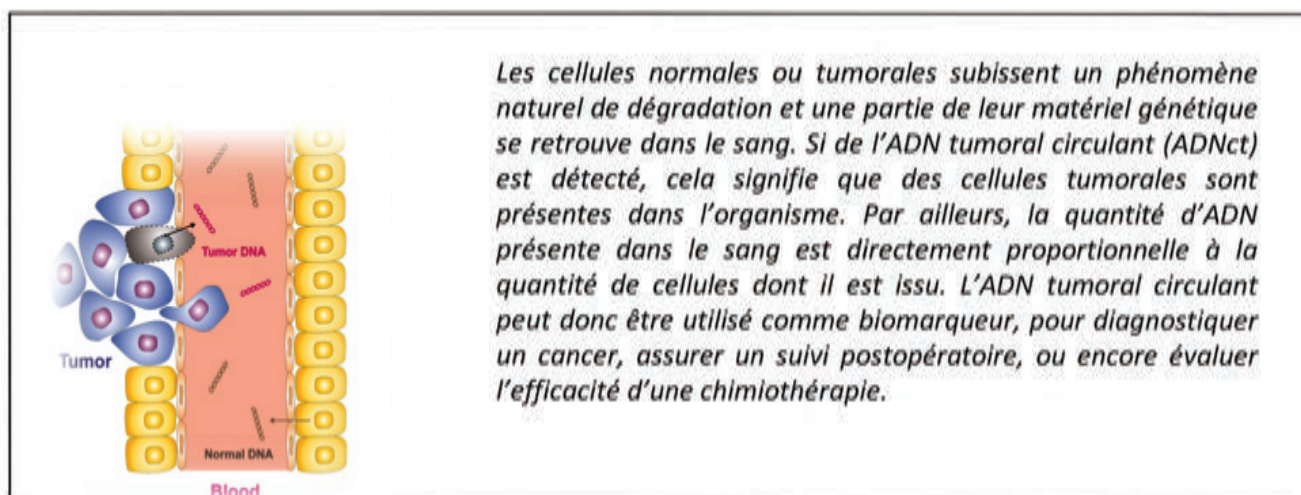
Un chercheur de Montpellier a validé une avancée révolutionnaire pour une prise en charge personnalisée des cancers : la recherche des mutations des cellules tumorales peut maintenant se faire à partir d'un simple prélèvement sanguin. Alain Thierry, chargé de recherche INSERM à l'Institut de Recherche de Cancérologie de Montpellier (IRCM), a publié ces résultats le 23 mars dans la prestigieuse revue *Nature Medicine*.

Certaines mutations tumorales sont actuellement recherchées pour déterminer la sensibilité des patients atteints d'un cancer colorectal métastatique à leurs traitements. Il s'agit ainsi de proposer au patient une thérapie adaptée, en réduisant sa toxicité, et au système de santé une diminution des coûts. Alain Thierry et son équipe ont conçu un test sanguin qui pourrait remplacer l'analyse des tissus tumoraux dans la recherche des mutations. En effet, de faibles quantités d'ADN provenant directement des tumeurs circulent dans le sang d'individus atteints de cancer. Ce test, nommé Intplex®, consiste à analyser spécifiquement l'ADN tumoral circulant (ADNct, voir encadré) libéré par les cellules tumorales.

Les avantages de ce test sanguin sont multiples. L'analyse de l'ADN circulant :

