

Thèse
Pour le diplôme d'état de
Docteur en pharmacie

Par
Hervé Jourdan

Présenté et soutenue publiquement le 3 juin 2013

**Amélioration du Contrôle Qualité des lecteurs de
glycémie capillaire au CHU de Nantes**

Président : A. Pineau PU-PH Toxicologie UFR des Sciences Pharmaceutiques
et Biologiques Nantes et CHU Nantes

Membres du jury : E. Bigot-Corbel MCU-PH Biochimie UFR des Sciences Pharma-
ceutiques et Biologiques Nantes et CHU Nantes

J.L. Orsonneau Praticien Hospitalier en Biochimie CHU Nantes

C. Yvorra, Pharmacien d'officine titulaire à Rezé

Remerciements

**A Monsieur Pineau,
Pour son soutien depuis la reprise de mes études**

**A Madame Bigot-Corbel,
Pour toute l'aide et le temps qu'elle a bien voulu me consacrer**

**A Madame Delaroche,
Pour ses conseils éclairés**

A Florence,

A Agathe et Amaury,

A mes parents,

0 TABLE DES MATIERES

0	TABLE DES MATIERES	4
1	INTRODUCTION	8
2	LE DIABETE	8
2.1	DEFINITIONS	8
2.1.1	GLYCEMIE	8
2.1.2	DIABETES SUCRES	8
2.2	PHYSIOPATHOLOGIE	8
2.2.1	DIABETE DE TYPE 1	8
2.2.2	DIABETE DE TYPE 2	9
2.2.3	DIABETE GESTATIONNEL	9
2.3	COMPLICATIONS	9
2.3.1	COMPLICATIONS AIGUËS	9
2.3.2	COMPLICATIONS CHRONIQUES	9
2.3.3	NEUROPATHIES	10
2.4	SUIVI ET PREVENTION	10
2.4.1	CONTROLE DU TAUX D'HEMOGLOBINE GLYQUEE	10
2.4.2	CONTROLE DE LA GLYCEMIE	11
2.4.3	CONTROLES URINAIRES	11
3	LES LECTEURS DE GLYCEMIE CAPILLAIRE	11
3.1	INTRODUCTION	11
3.2	PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT	12
3.2.1	METHODE PHOTOMETRIQUE	12
3.2.2	METHODE ELECTROCHIMIQUE	13
3.2.3	AUTRES REACTIONS	14
3.2.4	CALIBRATION	14
3.3	UTILISATION EN VILLE	15
3.4	UTILISATION A L'HOPITAL	16
4	LE CONTROLE QUALITE A L'HOPITAL	17
4.1	QUALITE ET ASSURANCE QUALITE	17
4.2	CADRE LEGAL DES ANALYSES MEDICALES	17
4.3	ANALYSE DE BIOLOGIE DELOCALISEE	18
4.4	CONTROLE DE QUALITE INTERNE ET EXTERNE	19
4.5	NOTIONS DE METROLOGIE	19
4.5.1	EXACTITUDE	19
4.5.2	JUSTESSE	20
4.5.3	FIDELITE	20
5	CONTROLE QUALITE DES AGC AU CHU DE NANTES	21
5.1	PARC DE LECTEURS	21
5.2	PROTOCOLES DE CONTROLE	21
5.3	ECART MAXIMAL	22
5.4	APPROCHE CLINIQUE	23
5.5	NATURE DES ERREURS	25
5.5.1	ERREURS PRE-ANALYTIQUES	25

5.5.2	ERREURS ANALYTIQUES	25
5.5.3	ERREURS POST-ANALYTIQUES	26
6	ANALYSE ET AMELIORATIONS	26
6.1	ORIGINE DES ERREURS	26
6.1.1	DEFAUT DE FORMATION	27
6.1.2	DEFAUT DE SENSIBILISATION	27
6.1.3	DEFAUT DE CERTIFICATION	27
6.2	DEFINITION DES OBJECTIFS	27
6.3	AMELIORATION DU PROTOCOLE	27
6.3.1	RELANCE DES SERVICES	27
6.3.2	CONTROLES NON REALISES (NC)	28
6.3.3	PERIODE DE VALIDITE	28
6.4	AMELIORATION DES BONS DE DEMANDE	29
6.4.1	JUSTIFICATION DU CONTROLE	29
6.4.2	DEMANDE DE CALIBRATION	29
6.4.3	MODE OPERATOIRE DU CONTROLE	29
6.5	AMELIORATION DES RAPPORTS MENSUELS	30
6.5.1	CONTROLES NON REALISES (NC)	30
6.5.2	TAUX DE REPOSE	31
6.5.3	STATISTIQUES DETAILLES	31
6.5.4	VALIDITE DES LECTEURS	32
6.6	PERSPECTIVES	32
6.6.1	EVALUATION DES OPERATEURS	32
6.6.2	GRILLE D'ERREUR DE CLARKE OU EQUIVALENT	33
7	TRAITEMENT INFORMATIQUE DES DONNEES	33
7.1	ETAT DES LIEUX	33
7.1.1	MANQUE DE SOUPLESSE	35
7.1.2	INCOHERENCE DES RESULTATS	35
7.1.3	RISQUE D'ALTERATION DU FICHIER	36
7.1.4	INTEGRATION LIMITEE	36
7.2	CAHIER DES CHARGES	36
7.2.1	EVOLUTIVITE DU PARC DE LECTEURS	37
7.2.2	UNITE DU TRAITEMENT ET DES RESULTATS	37
7.2.3	PROTECTION VIS-A-VIS DE L'UTILISATEUR	37
7.2.4	PORTABILITE DES DONNEES	37
7.3	OPTIONS TECHNIQUES	37
7.3.1	BASE DE DONNEES ET LOGICIEL DEDIE	37
7.3.2	BASE DE DONNEES ET SERVEUR INTRANET	38
7.3.3	MICROSOFT ACCESS°	38
7.3.4	MICROSOFT EXCEL°	39
7.4	CONCLUSION	39
8	GUIDE D'UTILISATION AU QUOTIDIEN	40
8.1	PREPARATION DU FICHIER	40
8.1.1	SAISIE DES MESURES	40

8.2	GESTION DES EQUIPEMENTS	41
8.3	GESTION DES RAPPORTS	41
8.4	EDITION DES RESULTATS	42
9	MODIFICATION DES CALCULS ET DES GRAPHIQUES	43
9.1	IDENTIFICATION DU RAPPORT	43
9.2	RESULTATS PAR LECTEUR	43
9.3	CONSTRUCTION DU GRAPHIQUE DU SERVICE	43
9.4	CONSTRUCTION DU GRAPHIQUE TOUS SERVICES	44
9.5	ELEMENTS STATISTIQUES	44
9.6	EXEMPLE 1 : LISTE DES EQUIPEMENTS NON CONFORMES	44
9.7	EXEMPLE 2 : STATISTIQUES DETAILLEES	45
10	DEVELOPPEMENT INFORMATIQUE	45
10.1	RAPPELS DE PROGRAMMATION	46
10.1.1	LES LANGAGES IMPERATIFS	46
10.1.2	LES LANGAGES OBJETS	46
10.1.3	PROGRAMMATION EVENEMENTIELLE	47
10.2	PROGRAMMATION EN VBA	47
10.2.1	LA PROGRAMMATION DE FONCTIONS	47
10.2.2	LA PROGRAMMATION DE MACROS	48
10.2.3	POINT DE VUE DE L'UTILISATEUR	49
10.3	LOGIQUE DE FONCTIONNEMENT	49
10.3.1	APPROCHE CLASSIQUE	49
10.3.2	APPROCHE DYNAMIQUE	49
10.4	ORGANISATION DES DONNEES	50
10.4.1	SAISIE DES MESURES	50
10.4.2	PARAMETRAGE DES RAPPORTS	50
10.5	RECUPERATION DES MESURES	51
10.6	RECHERCHE DES EQUIPEMENTS	51
10.7	CALCUL DES STATISTIQUES	53
10.7.1	STATISTIQUES DU RAPPORT	53
10.7.2	STATISTIQUES GLOBALES	53
10.8	UTILISATION DES RESULTATS	53
10.8.1	IMPRESSION DES RAPPORTS	53
10.8.2	TABLEAU DE BORD	53
10.9	EXEMPLE : CHANGEMENT DU CRITERE DE VALIDATION	55
11	QUELQUES FONCTIONS UTILES	56
11.1	MIN (A ; B)	56
11.2	MAX (A ; B)	57
11.3	TRY (EXPR ; DEFAULT)	57
11.4	IFEMPTY (EXPR ; DEFAULT)	57
12	CONCLUSION	57
13	ANNEXES	58
13.1	BONS DE REPONSE CT1	58
13.2	BON DE DEMANDE CT1 Bis	59

13.3	BON DE DEMANDE CT2	60
13.4	RAPPORT MENSUEL (P1)	61
13.5	RAPPORT MENSUEL (P2)	62
13.6	RAPPORT MENSUEL (P3)	63
13.7	RAPPORT MENSUEL (COMPACT)	64
13.8	CODE SOURCE DES FONCTIONS	65
13.9	CODE SOURCE DES MACROS	70
13.9.1	MACROS DE LA FEUILLE DONNEE	70
13.9.2	MACROS DE LA FEUILLE RAPPORT	71
13.9.3	MACROS DE LA FEUILLE THISWORKBOOK	75
13.10	LISTE DES PLAGES DE CELLULES NOMMEES	76
13.11	AIDE EXCEL : LA FONCTION INDEX	77
13.11.1	FORME MATRICIELLE	77
13.11.2	FORME REFERENTIELLE	77
14	ILLUSTRATIONS	79
15	BIBLIOGRAPHIE	81

1 INTRODUCTION

Les services hospitaliers utilisent en routine des lecteurs de glycémie capillaire. Cette pratique s'est considérablement développée depuis quelques années notamment du fait de la prise en charge systématique des patients non diabétiques en plus des patients diabétiques.

L'acquisition instantanée d'une mesure présente de nombreux avantages pour le personnel soignant et le patient, mais constitue un détournement d'usage de matériels destinés à l'origine à l'auto surveillance glycémique par le patient diabétique.

Par ailleurs cette délocalisation des analyses nécessite une coopération et une coordination entre les services cliniques et le laboratoire d'analyses médicales, ceci afin d'assurer la fiabilité des mesures dans le cadre rigoureux d'un contrôle qualité.