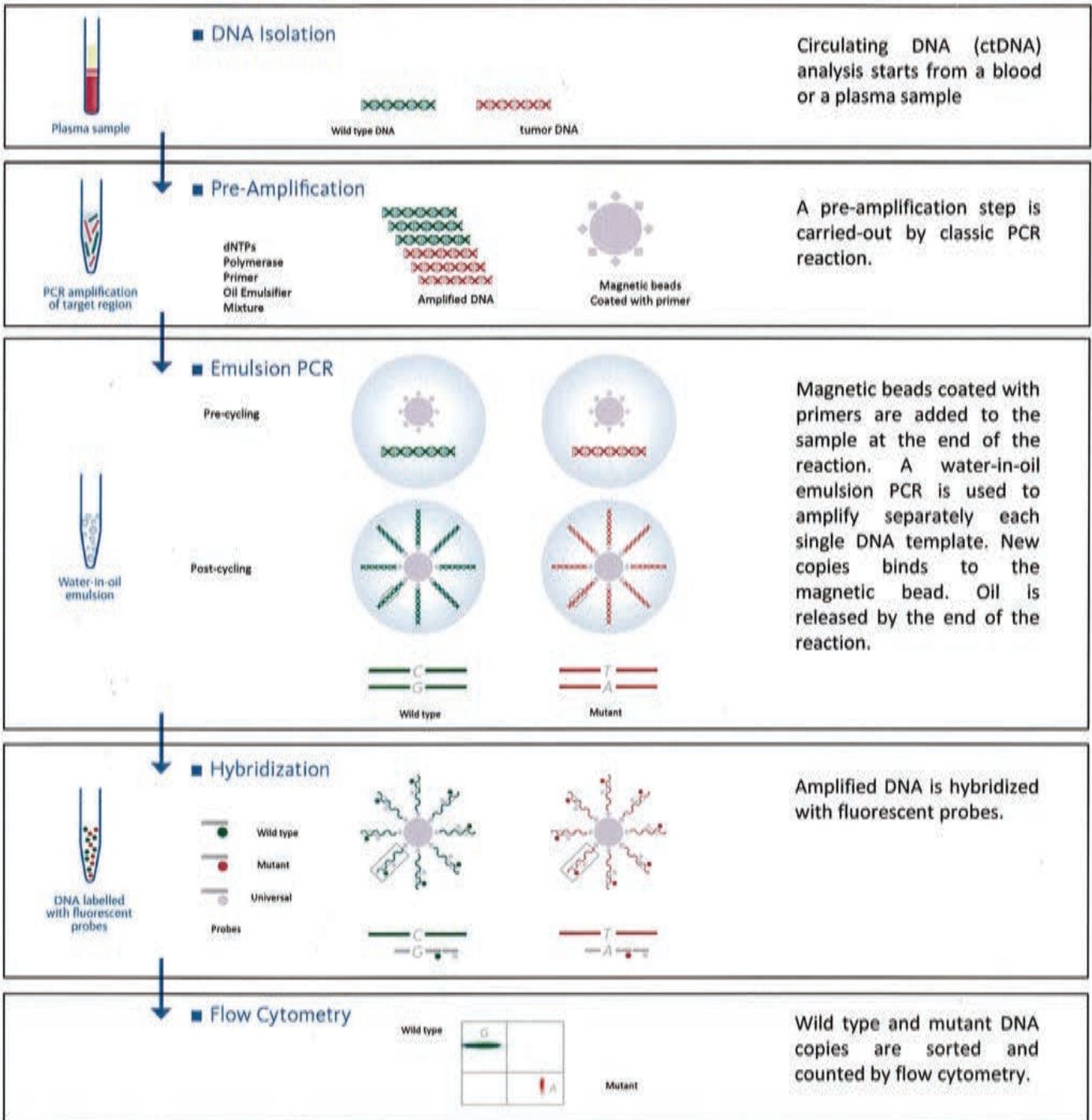
- permet l'analyse moléculaire de tumeurs non opérables,
- est très peu invasive,
- peut être peu coûteuse et apporter des résultats rapides,
- permet de remplacer la biopsie du tissu métastatique potentiellement à risque,
- permet une photographie en temps réel de la tumeur en place, alors que les métastases peuvent être traitées à partir de données antérieures sur tumeurs primaires,
- permet, grâce à son unique capacité à être répétée, de détecter les mutations qui émergent au cours des traitements ciblés et qui sont responsables de la résistance aux traitements.

Le rendu du résultat du test sanguin est de 2 jours en moyenne, alors qu'il est d'au moins 11 jours pour les analyses à partir du tissu tumoral. De plus, ce test peut être adapté à toute autre mutation préalablement connue et donc à tout autre type de cancer. Enfin, ce test pourrait aussi, par des données quantitatives, permettre de mesurer le pronostic du patient, ses éventuelles récurrences, les résistances au traitement.