L'objectif de ce travail est de présenter un état des lieux du contrôle qualité réalisé au CHU de Nantes et d'expliquer les améliorations qui ont été apportées au cours des six mois de stage que j'ai passés au laboratoire de Biochimie de l'hôpital Laennec.

J'ai porté une attention particulière à la description du logiciel que j'ai développé et qui est maintenant utilisé depuis plusieurs années. Un manuel utilisateur à plusieurs niveaux permettra à chacun de tirer le meilleur parti de cet outil, qu'il s'agisse de l'externe en pharmacie, du responsable de la qualité ou d'un informaticien souhaitant le faire évoluer.

2 LE DIABETE

2.1 DEFINITIONS

2.1.1 GLYCEMIE

La glycémie est la concentration en glucose dans le sang. Chez le sujet normal, la glycémie à jeun se situe entre 3,9 et 5,5 mmol/L (entre 0,7 g/L et 1,00 g/L). Après le repas, la glycémie augmente sans dépasser 7,8 mmol/L (1,40 g/L).

2.1.2 DIABETES SUCRES

Les diabètes sucrés se définissent par l'existence d'une hyperglycémie chronique résultant d'un défaut de sécrétion et/ou d'un défaut d'activité de l'insuline. Le diagnostic est posé lorsque la glycémie à jeun est supérieure à 7,0 mmol/L (1,26 g/L) à deux reprises. Une glycémie à jeun supérieure à 6,10 mmol/L (1,10 g/L) indique cependant déjà une intolérance au glucose qu'il convient d'explorer.

2.2 PHYSIOPATHOLOGIE

2.2.1 DIABETE DE TYPE 1

Le diabète de type 1 correspond à un déficit de sécrétion d'insuline conséquence de la destruction des cellules β des îlots de Langerhans par un processus auto-immun, et qui survient de façon aiguë le plus souvent chez l'enfant et l'adulte jeune.

Le déficit en insuline ne permet plus au glucose de pénétrer dans la cellule ce qui a plusieurs conséquences :

- Une hyperglycémie, une diurèse osmotique, une polyurie, une déshydratation
- Une carence cellulaire en glucose, une protéolyse, une lipolyse, une production de corps cétoniques, une acidose métabolique

Le patient ressent une soif intense, et s'amaigrit. Le diabète est le plus souvent découvert lorsque le patient tombe dans le coma.

2.2.2 DIABETE DE TYPE 2

Le diabète de type 2 correspond à une insulino résistance. Il s'agit d'une maladie héréditaire, à développement progressif à partir de 40 ans, le plus souvent chez un sujet obèse et sédentaire. Le patient peut rester très longtemps asymptomatique. Des signes cardio-vasculaires sont très généralement associés : hypertension, dyslipidémie, obésité androïde.

2.2.3 DIABETE GESTATIONNEL

Le diabète gestationnel est une intolérance au glucose qui apparaît au cours de la grossesse et qui peut s'installer définitivement ou disparaître après l'accouchement. Le diabète gestationnel est considéré comme un problème de santé publique de part sa fréquence (3%) et les conséquences pour le fœtus et pour la mère. Il correspond à une insulino-résistance plus importante que celle observée physiologiquement, non compensée par une augmentation de la sécrétion d'insuline.

2.3 COMPLICATIONS

2.3.1 COMPLICATIONS AIGUËS

On doit bien sûr citer en premier lieu l'épisode hypoglycémique, complication très fréquente chez le patient diabétique traité. Cet événement est en effet causé par la thérapeutique mise en œuvre lorsque celle-ci est délivrée à dose inadaptée, qu'il s'agisse d'une injection d'insuline (ou analogues) ou de la prise orale de sulfamide hypoglycémiant (diabète de type 2). L'hypoglycémie peut rapidement conduire à un coma pouvant être mortel.

Les autres complications aiguës du diabète sont la décompensation par acidocétose (diabète de type 1) et le coma hyper-osmolaire (type 2).

Enfin, les biguanides utilisés pour traiter le diabète de type 2 peuvent causer une acidose lactique très grave dans certaines situations (insuffisance respiratoire, insuffisance hépatique, accumulation de metformine, etc.)

2.3.2 COMPLICATIONS CHRONIQUES

La présence de glucose en excès dans le sang est responsable de la glycation irréversible de protéines et de la production de produits finaux de glycation selon une réaction de Maillard. Ces produits qui ne peuvent être détruits par les protéases, s'accumulent notamment dans la cellule et modifient ses propriétés. Ce mécanisme est à l'origine des complications chroniques du diabète.

2.3.2.1 MACRO ANGIOPATHIES

Il s'agit d'une altération accélérée des artères par accumulation de plaques d'athéromes, entraînant une perte d'élasticité et le développement de calcifications. Les complications bien connues de ces altérations sont l'hypertension artérielle, les coronaropathies et l'artériopathie des membres inférieurs.

2.3.2.2 MICRO ANGIOPATHIES

Il s'agit d'une atteinte des petits vaisseaux qui se manifeste cliniquement en particulier au niveau des reins et des yeux :

- La néphropathie diabétique se traduit par l'apparition d'une protéinurie non sélective que l'on estime par mesure de la micro albuminurie ; cette complication évolue vers l'insuffisance rénale chronique (IRC)
- La rétinopathie diabétique est causée par l'occlusion des capillaires rétiniens et la prolifération de néo vaisseaux que l'on explore par un fond d'œil régulier ; cette complication peut évoluer vers la cécité

2.3.3 NEUROPATHIES

La neuropathie diabétique se traduit par une atteinte du système nerveux périphérique pouvant entraîner des douleurs, des troubles sensitifs ou des troubles moteurs, soit sous forme diffuse (polynévrite), soit sous forme ciblée (mononévrite). L'atteinte la plus courante concerne les nerfs du pied dont l'aboutissement est le mal perforant.

Le système nerveux végétatif est également atteint entraînant des symptômes divers qui dépendent de l'organe concerné (tachycardie, atteinte sudorale, troubles digestifs, atteinte vésicale, impuissance, etc.)

2.4 SUIVI ET PREVENTION

2.4.1 CONTROLE DU TAUX D'HEMOGLOBINE GLYQUEE

Le taux d'hémoglobine glyquée HbA_{1c} reflète la glycémie moyenne du patient au cours des trois derniers mois selon la correspondance suivante :

Valeur HbA _{1c}	Glycémie moyenne
6 %	1.2 g/L
7 %	1.5 g/L
8 %	1.8 g/L
9 %	2.10 g/L
10 %	2.40 g/L

FIGURE 1 - CORRESPONDANCE HbA_{1c} ET GLYCEMIE MOYENNE

C'est l'examen de référence permettant d'apprécier l'équilibre glycémique et d'évaluer la prise en charge du diabète par la thérapeutique et les mesures hygiéno-diététiques. Par ail-

leurs une baisse de la valeur de l'HbA_{1c} correspond directement à une réduction de l'installation et de la gravité des complications chroniques.

Les recommandations de la Haute Autorité de Santé (HAS) concernant l'HbA_{1c} cible dans le diabète de type 2 sont les suivantes (en janvier 2013) :

Diabète de type 2 (cas général)	Inférieur à 7%
Diabète de type 2 nouvellement diagnostiqué ET espérance de vie supérieure à 15 ans ET pas d'antécédents cardio-vasculaires	Inférieur à 6,5%
Diabète de type 2 avec une comorbidité grave OU des complications macro vasculaires évoluées OU des hypoglycémies provoquées par la thérapeutique	Inférieur à 8%

FIGURE 2 – OBJECTIF DE TAUX D'HbA_{1c}

2.4.2 CONTROLE DE LA GLYCEMIE

Le contrôle de la glycémie donne une image instantanée qui présente peu d'intérêt en ce qui concerne les complications chroniques. Par contre, c'est l'outil essentiel permettant la régulation au plus juste de la glycémie chez un diabétique de type 1.

Dans le chapitre suivant consacré aux lecteurs de glycémie, nous reviendrons plus en détail sur l'utilisation du contrôle de glycémie en ville selon le type de diabète ainsi que dans les services hospitaliers.

2.4.3 CONTROLES URINAIRES

Le dosage de la micro-albuminurie est pratiqué en laboratoire. Il permet au médecin d'évaluer l'apparition et l'évolution de la néphropathie.

La mesure des corps cétoniques dans les urines (cétonurie) est un test facile à réaliser permettant au patient d'auto évaluer la présence et la gravité d'une acidocétose et de prendre les mesures nécessaires le cas échéant (hydratation, injection d'insuline, prise en charge médicale).

3 LES LECTEURS DE GLYCEMIE CAPILLAIRE

3.1 INTRODUCTION

La surveillance de la glycémie a connu de nombreuses évolutions au fur et à mesure des progrès techniques (Dufaitre-Patouraux, et al., 2003). D'abord basée sur la glycosurie, l'appréciation de la glycémie par mesure directe sur le sang est apparu en 1956 avec les bandelettes Glukotest^o développées par le laboratoire Boehringer Mannheim. Celles-ci fonctionnaient par photométrie et exigeaient une lecture directe par l'opérateur.

A partir de 1966 le laboratoire Ames introduit l'utilisation de la glucose oxydase. Les bandelettes Destrostix^o ont été largement utilisées, bien qu'exigeant 60 secondes de contact avec la goutte de sang, un rinçage à l'eau puis un essuyage par tamponnement.

En 1979, le laboratoire Boehringer Mannheim sort la bandelette Haemoglukotest 20-800° qui est plus pratique à utiliser, mais également plus stable dans le temps et sur une plage de glycémie plus large (0,2 à 8,0 g/L).

En ce qui concerne la lecture des bandelettes, c'est le laboratoire Boehringer Mannheim qui propose le premier appareil en 1974. Le Reflomat° est un réflectance-mètre pesant 1 Kg, destiné aux cabinets médicaux et souffrant encore d'importantes limitations. En 1980, Ames développe le Dextrometer°, destiné aux services cliniques. En 1981, le lecteur Glucometer° I est portable. Il utilise les bandelettes Destrostix° qui peuvent donc être utilisées avec une lecture manuelle ou automatique.

Les lecteurs n'ont cessé de progresser, apportant toujours plus de confort d'utilisation et permettant une utilisation nomade. Les recherches ont permis d'améliorer les appareils dans plusieurs domaines :

- Proposer des lecteurs toujours plus petits et légers
- Diminuer le temps de mesure
- Diminuer le volume de sang
- Améliorer la sécurité en indiquant les erreurs le cas échéant



FIGURE 3 - EVOLUTION DES LECTEURS

3.2 PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

3.2.1 METHODE PHOTOMETRIQUE

La méthode photométrique a été utilisée en lecture directe avant même l'apparition des lecteurs. Elle s'appuie sur le changement de couleur d'une bandelette. La réaction fait intervenir la glucose oxydase (GOD) suivant la réaction suivante :

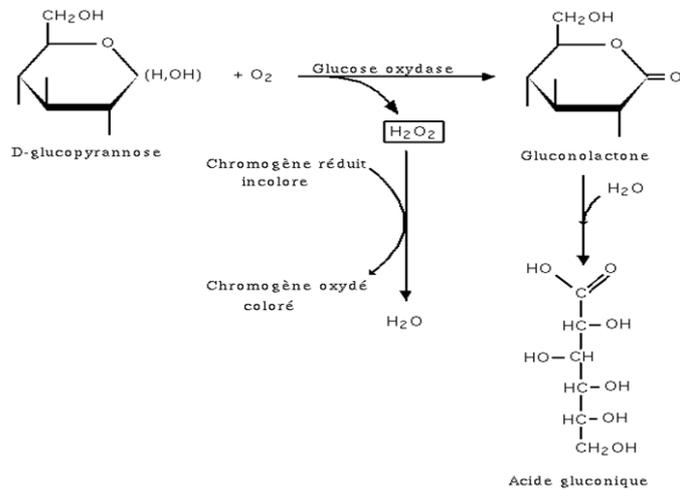


FIGURE 4 - METHODE PHOTOMETRIQUE (DOSAGE PAR GOD)

Une goutte de sang est déposée sur la bandelette réactive. Une fois la réaction enzymatique terminée, la lecture est réalisée à l'intérieur de l'appareil à l'aide de capteurs optiques. Les industriels ont mis au point plusieurs configurations de lecteurs ; le glucodisc^o par exemple offre une bonne conservation du réactif et une capacité de dix mesures sans changer de disque.



FIGURE 5 - UN LECTEUR ET SON DISQUE DE REACTIFS

3.2.2 METHODE ELECTROCHIMIQUE

La méthode électrochimique s'appuie sur le comptage des électrons libérés par une électrode. Elle est le plus souvent associée à la réaction GOD.

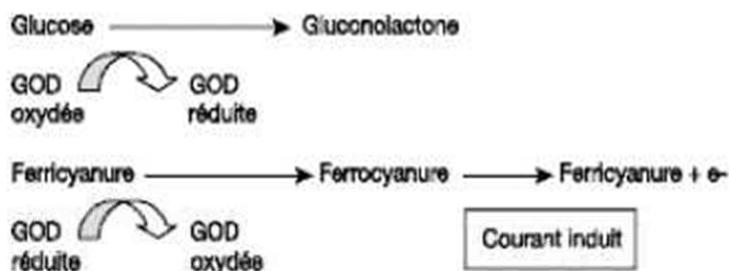


FIGURE 6 - METHODE ELECTROCHIMIQUE (DOSAGE PAR GOD)

Le dépôt de sang s'effectue ici à l'extérieur de l'appareil, sur l'électrode à usage unique, permettant d'envisager une utilisation partagée de ce matériel.

Cette technologie a par ailleurs permis de concevoir des lecteurs techniquement plus simples et plus légers. De plus, les électrodes sont devenues capables d'intégrer des informations (numéro de lot, péremption, calibration, etc.) et de réaliser des mesures multiples permettant de limiter/évaluer les interférences notamment.

3.2.3 AUTRES REACTIONS

Il existe plusieurs variantes de la réaction par GOD, ainsi qu'un autre type d'électrodes, basé sur une réaction par glucose déshydrogénase (GDH) (Wang, 2008).

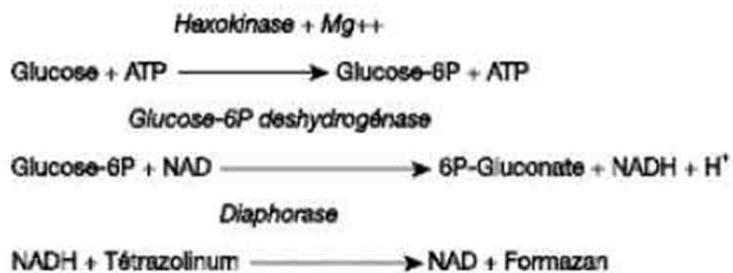


FIGURE 7 - DOSAGE PAR GDH

C'est le cas des électrodes Optium^o H introduites en mars 2003 au CHU de Nantes.



FIGURE 8 - ELECTRODES OPTIUM H

3.2.4 CALIBRATION

Plusieurs méthodes de calibration sont utilisées. D'une manière générale, c'est l'industriel qui procède aux mesures préalablement à la distribution des lots de bandelettes/électrodes et qui associe à chaque lot le facteur de correction approprié. Ce facteur doit être :

- Soit saisi manuellement
- Soit inclus dans une puce à insérer dans le lecteur
- Soit contenu directement dans l'électrode de mesure



FIGURE 9 - ELECTRODES ET LEUR PUCE DE CALIBRATION

3.3 UTILISATION EN VILLE

Les lecteurs de glycémie figurent sur la liste des produits et prestations remboursables (LPP) prévues à l'article L.165-1 du code de la sécurité sociale. Les conditions et modalités de prise en charge sont établies par la commission nationale d'évaluation des dispositifs médicaux et technologies de santé (CNEDIMTS).

Cette commission a confirmé l'intérêt de ces dispositifs pour l'auto-surveillance glycémique (ASG) dans le cadre des pathologies suivantes :

- Patients diabétiques de type 1
- Femmes présentant un diabète gestationnel
- Certains patients diabétiques de type 2

Les indications retenues pour la prise en charge dans le diabète de type 2 sont celles du guide de « bon usage des technologies de santé – auto-surveillance glycémique dans le diabète de type 2 » réévalué en 2011 (HAS, 2011) :

- Patients traités avec de l'insuline
- Patients chez qui l'insuline est envisagée à court ou moyen terme
- Patients traités par insulino-sécréteurs lorsque des hypoglycémies sont soupçonnées
- Patients chez qui l'objectif thérapeutique n'est pas atteint, notamment en raison d'une maladie ou d'un traitement intercurrent

Le taux d'hémoglobine glyquée (HbA1c) reste l'élément central permettant d'apprécier l'équilibre glycémique chez le diabétique. L'auto-surveillance glycémique « passive » ne débouchant pas sur des conséquences thérapeutiques n'est pas recommandée. C'est pourquoi l'HAS a limité le nombre de prises de mesures de glycémie selon les critères suivants :

- Insulinothérapie en cours (2 à 4 mesures par jour)
- Insulinothérapie prévue (2 à 4 mesures par jour)

- Traitement par insulino-sécréteur (Au moins 2 jours par semaine, moments différents)
- Objectif thérapeutique non atteint (Maximum 2 mesures par jour, éducation du patient)

Enfin, on notera que l'HAS recommande un contrôle qualité de l'ASG en réalisant tous les six mois un dosage sur plasma veineux en laboratoire simultanément à une mesure de glycémie capillaire.

3.4 UTILISATION A L'HOPITAL

L'utilisation à l'hôpital des lecteurs de glycémie capillaire s'inscrit dans les deux cas de figures suivants :

- La prise en charge de patients diabétiques
- L'amélioration de la survie de patients non diabétiques

Si le premier cas est trivial, le second est le résultat des études menées dans les services de réanimation notamment. Un article paru en novembre 2001 dans *The New England Journal of Medicine* révèle en effet que l'utilisation « intensive » d'insuline associée à un contrôle strict de la glycémie (sous le seuil de 1,1 g/L) permet de diminuer significativement la mortalité des patients critiques, et d'éviter l'aggravation de l'état des autres patients (Van den Berghe, et al., 2001). Les graphiques ci-dessous tirés de cet article illustre ces conclusions.

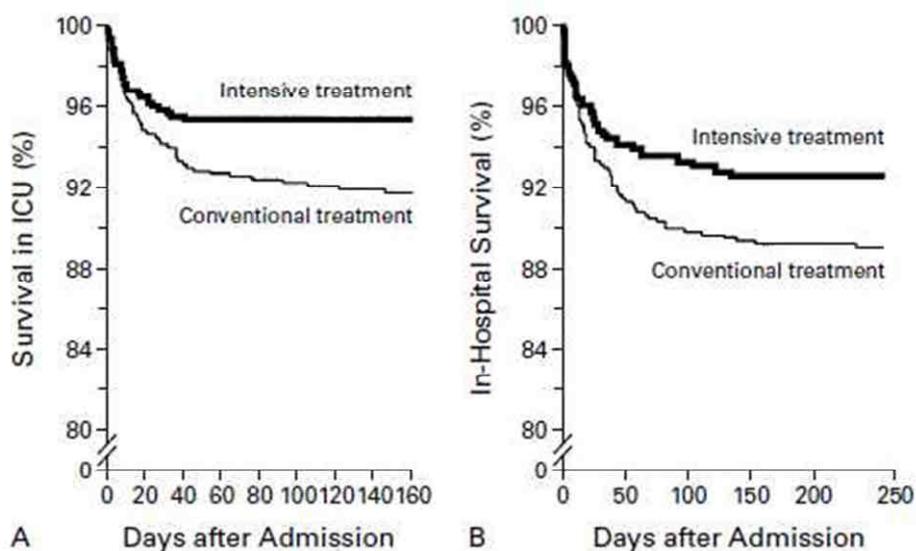


FIGURE 10 - SURVIE DES PATIENTS SOUS INSULINOTHERAPIE INTENSIVE (VAN DEN BERGHE, ET AL., 2001)

D'autres études mettent en avant les inconvénients d'une approche systématique (risque d'hypoglycémie) et soulignent l'importance d'une mesure fiable de la glycémie utilisable en routine dans les services (Kalfon, 2009).