Document 5 : extrait d'un communiqué de presse de l'INSERM du 31/03/2014.

Pour en savoir plus : *Clinical validation of the detection of KRAS and BRAF mutations from circulating tumor DNA. Nature Medicine. doi:10.1038/nm.3511*



Document 6A : principe de la BEAMing PCR appliquée à la détection de mutations dans l'ADN circulant.

BEAMing stands for Beads, Emulsions, Amplification, and Magnetics.

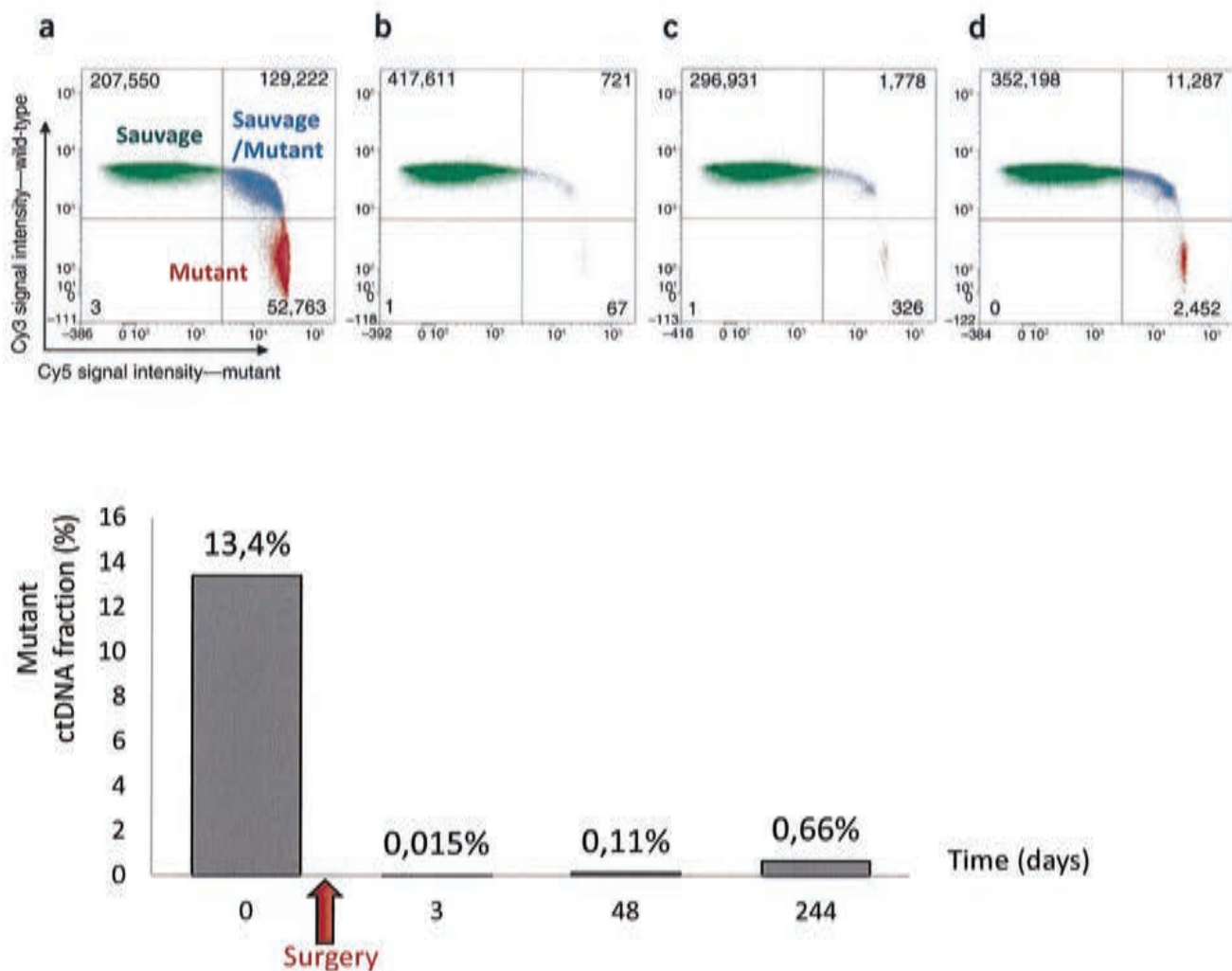
BEAMing Digital PCR technology combines emulsion PCR with magnetic beads and flow cytometry for the highly sensitive detection of mutant tumor DNA molecules.