Cependant, l'utilisation des lecteurs de glycémie capillaire en milieu hospitalier constitue en fait un détournement d'usage de ces matériels destinés à l'origine à une utilisation par le patient diabétique. L'AFSSAPS a publié plusieurs recommandations à ce sujet destinées à sensibiliser les professionnels de santé sur les critères de choix des lecteurs (AFSSAPS, 2003) (AFSSAPS, 2007). Deux critères sont à considérer :

- Utiliser uniquement des lecteurs pour lesquels l'usage partagé est testé et revendiqué par le fabricant
- Prendre en compte les interférences pouvant intervenir en fonction des traitements et de l'état physiopathologique des patients

4 LE CONTROLE QUALITE A L'HOPITAL

4.1 QUALITE ET ASSURANCE QUALITE

La qualité en médecine a fait l'objet de plusieurs définitions, dont la plus communément admise est celle de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) :

« Délivrer à chaque patient l'assortiment d'actes diagnostiques et thérapeutiques qui lui assurera le meilleur résultat en terme de santé, conformément à l'état actuel de la science médicale, au meilleur coût pour un même résultat, au moindre risque iatrogène et pour sa plus grande satisfaction en terme de procédures, de résultats et de contacts humains à l'intérieur du système de soins ».

Selon l'International Organisation for Standardization (ISO), organisme chargé de la définition du vocabulaire et des méthodes, la qualité est plus généralement :

« L'ensemble des propriétés et caractéristiques d'un produit ou service qui lui confèrent l'aptitude à satisfaire des besoins exprimés ou implicites ».

L'assurance qualité (AQ) est alors définie comme :

« L'ensemble des actions préétablies et systématiques nécessaires pour donner la confiance appropriée qu'un produit ou un service satisfera aux exigences données relatives à la qualité ».

4.2 CADRE LEGAL DES ANALYSES MEDICALES

Historiquement, le laboratoire d'analyses médicales (LABM) est réglementé par le guide de bonne exécution des analyses (GBEA). Ce texte paru pour la première fois au Journal Officiel en 1994, est opposable à tous les laboratoires publics et privés. Le GBEA détermine des exigences liées à l'exécution des analyses, depuis l'acheminement des prélèvements jusqu'au rendu des résultats (Journal Officiel, 1999).

Le GBEA s'inscrit dans un système d'assurance qualité comme indiqué dans son objet :

« La qualité doit être la préoccupation essentielle et constante du biologiste et de l'ensemble du personnel du laboratoire. La bonne exécution des analyses de biologie médicale est une des conditions déterminantes de cette qualité ».

En matière d'accréditation, c'est l'agence nationale d'accréditation et d'évaluation en santé (ANAES) qui fut chargée d'apporter les outils aux établissements de santé souhaitant s'inscrire dans une démarche d'amélioration de la qualité des soins. En 2004, cette mission a été reprise par la haute autorité de santé.

Par ailleurs depuis le 16 janvier 2000, la législation française impose cette accréditation, comme indiqué dans les articles L6221-1 et -2 du code de la santé publique (Legifrance, mai 2013) :

« Un laboratoire de biologie médicale ne peut réaliser d'examen de biologie médicale sans accréditation (...) L'accréditation du laboratoire de biologie médicale est délivrée, à sa demande, par l'instance nationale d'accréditation prévue ».

C'est la section humaine du comité français d'accréditation (COFRAC) qui est autorisée à délivrer l'accréditation (Cofrac, mai 2013), en s'appuyant sur la norme ISO 15189.

Section Santé Humaine

ATTESTATION D'ACCREDITATION ACCREDITATION CERTIFICATE

N°8-2542 rév. 3

Le Comité Français d'Accréditation (Cofrac) atteste que :
The French Committee for Accreditation (Cofrac) certifies that :

Assistance Publique des Hôpitaux de Paris - Hôpitaux Universitaires Paris-Est
184 rue du Faubourg Saint Antoine
75571 PARIS CEDEX 12

Satisfait aux exigences de la norme **NF EN ISO 15189 : 2007 et NF EN ISO 22870 : 2006**
Fulfils the requirements of the standard

et aux règles d'application du Cofrac pour les activités d'examens/analyses en :
and Cofrac rules of application for the activities of examination/analysis in :

BIOLOGIE MEDICALE / BIOCHIMIE - HEMATOLOGIE - GENETIQUE
CLINICAL BIOLOGY / BIOCHEMISTRY - HEMATOLOGY - GENETICS

FIGURE 11 - ATTESTATION D'ACCREDITATION

4.3 ANALYSE DE BIOLOGIE DELOCALISEE

Il existe un cadre particulier pour les examens de biologie médicale délocalisée (EBMD). Il s'agit d'analyses qui ne sont pas réalisées dans l'environnement maîtrisé du LABM, mais qui s'appuient sur un accord entre le biologiste, le clinicien et l'administration (Goudable, et al., 1998).

Le biologiste reste responsable de la qualité de l'analyse, s'agissant en particulier de l'évaluation des lecteurs ainsi que de l'évaluation des pratiques du personnel habilité à utiliser ces lecteurs.

L'accréditation s'appuie sur la norme ISO 22870 dans ce cas, cette dernière précisant que :

« La direction du laboratoire doit planifier et mettre en œuvre les processus de surveillance, de mesurage, d'analyse ainsi que d'amélioration nécessaires pour démontrer la conformité des EBMD au système qualité. »

L'utilisation des lecteurs de glycémie dans les services devrait logiquement s'inscrire dans le cadre des EBMD, cependant les textes définissent en fait cette pratique comme un acte infirmier, laissant aujourd'hui un flou concernant l'implication du LABM.

4.4 CONTROLE DE QUALITE INTERNE ET EXTERNE

D'après le GBEA, le contrôle interne de qualité (CIQ) se définit comme :

« L'ensemble des procédures mises en œuvre dans un laboratoire en vue de permettre un contrôle de la qualité des résultats des analyses au fur et à mesure de leur exécution. »

Le contrôle externe de qualité (CEQ), ou évaluation externe de la qualité (EEQ) doit quant à lui être réalisé par un tiers indépendant. Le GBEA le définit comme :

« Le contrôle, par un organisme extérieur, de la qualité des résultats fournis par un laboratoire. Ce contrôle rétrospectif permet une confrontation inter-laboratoires en vue d'améliorer la qualité du travail de l'ensemble des participants. »

Une EEQ est imposé par la loi dans le cadre du contrôle national de qualité (AFSSAPS, 2008), selon des modalités fixées par les articles D.6213-8 à D.6213-19 du code de la santé publique, et sous l'autorité de l'agence française de sécurité sanitaire et des produits de santé (AFSSAPS), devenue agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé (ANSM).

Il faut souligner que le terme de contrôle externe de qualité est également utilisé dans la littérature pour désigner le contrôle réalisé par le LABM auprès des services cliniques dans le cadre des analyses de biologie délocalisée (Hêches, 2005). Il s'agit là d'un point de vue centré sur l'utilisateur final (le service clinique) et qui ne correspond pas à la définition donnée par le GBEA dans le cadre de l'assurance qualité mise en œuvre par le LABM.

Il convient enfin de rappeler que les contrôles qualité, internes ou externes, ne doivent jamais intervenir dans le processus de mesure en routine. En particulier, ils ne doivent pas être utilisés pour introduire un facteur de correction dans la fonction d'étalonnage (Férard & Lessinger, 1997). D'ailleurs le GBEA précise ce point :

« Les échantillons de contrôle ne peuvent en aucun cas se substituer aux échantillons de calibration des mesures et, inversement, ne peuvent être utilisés en même temps comme échantillons de contrôle ».

4.5 NOTIONS DE METROLOGIE

4.5.1 EXACTITUDE

L'exactitude d'un instrument de mesure est son aptitude à rendre des résultats de mesure qui coïncident avec la valeur vraie que l'on cherche à mesurer.

En dehors des conditions opératoires, l'exactitude d'un appareil est essentiellement liée à deux types de caractéristiques : la justesse et la fidélité. Un appareil est exact s'il est à la fois juste et fidèle.

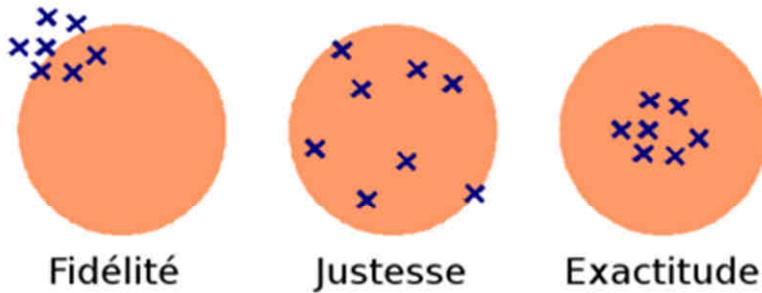


FIGURE 12 - EXACTITUDE

4.5.2 JUSTESSE

La justesse d'un instrument de mesure est son aptitude à rendre des résultats qui ne sont pas entachés d'erreur systématique.

Dans le cas de mesures multiples, c'est la différence entre la moyenne et la valeur vraie.

: Valeur vraie (ou conventionnellement vraie)

4.5.3 FIDELITE

La fidélité est l'aptitude d'un appareil de mesure à donner des mesures exemptes d'erreurs accidentelles. La fidélité définit la dispersion des résultats autour du résultat moyen.

Dans le cas de mesures multiples, c'est l'écart type.

$$F = \frac{\text{---}}{\text{---}}$$

Le coefficient de variation est une grandeur sans unité, permettant la comparaison de distributions de valeurs dont les échelles de mesure ne sont pas comparables. C'est le rapport entre l'écart type et la moyenne.

$$CV = \frac{\text{---}}{\text{---}}$$

On distinguera deux notions complémentaires :

- Répétabilité : variabilité aléatoire des résultats d'une série de déterminations d'un même échantillon effectuée dans des conditions expérimentales identiques.
- Reproductibilité : variabilité aléatoire des résultats d'une série de déterminations d'un même échantillon effectuées dans des conditions expérimentales différentes (variation d'un paramètre), on parle aussi de fidélité intermédiaire.

5 CONTROLE QUALITE DES AGC AU CHU DE NANTES

5.1 PARC DE LECTEURS

En janvier 2012, l'Hôtel Dieu comptait 334 lecteurs répartis en 141 rapports (correspondant chacun à un ou plusieurs services). Sans surprise, ce sont les services de soins intensifs qui utilisent le plus de lecteurs :

- 22 lecteurs en réanimation médicale (service 3810)
- 14 lecteurs en réanimation chirurgicale (service 3830)
- 12 lecteurs en réanimation pédiatrique (service 3720)
- 9 lecteurs en réanimation néonatale (service 3721)

A la même époque, l'hôpital G. R. Laennec comptait quant à lui 115 lecteurs répartis en 32 rapports. Les services équipés en nombre sont :

- 16 lecteurs en réanimation chirurgicale (service 3850)
- 14 lecteurs en CTCV UMTR (service 3760)
- 14 lecteurs en unité de soin continu (service 3762)

Le modèle de lecteur a évolué dans le temps. A partir de 2009, la société Nova° a remporté l'appel d'offre et son modèle Statstrip a remplacé l'Optium Xceed de Abbott°.

5.2 PROTOCOLES DE CONTROLE

Les laboratoires de biochimie du CHU ont mis en place un protocole de contrôle qualité des lecteurs de glycémie depuis octobre 1999.

Le principe du contrôle est de comparer la mesure de glycémie obtenue avec le lecteur (CQ) avec la valeur de référence déterminée au laboratoire sur un tube de sang fluoré (GLUL), ce prélèvement devant être réalisé sur le même patient de façon quasi simultanée.

$$RGLU = \frac{CQ}{GLUL}$$

Le protocole est effectué une fois par mois. Les services reçoivent pour chaque lecteur un bon de demande pour un premier contrôle (CT1), accompagné d'un tube fluoré vide. Le choix du patient revient à l'infirmière qui réalise les prélèvements.

La glycémie de référence est déterminée au laboratoire – en 2008 sur un Hitachi 917 par une méthode utilisant la glucose oxydase, en 2013 sur un Cobas 6000 Roche par une méthode à l'hexokinase. Le résultat est considéré comme acceptable (ACC) dès lors que l'écart entre les deux valeurs de glycémie se situe dans une fourchette de plus ou moins 20%, dans le cas contraire le contrôle est rejeté.

En cas de rejet, un second contrôle du lecteur (CT2) est adressé au service selon le même protocole. Un nouveau rejet entraîne une procédure de vérification du lecteur au cours de laquelle celui-ci est testé au laboratoire.

Dans le cas où le rejet correspond à une erreur inférieure à 30%, l'anomalie notifiée au service est un recontrôle conseillé (RC). Dans le cas où l'erreur est supérieure à 30%, le service est notifié d'un recontrôle impératif (RI).

En fin de mois, le récapitulatif des résultats est envoyé à chaque service pour l'ensemble de ses lecteurs.

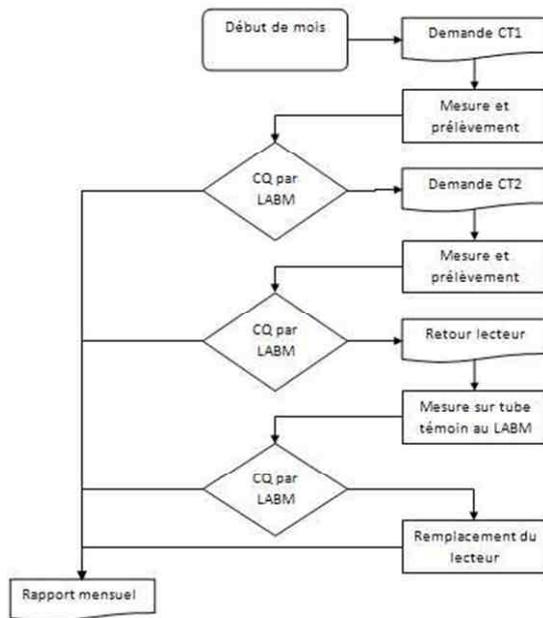


FIGURE 13 - PROTOCOLE DE CONTROLE DES LECTEURS

5.3 ECART MAXIMAL

Le protocole utilisé fixe à 20% la valeur maximale de l'écart mesuré à partir duquel une action correctrice doit être envisagée (second contrôle ou vérification). Il s'agit en fait d'une version simplifiée des critères de fiabilité définis par l'AFSSAPS en 1999 (AFSSAPF, 1999) :

- Ecart maximal de 20% pour les valeurs supérieures à 1g/L
- Ecart maximal de 0,20g/L pour les valeurs inférieures à 1g/L

Cependant ces seuils ne font pas consensus. L'American Diabetes Association (ADA), beaucoup plus stricte, recommande un écart maximal de 5%, (American Diabetes Association, 1994), alors que l'association de langue française pour l'étude du diabète et des maladies métaboliques (ALFEDIAM) se positionne sur un écart maximal de 10% dans 95% des cas (ALFEDIAM, 1995).

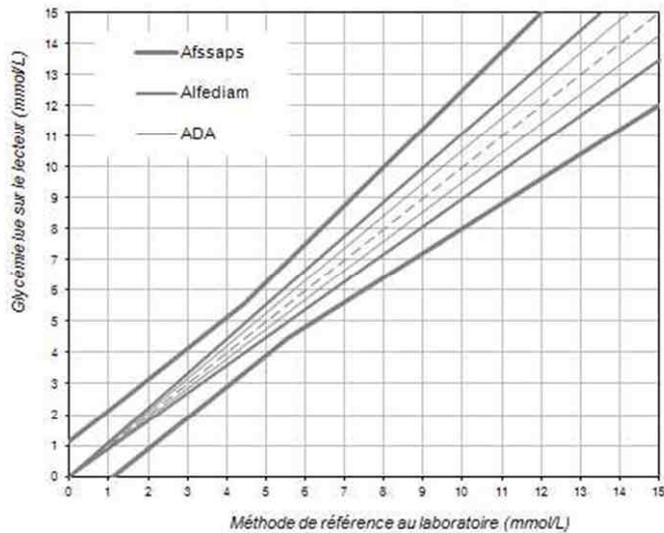


FIGURE 14 - ECART MAXIMAL RECOMMANDÉ

5.4 APPROCHE CLINIQUE

En complément de ces corrélations linéaires, il convient de s'intéresser à l'approche adoptée par Clarke en 1987, qui consiste à distinguer plus finement des zones selon les conséquences cliniques de l'erreur de mesure (Clarke, et al., 1987) :

- La Zone A représente des valeurs cliniquement précises, variant généralement de 20 % par rapport à celles obtenues avec la méthode de référence.
- La zone B représente des erreurs bénignes pour lesquelles on estime que l'inexactitude n'a pas de conséquence clinique.
- La zone C représente des erreurs qui incitent les patients à prendre des mesures qui sur-correctent une valeur acceptable.
- La zone D représente des erreurs dangereuses qui incitent les patients à ne pas prendre les mesures de correction nécessaires.
- La zone E représente des erreurs dangereuses qui incitent les patients à prendre des mesures qui sont contraires à celles nécessaires (par exemple traiter l'hypoglycémie avec un apport accru d'insuline).

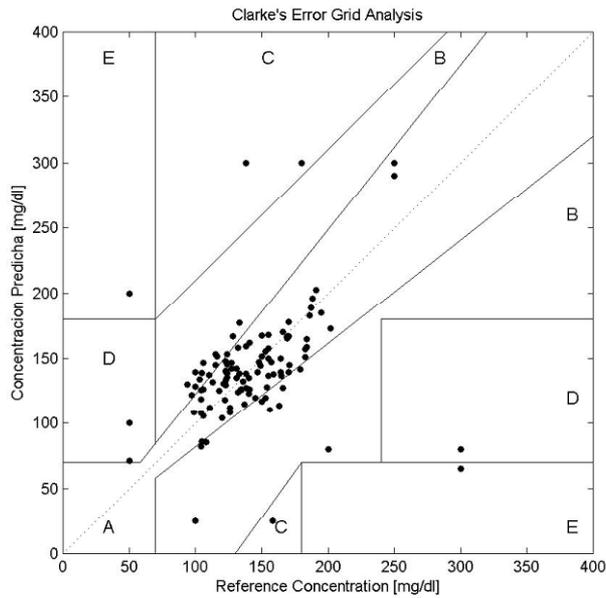


FIGURE 15 - GRILLE D'ERREUR DE CLARKE (CLARKE, ET AL., 1987)

Plus récemment, cette grille clinique a été affinée par un comité regroupant cent experts (Parkes, et al., 2000) auxquels il a été demandé d'évaluer des zones de risque sur une échelle de 1 à 5. Il en résulte une nouvelle grille constituée de 8 zones qui a été évaluée sur 152 patients diabétiques.

Contrairement à la grille d'erreur de Clarke, cette grille présente l'avantage d'une continuité entre les zones, puisque chaque frontière correspond à une élévation ou une diminution d'une et une seule unité dans l'échelle des risques. Ainsi deux valeurs proches ne peuvent plus signifier deux situations totalement différentes (voir la frontière D/E de la grille d'erreur de Clarke par exemple).

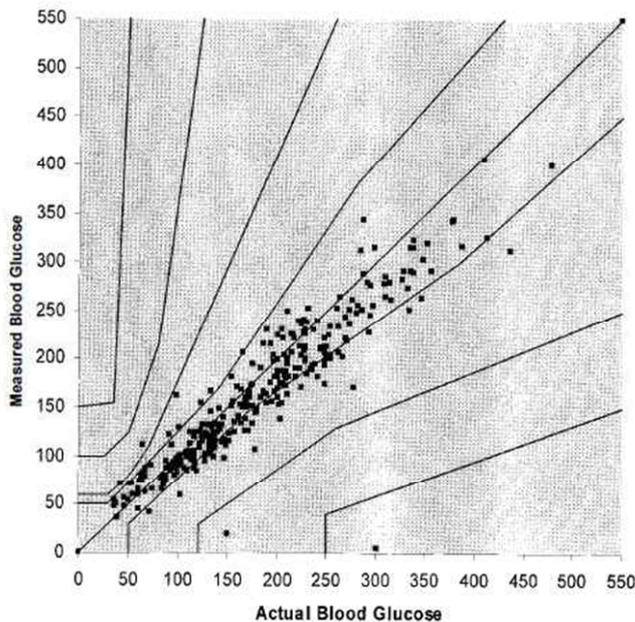


FIGURE 16 - NOUVELLE GRILLE D'ERREUR (PARKES, ET AL., 2000)

5.5 NATURE DES ERREURS

Contrairement à ce qui est trop couramment admis, le contrôle de qualité ne doit pas seulement concerner la partie analytique, mais l'ensemble de la chaîne des événements depuis la prescription médicale jusqu'à l'envoi du compte rendu d'analyses (Férard & Lessinger, 1997).

Le protocole utilisé permet effectivement d'apprécier la mesure telle qu'elle est réalisée en routine dans les services. Cependant la mise en place d'actions correctives suppose que nous ayons une compréhension plus fine des erreurs.