The core process is the transformation of a population of DNA molecules into a population of beads each coated with thousands of copies of identical sequences.

Up to 300 million PCR compartments can be generated from one reaction.

The technology has the capacity to detect and enumerate mutant and wild-type DNA when present at ratios greater than 1:10,000 (0.01 %).

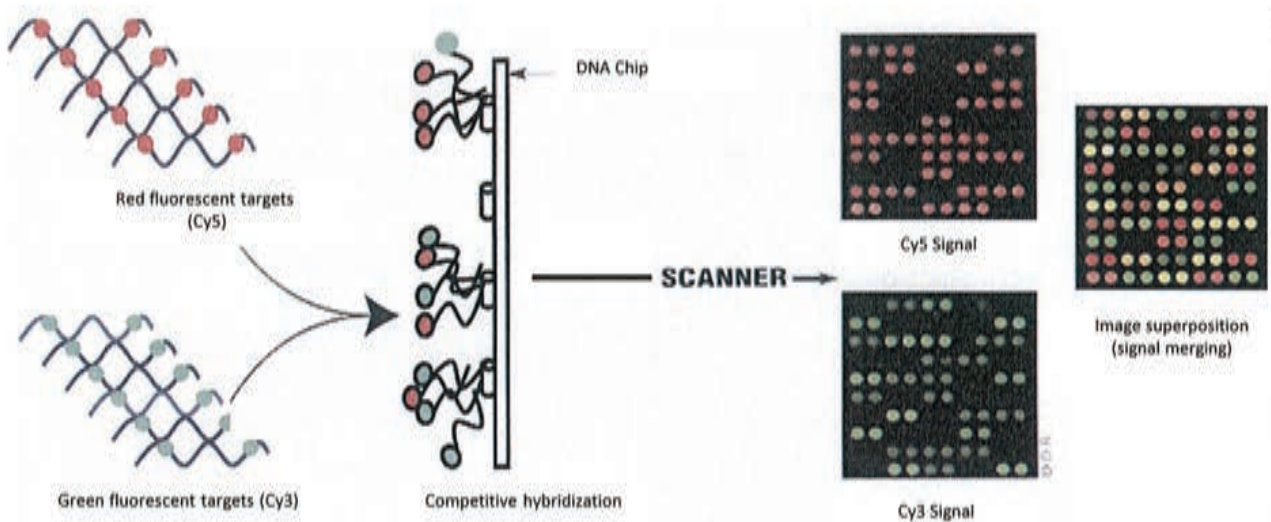
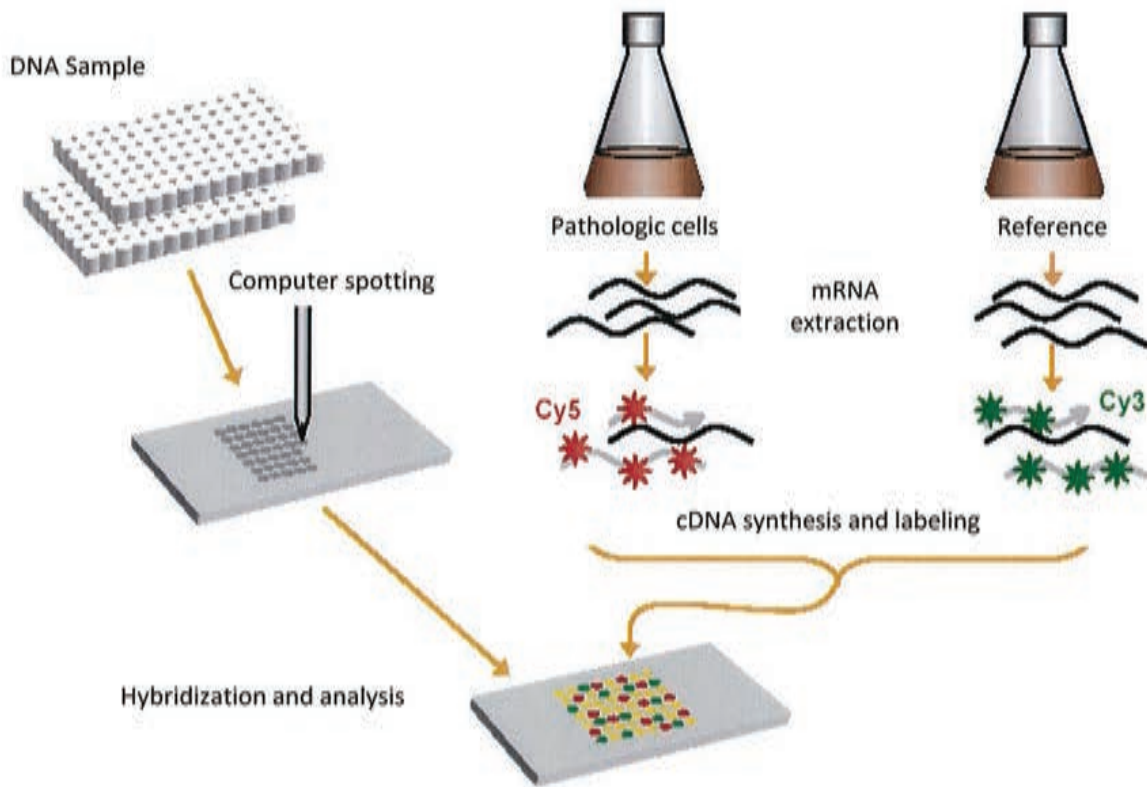
Source : Sysmex Inostics GmbH