5.5.1 ERREURS PRE-ANALYTIQUES

Il s'agit des erreurs liées à des facteurs et processus qui influencent l'échantillon avant l'analyse. En ce qui concerne la mesure de glycémie capillaire, on recense les paramètres suivants :

- Mauvaise conservation des électrodes – des études ont montré des erreurs de mesure pouvant atteindre +/-24% suite à la conservation à l'air libre des électrodes (Silverman, 2000).
- Utilisation d'un désinfectant (alcoolique ou autre) sur la peau – les recommandations rappellent de n'utiliser que du savon.
- Présence d'humidité sur les doigts entraînant une hémodilution – cette erreur est d'autant plus importante que le volume de sang utilisé est faible.
- Manipulation du doigt « par pressage » entraînant une dilution par la lymphe.
- Etalement de la goutte sur la peau.

On notera que la mesure de référence est également susceptible d'être biaisée :

- Dans le cas d'un prélèvement post prandial, la différence entre la glycémie veineuse et la glycémie capillaire peut atteindre 8% (Colagiuri, et al., 2003).
- Un délai d'acheminement important peut entraîner une mesure de référence faussement basse par glycolyse, et cela malgré l'utilisation d'un tube fluoré (Foucher, 2004).

5.5.2 ERREURS ANALYTIQUES

Il s'agit des erreurs liées à la méthode d'analyse de l'échantillon. En ce qui concerne la mesure de glycémie capillaire, on recense les paramètres suivants :

- Une mauvaise calibration
- Les interférences médicamenteuses (paracétamol, acide ascorbique, maltose, etc.)
- Les interférences liées à l'état physiopathologique du patient (hématocrites extrêmes notamment)

D'ailleurs, l'introduction de nouvelles électrodes Optium^o H en mars 2003 ayant entraîné une augmentation des contrôles non acceptables, un protocole d'étude a été mis en place qui a montré un biais lorsque la mesure est réalisée sur une goutte de sang veineux (Dudouet, et al., 2003) avec ces électrodes et utilisant une réaction glucose déshydrogénase

(GDH). En effet, la pO_2 plus faible du sang veineux conduit à une majoration de la valeur de glycémie rendue par ces électrodes.

Le même biais est retrouvé en néonatalogie où les écarts constatés ne sont pas liés à la justesse des lecteurs mais à la nature du sang prélevé. En effet dans ce cas précis, une artérialisation insuffisante conduit à une pO_2 faible même pour un prélèvement capillaire (erreur pré-analytique).

5.5.3 ERREURS POST-ANALYTIQUES

Il s'agit des erreurs commises après l'analyse. On peut y inclure l'attribution des résultats d'un lecteur à un autre lecteur, à cause d'une mauvaise numérotation par exemple.

6 ANALYSE ET AMELIORATIONS

6.1 ORIGINE DES ERREURS

Il apparaît donc que les erreurs de mesure sont multifactorielles. On peut arbitrairement les répartir en deux catégories :

- Les erreurs liées aux lecteurs
- Les erreurs liées aux opérateurs

Les erreurs liées aux lecteurs sont très largement documentées, s'agissant des électrodes, de la calibration ou de la prise en compte des interactions médicamenteuses et de l'état physiopathologique du patient. Au contraire, même si le problème est souvent évoqué, peu d'articles discutent de l'évaluation des pratiques (Lawrence, et al., 1989).

Dès 1993 cependant, un comité d'experts américains avait déterminé trois recommandations concernant l'utilisation des lecteurs de glycémie capillaire (The National Steering Comitee for Quality Assurance in Capillary Blood Glucose Monitoring, 1993) :

- Documenter les conséquences cliniques des erreurs de manipulation des lecteurs, en isolant et en faisant varier un par un chaque paramètre identifié (taille de la goutte, temps de pause sur une bandelette, etc.)
- Développer une assurance qualité de la bonne utilisation des lecteurs, destinés à encadrer à la fois l'auto-surveillance et la pratique infirmière, ainsi qu'une filière de formation et de certification des formateurs.
- Favoriser l'accès à la formation pour tous les utilisateurs.

En ce qui nous concerne, nous avons identifié trois problèmes pouvant conduire à une mauvaise pratique de la part des infirmières au CHU de Nantes. On complètera ce tableau par le problème du « turn-over » ou mobilité du personnel soignant en général, qui complique la mise en œuvre de mesures correctives.

6.1.1 DEF AUT DE FORMATION

L'absence ou l'insuffisance de formation est évidemment la cause principale d'erreur humaine. Le besoin est d'autant plus important que le développement des lecteurs de glycémie capillaire est récent, et que les technologies utilisées ont considérablement évolué depuis quelques années. Un guide de bonnes pratiques doit être disponible et une formation doit être régulièrement dispensée, par le fabricant des lecteurs par exemple (d'ailleurs il existe maintenant une formation par e-learning avec QCM).

6.1.2 DEF AUT DE SENSIBILISATION

Les conséquences thérapeutiques et cliniques de la mesure réalisée peuvent être très importantes (voir la grille d'erreur de Clarke). Une sensibilisation insuffisante du personnel peut entraîner la banalisation de ce geste infirmier.

6.1.3 DEF AUT DE CERTIFICATION

Il n'existe pas à ma connaissance de certification des infirmières encadrant la pratique de mesures de glycémie capillaire au CHU de Nantes. Il faudrait prévoir une habilitation reconduite annuellement sur la base d'un questionnaire par exemple.

6.2 DEFINITION DES OBJECTIFS

La mise en place du contrôle qualité s'inscrit dans une démarche plus générale visant à améliorer les processus. Il s'agit de mettre à profit le contrôle qualité afin d'obtenir des performances meilleures.

Avec le concours de E. Bigot et de O. Delaroché, j'ai entrepris de modifier la procédure de contrôle qualité sur le site de l'hôpital Laennec afin d'atteindre les objectifs suivants :

- Améliorer l'adhésion des services
- Améliorer l'éducation du personnel
- Améliorer la compréhension des résultats

6.3 AMELIORATION DU PROTOCOLE

L'adhésion du service aux contrôles est un facteur déterminant pour le laboratoire dans la mise en place d'une assurance qualité. Afin d'améliorer la participation des services, nous avons décidé :

- D'aider les services en les relançant après quinze jours
- De signaler explicitement les contrôles non réalisés
- D'introduire une notion de période de validité des équipements

6.3.1 RELANCE DES SERVICES

Il s'agit ici de fournir au service « une seconde chance » de réaliser le contrôle demandé, ceci afin de tenir compte de la charge de travail des infirmières qui a pu les conduire à différer puis à oublier le contrôle demandé. C'est également une manière de rappeler au service l'importance du contrôle qualité.

Afin de communiquer de façon claire auprès du service, des bons de demande spécifiques CT1 Bis ont été créés, portant la mention « Suite à un contrôle mensuel n°1 manquant ».

CENTRE HOSPITALIER UNIVERSITAIRE DE NANTES
LABORATOIRE DE BIOCHIMIE GENERALE
TEL: 65459 – 65460

NOM, PRENOM :	UNITE DE SOINS :	N° LABORATOIRE :
DATE DE NAISSANCE :		
N° IPP :		

CONTROLE QUALITE DES ANALYSEURS DE GLYCEMIE CAPILLAIRE

CONTROLE MENSUEL (CT1)
SUITE A UN CONTROLE MENSUEL N°1 MANQUANT
FEVRIER 2008

Equipement à contrôler ➡

FIGURE 17 - BON DE DEMANDE CT1 BIS

Nous avons par ailleurs envisagé d'utiliser des feuilles de couleur pour ces demandes, mais les contraintes administratives n'ont pas permis de mettre en place cette idée.

6.3.2 CONTROLES NON REALISES (NC)

Les demandes de contrôles non satisfaites n'étaient jusqu'alors signalées que par l'absence de résultat sur le rapport envoyé aux services.

L'exemple ci-dessous est significatif, car il ne signale rien alors même que deux lecteurs n'ont pas respecté le protocole – le 01 puisqu'il n'a pas répondu au CT2, le 02 puisqu'il n'a pas répondu au CT1.

PÔLE THORACIQUE ET CARDIOVASCULAIRE						
3710 - Cardiologie SI						
	Résultats de la glycémie en mmol/l			Résultats de la glycémie en mmol/l		
N°Equipement	Contrôle			Recontrôle		
	Laboratoire	Glucomètre	RGLU %	Laboratoire	Glucomètre	RGLU %
3710201	3,4	4,3	26,5			
3710202						
3710203	6,1	5,8	-4,9			
3710204	10,9	10,1	-7,3			

FIGURE 18 - ABSENCE DE SUIVI DES CONTROLES NON REALISES

Nous avons décidé d'indiquer la mention « Non Contrôlé » (NC) en lieu et place de la valeur RGLU dans le rapport mensuel des résultats envoyé aux services.

Par ailleurs, l'absence de réponse à un contrôle doit être considérée comme un contrôle erroné, et doit notamment déclencher un contrôle CT2.

6.3.3 PERIODE DE VALIDITE

Comme nous venons de le voir, l'absence de réponse à un contrôle doit impérativement être suivi d'effet. Cette situation est d'autant plus préoccupante s'il s'agit d'un second contrôle

suite à un premier contrôle non satisfaisant. On peut en effet alors craindre que les patients ne soient pas pris en charge correctement.

Nous avons donc décidé de mettre en place une période de validité pour chaque équipement, rappelant qu'un lecteur non contrôlé ne doit pas être considéré comme opérationnel.

6.4 AMELIORATION DES BONS DE DEMANDE

Les bons de demande ont été modifiés une première fois en 2003 afin de permettre à l'infirmière de préciser la nature du sang sur lequel la mesure a été réalisée :

- Mesure sur sang capillaire (CQC)
- Mesure sur sang veineux (CQV)
- Mesure sur sang artériel (CQA)

Ceci a permis d'introduire un facteur de correction pour corriger les mesures CQV compte tenu de l'interférence des électrodes (GDH) avec la pO₂.

Nous avons décidé d'améliorer les bons de demande de contrôle de la manière suivante :

- En indiquant la justification du contrôle
- En demandant la calibration de l'appareil
- En indiquant clairement le mode opératoire du contrôle

6.4.1 JUSTIFICATION DU CONTROLE

Afin de permettre aux infirmières et aux cadres de comprendre le protocole qualité, nous avons précisé la nature du contrôle demandé (suivi de la période de contrôle) :

- « Contrôle Mensuel (CT1) »
- « Contrôle Mensuel (CT1 bis) suite à un contrôle mensuel CT1 manquant »
- « Recontrôle (CT2) suite à un contrôle mensuel CT1 non acceptable »

6.4.2 DEMANDE DE CALIBRATION

Comme nous l'avons vu précédemment, l'absence de calibration est une source d'erreur importante. Nous avons donc décidé d'imposer à l'infirmière de procéder à une calibration à chaque contrôle qualité. L'objectif est double ; à la fois éliminer une source d'erreur, mais également rappeler la nécessité d'une calibration régulière auprès des infirmières.

6.4.3 MODE OPERATOIRE DU CONTROLE

Il nous a semblé nécessaire de rappeler à l'infirmière la marche à suivre directement sur le bon de demande. Nous avons mis en place un mode opératoire en quatre points.

① CALIBRER L'APPAREIL

N° de lot de l'électrode de calibration :

② MESURER LA GLYCEMIE DU PATIENT A L'AIDE DU GLUCOMETRE

- Bien noter ci-dessous sur quel type de goutte de sang vous avez fait la mesure
- Reporter le résultat affiché par le lecteur directement en mmol/L

Glucose Capillaire (CQC)	..... mmol/L
Glucose Veineux (CQV)	..... mmol/L
Glucose Artériel (CQA)	..... mmol/L

Date et heure de la mesure :

③ SANS ATTENDRE, FAIRE UN PRELEVEMENT DE SANG VEINEUX OU ARTERIEL

- Utiliser un tube de sang fluoré (bouchon gris)

④ RENVoyer RAPIDEMENT CE BOn ET LE TUBE FLUORE AU LABORATOIRE DE BIOCHIMIE

- De préférence avant le 15 du mois

Cadre réservé au laboratoire	GLUL = mmol/L
	RGLU = %

L'objectif est de fournir un guide clair et précis, avec les informations nécessaires et uniquement celles-ci.

6.5 AMELIORATION DES RAPPORTS MENSUELS

Jusque là, les rapports mensuels envoyés aux services ne faisaient état que de résultats bruts. Les entretiens réalisés avec les services nous ont permis d'établir :

- Que les infirmières n'ont pas de retour concernant le CQ
- Que les causes d'erreur ne sont pas comprises
- Que les graphiques ne sont pas parlant

C'est pourquoi nous avons décidé de profondément remanier les rapports mensuels, ceci de manière suivante :

- Faire apparaître explicitement les contrôles non réalisés (NC)
- Mettre en avant le taux de réponse du service
- Fournir des statistiques claires et compréhensibles
- Indiquer la limite de validité des lecteurs

6.5.1 CONTROLES NON REALISES (NC)

Le tableau des résultats fait maintenant apparaître explicitement les contrôles non réalisés, ceci afin de sensibiliser les services, et plus particulièrement leurs cadres, sur ces anomalies.

Equipement	Résultats de la glycémie en mmol/l			Résultats de la glycémie en mmol/l		
	Contrôle			Recontrôle		
	Laboratoire	Glucomètre	RGLU %	Laboratoire	Glucomètre	RGLU %
3850201	8,7	8,9	2,3			
3850202	6,1	7,3	19,7			
3850203	7,3	8,4	5,5			
3850204	5,9	6,9	17,0			
3850205	8,2	8,5	3,7			
3850206	7,1	7,7	8,5			
3850207	6,5	6,5	0,0			
3850208			(NC)			(NC)
3850209	6,9	8,1	17,4			
3850210	7,1	8,1	14,1			
3850211	6,4	5,4	-15,6			
3850212	5,1	5,9	15,7			
3850213	6,3	6,2	-1,6			
3850214	7,3	5,4	-26,0			(NC)
3850215	5,5	6,4	16,4			
3850216	8,7	7,8	7,8			

FIGURE 19 - SUIVI DES CONTROLES NON REALISES

Le sigle (NC) a été choisi afin de fournir une indication claire et concise.

6.5.2 TAUX DE REPONSE

Le taux de réponse d'un service sur une période se définit comme le ratio du nombre de contrôles réalisés par ce service divisé par le nombre de demandes de contrôle qui lui avaient été adressées.

Ce taux reflète l'adhésion du service au contrôle qualité et est donc déterminant. Afin de ne pas « noyer sous les chiffres » les infirmières et leur cadre, nous avons décidé de mettre en avant ce taux uniquement, des statistiques plus détaillées étant disponibles par ailleurs.

Nbr total de contrôles demandés :	18
dont contrôles...	16
dont recontrôles...	2
Nbr total de contrôles effectués :	15

Taux de réponse du service 83%

FIGURE 20 - TAUX DE REPONSE

Le protocole mensuel est par ailleurs rappelé aux soignants.

- Rappel concernant la mise en œuvre du contrôle qualité :
- 1) Le service doit répondre à un contrôle tous les mois (pour chaque appareil)
 - 2) Répondre à un recontrôle si le premier contrôle n'est pas satisfaisant
 - 3) Retourner l'appareil au laboratoire si ces deux contrôles ne sont pas satisfaisants

Merci de votre participation au contrôle qualité

FIGURE 21 - RAPPEL DU PROTOCOLE

6.5.3 STATISTIQUES DETAILLES

Le détail des statistiques est disponible pour les cadres qui souhaiteraient mieux comprendre les résultats de leur service.

Qualité des résultats (contrôles) :		
Résultat acceptable	14	88%
Ecart / labo. : supérieur à 20%	1	6%
Ecart / labo. : supérieur à 30%	0	0%
Ecart / labo. : appareil non vérifié	1	6%
Qualité des résultats (recontrôles) :		
Résultat acceptable	0	0%
Ecart / labo. : supérieur à 20%	0	0%
Ecart / labo. : supérieur à 30%	0	0%
Ecart / labo. : appareil non vérifié	2	100%
Vérification au laboratoire :		
Appareil vérifié : conforme	0	
Appareil vérifié : non conforme (échangé)	0	

FIGURE 22 - STATISTIQUES DETAILLEES

Le nombre d'appareils non vérifiés est comptabilisé comme résultats non acceptables et intervient maintenant dans le calcul en pourcentage de la qualité des résultats. Ceci conduit en pratique à faire baisser la qualité des résultats dès lors que certains lecteurs n'ont pas été contrôlés.

6.5.4 VALIDITE DES LECTEURS

La liste des lecteurs non conformes est l'aboutissement du contrôle qualité. Pour des raisons de simplicité, c'est un technicien (ou un externe en pharmacie) qui complète cette liste avec les dates des derniers contrôles satisfaisants.

INFORMATION CONCERNANT L'UTILISATION DE VOS LECTEURS DE GLYCEMIE

Dans votre service, les appareils suivants n'ont pas satisfait aux critères du contrôle qualité (appareils non contrôlés / appareils non recontrôlés après résultats supérieurs à +/- 20%)

N° d'équipement	Date du dernier Contrôle
-	
-	
-	
-	
-	
3850208	
-	

FIGURE 23 - LISTE DES LECTEURS NON CONFORMES

Il est recommandé de porter cette liste à la connaissance des infirmières.

6.6 PERSPECTIVES

A la lumière de ce qui précède, deux développements viennent à l'esprit :

- L'évaluation des opérateurs
- L'utilisation d'une grille d'erreur de Clarke ou équivalent

6.6.1 EVALUATION DES OPERATEURS

Nous avons rappelé que l'origine des erreurs est double, de nature technique (le lecteur) et de nature humaine (l'opérateur). Cependant seule l'erreur technique est mise en avant aujourd'hui.

Alors même qu'en plusieurs années pratiquement aucun lecteur n'a pu être identifié comme défaillant, c'est encore le « contrôle qualité des lecteurs de glycémie » qui est proposé aux services. Ceci ne reflète pas la réalité de la mesure et ne contribue pas à responsabiliser les services, les cadres et les infirmières.

1. Je propose dans un premier temps de modifier l'intitulé de cette procédure de contrôle, et de mettre en place le « contrôle qualité des mesures de glycémie capillaire ».
2. Je propose dans un second temps d'identifier les infirmières lors de la mesure afin d'établir un contrôle qualité par opérateur.

6.6.2 GRILLE D'ERREUR DE CLARKE OU EQUIVALENT

Nous avons rappelé l'importance clinique de la bonne évaluation de la glycémie, et surtout les conséquences d'une erreur dans cette évaluation. Par ailleurs, nous avons souligné le besoin de sensibilisation des infirmières et le risque de banalisation favorisé par l'utilisation apparemment simple des lecteurs.

3. Je propose d'analyser les mesures et de présenter les résultats sous leur forme clinique, faisant intervenir des statistiques et une grille d'erreur cliniques.

7 TRAITEMENT INFORMATIQUE DES DONNEES

7.1 ETAT DES LIEUX

Depuis de nombreuses années, le contrôle qualité des lecteurs de glycémie s'appuie sur le tableur Microsoft Excel. D'après les archives du laboratoire de l'Hôpital Laennec, j'ai pu établir que le modèle de fichier utilisé est pratiquement stable entre 2003 et 2008.

L'enregistrement des mesures, le formatage et la représentation graphique des résultats sont réalisés dans un fichier unique correspondant au contrôle qualité du mois en cours et commun à tous les services. Dans ce fichier est composé des éléments suivants :

- Un tableau de saisie des mesures comportant une ligne par contrôle (c'est-à-dire deux lignes par lecteur). Les lecteurs sont regroupés par service.

		3762208				
8						
9	réanimation	3850	3850201	6,8	7,0	2,9
0	chirurgie		3850201			
1	polyvalente		3850202	13,1	12,7	-3,1
2			3850202			
3			3850203	7,5	8,0	6,7
4			3850203			
5			3850204	6,5	7,1	9,2
6			3850204			
7			3850205	7,8	7,8	0,0
8			3850205			
9			3850206	6,8	6,8	0,0
0			3850206			
1			3850207	6,1	6,4	4,9
2			3850207			
3			3850208	5,2	5,8	11,5
4			3850208			

FIGURE 24 - SAISIE DES MESURES (ETAT DES LIEUX)

- Des tableaux intermédiaires comprenant une ligne par lecteur et reprenant à l'identique les mesures du tableau précédent. Il y a autant de tableaux que de services.