Document 6B: quantification de l'ADN tumoral circulant (ctDNA) et normal dans le cadre du suivi de l'évolution du cancer colorectal chez des patients ayant subi une chirurgie. (Données issues d'une analyse de cytométrie de flux après BEAMing PCR sur le plasma d'un patient).

The four graphs illustrate the data obtained from a subject suffering from colorectal cancer at different time points during treatment. The green and red dots represent beads bound to wild-type and mutant fragments, respectively. The blue dots represent beads bound to both wild-type and mutant fragments resulting from their inclusion in an emulsion microdroplet that contained both wild-type and mutant DNA templates. Numbers in each quadrant represent events for each population measured. **(a)** Before surgery, the fraction of mutant DNA fragments was 13.4 %. **(b)** After surgery (day 3), the fraction of mutant DNA fragments dropped to 0.015 %. **(c)** After surgery (day 48), the fraction of mutant DNA fragments increased to 0.11 %, suggesting disease recurrence. **(d)** On day 244, the subject had progressive disease and the fraction mutant DNA fragments increased further to 0.66 %.

D'après : *Circulating mutant DNA to assess tumor dynamics*. Frank Diehl et al. *Nat Med* 2008 Sep 31;14(9):985-90.



Document 7A : principe d'une analyse globale du transcriptome par une approche de puces à ADN.

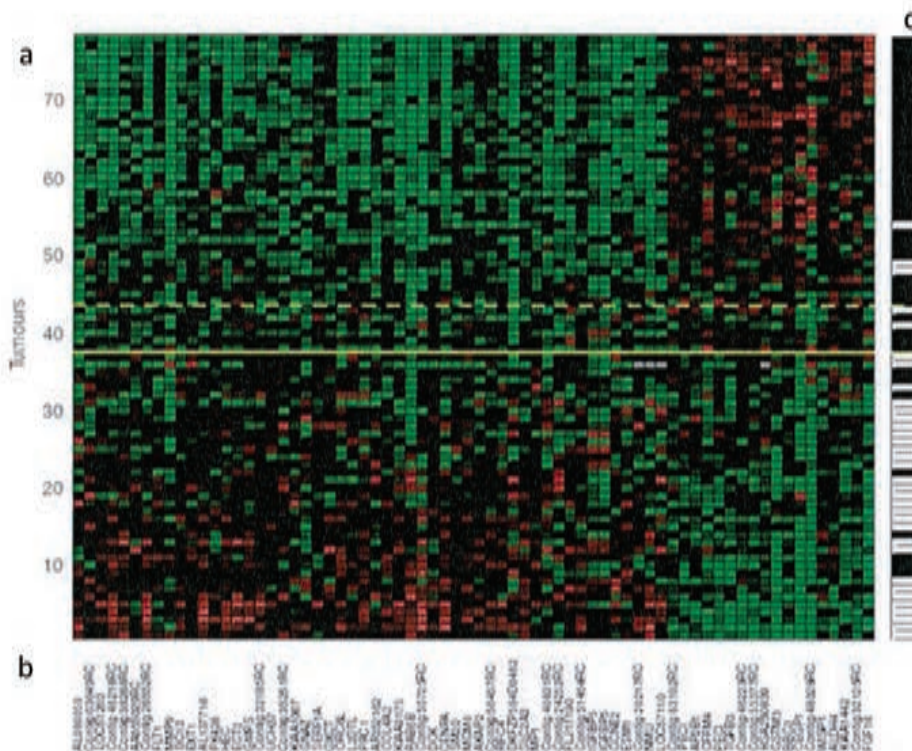
Two-color microarrays or two-channel microarrays are typically hybridized with cDNA prepared from two samples to be compared (e.g. diseased tissue versus healthy tissue) and that are labeled with two different fluorophores. Fluorescent dyes commonly used for cDNA labeling include Cy3, which has a fluorescence emission wavelength of 570 nm (corresponding to the green part of the light spectrum), and Cy5 with a fluorescence emission wavelength of 670 nm (corresponding to the red part of the light spectrum). The two Cy-labeled cDNA samples are mixed and hybridized to a single microarray that is then scanned in a microarray scanner to visualize fluorescence of the two fluorophores after excitation with a laser beam of a defined wavelength. Relative intensities of each fluorophore may then be used in ratio-based analysis to identify up-regulated and down-regulated genes.

Cancer du sein : moins de chimiothérapies inutiles grâce à un test génétique pronostique MammaPrint.

De nombreuses patientes atteintes d'un cancer du sein à un stade précoce pourraient éviter la chimiothérapie adjuvante grâce à l'utilisation du test génétique pronostique MammaPrint (Agendia), selon le vaste essai européen prospectif **MINDACT** (Microarray for Node-Negative Disease May Avoid Chemotherapy Trial). Suite à ces résultats, le gouvernement français vient d'annoncer le remboursement de ce type de tests dans le cadre hospitalier.



Document 7B : extrait d'une publication sur Thasso.com du 17 Mai 2016



Document 7C : profil d'expression de 70 gènes sélectionnés et classés en fonction de la probabilité de récurrence d'un cancer du sein. Analyses par puces à ADN préliminaires à la mise au point du test MammaPrint®.

D'après Gene expression profiling predicts clinical outcome of breast cancer. Laura J. van 't Veer et al. Nature 415, 530-536 (31 January 2002).

a : expression data matrix of 70 prognostic marker genes from tumors of 78 breast cancer patients. Each row represents a tumor and each column a gene, whose name is indicated in **b**. Genes are ordered according to their correlation coefficient with the two prognostic groups. Tumors are ordered by the correlation to the average profile of the good prognosis group (middle panel). Red indicates up regulation, green down regulation, black no change, and grey no data available.

The metastasis status for each patient is shown in the right panel (**c**): white indicates patients who developed distant metastases within 5 years after the primary diagnosis; black indicates patients who continued to be disease-free for at least 5 years. Above the yellow line patients have a good prognosis signature, below the dashed line the prognosis signature is poor.

Enzymologie appliquée	
Objectifs de formation et supports théoriques	Compétences transversales et technologiques
<p>Dosage de substrats par méthode en point final :</p> <ul style="list-style-type: none"> . notions de réaction principale (Indicatrice ou non) et de réaction auxiliaire, . notion de chromogène ou coenzyme d'oxydo-réduction (NADH,H+ ou NADPH,H+) absorbant dans l'UV, . spectres d'absorption de chromophores : de NADH ou NADPH, ou autre molécule (quinonéine, etc.), . notion de réaction totalement déplacée, . notion de substrat limitant. <p>L'objectif de cette partie est de mettre en évidence que l'enzyme est un outil spécifique pour doser un substrat dans des conditions où le substrat à doser est limitant et où il doit être totalement consommé.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Identifier les réactions principale, auxiliaire et indicatrice dans un protocole de dosage de substrat. - Analyser les conditions expérimentales d'un coffret de dosage de substrat permettant un dosage en point final. - Déterminer une longueur d'onde de travail à l'aide d'un spectre. - Réaliser expérimentalement le dosage d'une substance d'intérêt avec ou sans étalon.
<p>- Dosage d'enzyme par mesure d'activité enzymatique :</p> <ul style="list-style-type: none"> . influence de la concentration en enzyme sur l'activité enzymatique, . notion de substrat saturant, . concentration d'enzyme limitante. <p>On s'attachera à mettre en évidence que les conditions expérimentales du dosage d'enzyme nécessitent que l'enzyme à doser soit le facteur limitant. Le substrat doit être saturant si l'on souhaite effectuer la mesure en conditions optimales. Il est cependant possible de comparer deux activités enzymatiques en condition non saturante.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Déterminer une activité enzymatique dans un milieu biologique : . méthode cinétique en continu, . méthode cinétique « deux points ». - Analyser les conditions expérimentales d'un dosage d'enzyme dans un coffret de dosage. - Exploiter le résultat d'une concentration d'activité catalytique à l'aide de valeurs de référence dans un but diagnostic ou de contrôle industriel.
<p>- Inhibition de la catalyse enzymatique :</p> <ul style="list-style-type: none"> . représentations graphiques et influence sur les paramètres cinétiques, . inhibition compétitive, . inhibition non compétitive, . notion d'analogie structural d'un substrat. <p>Il s'agit ici de montrer comment l'utilisation des paramètres cinétiques permet d'identifier le type d'inhibition.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Représenter en parallèle une courbe en présence et en absence d'inhibiteur. - Identifier le type d'inhibition à partir des résultats graphiques et/ou des paramètres cinétiques.
<p>- Activité catalytique a une enzyme :</p> <ul style="list-style-type: none"> . activité catalytique ($z_{(a)}$) : définitions de l'unité internationale (U) et de l'unité du système international le katal (kat), . concentration d'activité catalytique ($b_{(a)}$), . activité catalytique spécifique, . activité catalytique molaire, . influence de la concentration en enzyme sur la vitesse initiale. <p>On veillera à indiquer l'intérêt d'exprimer les différentes formes d'activités catalytiques. La détermination de l'activité spécifique permet de comparer deux préparations enzymatiques.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Déterminer expérimentalement une concentration d'activité enzymatique dans des conditions expérimentales données. - Doser les protéines totales dans une préparation enzymatique. - Exprimer les différentes activités avec leurs unités.
Analyse immunologique des échantillons biologiques	
Objectifs de formation et supports théoriques	Compétences transversales et technologiques
<ul style="list-style-type: none"> - Spécificité de la réaction antigène-anticorps. - Paramètres d'influence de la réaction antigène-anticorps (pH, concentration relative, nature du support, etc.). - Validation des techniques. - Principes des techniques immunologiques : <ul style="list-style-type: none"> • Approche qualitative (détection ou dépistage), • Approche quantitative (dosage ou titrage). 	<ul style="list-style-type: none"> - Caractériser la spécificité de la réaction. - Réaliser une réaction antigène-anticorps en tenant compte des paramètres d'influence. - Réaliser une réaction antigène-anticorps pour mettre en évidence un antigène ou un anticorps. - Réaliser une méthode immunologique de quantification ; mettre en œuvre une gamme de dilution géométrique. - Choisir les témoins pour valider la technique ; témoin de spécificité, témoin d'efficacité. - Contrôler la technique. <p>Deux techniques de principes différents seront réalisées au minimum.</p>

Document 8 : extrait du programme d'enseignement de Biotechnologies, classe de terminale de la série technologique STL. *B.O. spécial n°8 du 13 Octobre 2011*