3850201	6,8	7,0	2,9			
3850202	13,1	12,7	-3,1			
3850203	7,5	8,0	6,7			
3850204	6,5	7,1	9,2			
3850205	7,8	7,8	0,0			
3850206	6,8	6,8	0,0			
3850207	6,1	6,4	4,9			
3850208	5,2	5,8	11,5			

FIGURE 25 - TABLEAU INTERMEDIAIRE (ETAT DES LIEUX)

- Des tableaux de présentation destinés à être imprimés, structurés comme les tableaux intermédiaires, mais avec quelques améliorations esthétiques. Il y a autant de tableaux que de services.

N°Equipement	Résultats de la glycémie en mmol/l			Résultats de la glycémie en mmol/l		
	Contrôle			Recontrôle		
	Laboratoire	Glucomètre	RGLU %	Laboratoire	Glucomètre	RGLU %
3850201	6,8	7,0	2,9			
3850202	13,1	12,7	-3,1			
3850203	7,5	8,0	6,7			
3850204	6,5	7,1	9,2			
3850205	7,8	7,8	0,0			
3850206	6,8	6,8	0,0			
3850207	6,1	6,4	4,9			
3850208	5,2	5,8	11,5			

FIGURE 26 - PRESENTATION DES RESULTATS (ETAT DES LIEUX)

- Des graphiques destinés à être imprimés, positionnant les mesures par rapport aux droites +/- 20% correspondant à l'erreur maximale autorisée. Chaque service comporte deux graphiques, un premier affichant les mesures du service, un second affichant les mesures tous services confondus.

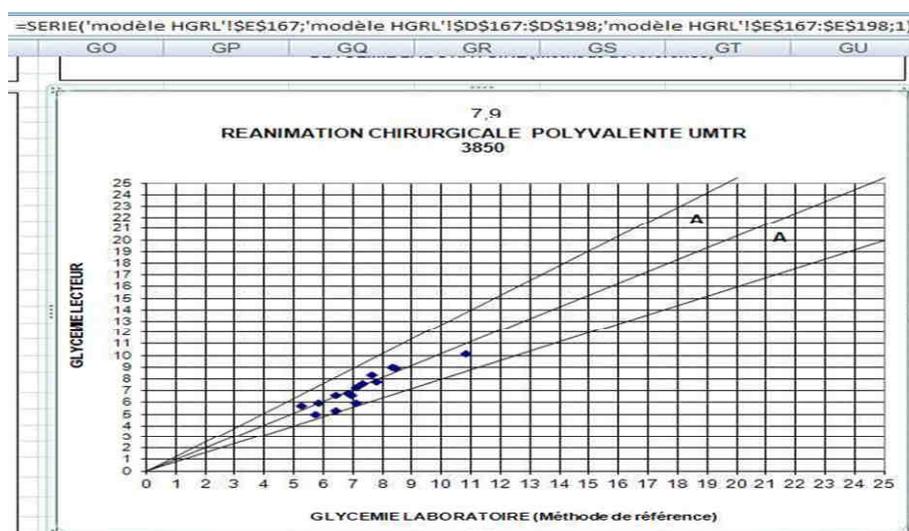


FIGURE 27 - UN GRAPHIQUE ET SA FORMULE (ETAT DES LIEUX)

Ce fichier a été modifié au fur et à mesure de l'évolution du parc de lecteurs. En effet, sa structure impose de corriger « à la main » les tableaux et les graphiques associés dès lors qu'un lecteur est ajouté à un service ou supprimé.

D'ailleurs, plusieurs erreurs de mise à jour ont été relevées. Ces erreurs se traduisent par des résultats incomplets qui ont été transmis aux services et qui sont, semble-t-il, passés inaperçus.

Après analyse, la conception du fichier souffre de quatre défauts.

7.1.1 MANQUE DE SOUPLESSE

Le problème est la complexité de la procédure de mise à jour du parc des lecteurs, qu'il s'agisse de la suppression ou de l'insertion d'un équipement.

L'opération consiste en pratique à :

- Insérer/supprimer des lignes dans le premier tableau destiné à la saisie des mesures
- Insérer/supprimer des lignes dans le second tableau regroupant en ligne CT1 et CT2
- Insérer/supprimer des lignes dans le troisième tableau destiné à l'affichage
- Rétablir les formules entre ces 3 tableaux

Il faut ensuite également modifier la formule qui définit le graphique. Par exemple, l'illustration ci-dessus fait référence à la plage de cellules E167:E198. Cette plage de cellules devra être mise à jour, dès lors que le service compte un nouveau lecteur.

Il faut également mettre à jour la formule du graphique « tous services confondus », et ceci autant de fois que le fichier comporte de services...

Dans le cas de la création d'un nouveau service, l'opération est encore plus complexe puisque il faut créer entièrement les tableaux et les graphiques du service.

L'opération suppose donc que l'utilisateur maîtrise Excel®, en particulier la création de graphiques, et connaisse bien la logique du tableau. Dans la pratique, ces deux critères n'étant pas toujours réunis, le risque d'erreur est important. Dans tous les cas, l'opération est fastidieuse.

7.1.2 INCOHERENCE DES RESULTATS

Le fichier est redondant. En multipliant les tableaux et les graphiques, cette construction augmente le risque que des différences apparaissent entre les services au fur et à mesure des mises à jour.

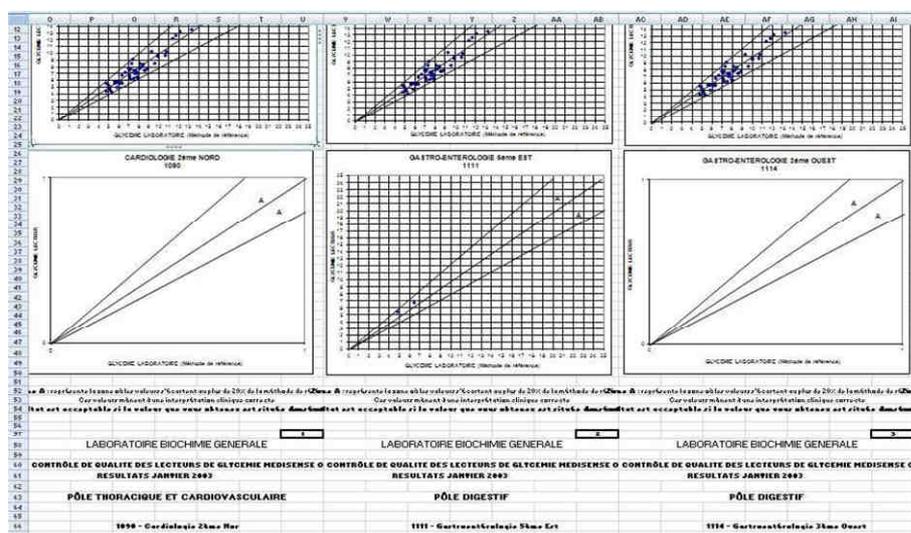


FIGURE 28 - MULTIPLICATION DES GRAPHIQUES (2003)

Dans le meilleur des cas, l'utilisateur a utilisé des « copier/coller » lorsqu'il a créé les différents services. Cependant, cette approche ne permet aucunement de maintenir sérieusement la cohérence de l'ensemble dans le temps. Par exemple si la présentation des résultats doit évoluer, cela impose que tous les services soient mis à jour un par un, et de la même façon.

7.1.3 RISQUE D'ALTERATION DU FICHIER

Le fichier utilisé n'est pas protégé contre les mauvaises manipulations d'un utilisateur, qu'il s'agisse de l'écrasement accidentel d'une formule ou de la modification hasardeuse d'un graphique. La fonction de protection des cellules que propose Excel® ne peut pas être utilisée ici car elle interdirait la mise à jour du parc des lecteurs.

7.1.4 INTEGRATION LIMITEE

Le stockage des données est structuré de façon très simple – une ligne par mesure – les lecteurs se répartissant sur toute la hauteur du tableau. Cependant, ce tableau a été conçu avant tout selon des critères esthétiques, afin de faciliter sa lecture par un opérateur humain.

	Service	Code	N°Equipement	Résultats de la glycémie en mmol/l		
				Contrôle		
			Laboratoire	Glucomètre	RGLU %	
5	médecine interne A	1043	1043201	5.5	6.4	16,4
6			1043201			
7			1043202	4.3	4.2	-2,3
8			1043202			
9			1043203	5.0	5.8	16.0
10			1043203			
11	cardiologie 2è nord	1090	1090201	10.9	9.7	-11,0
12			1090201			
13			1090202	7.5	7.0	-6,7
14			1090202			
15	gastroentéro 5è est	1111	1111201	6,2	6,3	1,6
16			1111201			
17			1111202	5,2	4,9	-5,8

FIGURE 29 - STRUCTURE DES DONNEES (2007)

D'un point de vue informatique, il n'existe pas de correspondance simple entre les lecteurs et les services : en effet, le code de service n'est pas répété à chaque ligne. Cette structure rend délicate la récupération et le traitement des données par exemple pour établir des statistiques annuelles.

7.2 CAHIER DES CHARGES

La mise en place d'une nouvelle gestion logicielle doit corriger les problèmes évoqués précédemment. J'ai donc établi quatre critères à respecter a minima :

- Souplesse vis-à-vis des évolutions du parc des lecteurs
- Cohérence dans le traitement des données et l'affichage
- Robustesse du programme
- Possibilité d'exporter les données

7.2.1 EVOLUTIVITE DU PARC DE LECTEURS

La solution doit permettre la gestion aisée du parc de lecteur par un opérateur ne bénéficiant pas de connaissances avancées en informatique. Il s'agit en particulier de pouvoir ajouter/supprimer des lecteurs et des services.

7.2.2 UNITE DU TRAITEMENT ET DES RESULTATS

La solution doit éviter toute redondance dans le calcul et la présentation des résultats. Elle doit permettre un paramétrage commun à tous les services notamment en ce qui concerne la présentation des résultats.

7.2.3 PROTECTION VIS-A-VIS DE L'UTILISATEUR

La solution doit être robuste, et doit pouvoir être utilisée par n'importe quel opérateur sans risquer d'être corrompue.

7.2.4 PORTABILITE DES DONNEES

La solution doit permettre une exportation aisée des résultats indépendamment du nombre de lecteurs et de services.

7.3 OPTIONS TECHNIQUES

De nombreuses solutions techniques permettent de répondre au cahier des charges. J'ai sélectionné les solutions les plus répandues étant donnés les objectifs à atteindre et le contexte de mise en œuvre.

7.3.1 BASE DE DONNEES ET LOGICIEL DEDIE

La base de donnée est l'outil sinon incontournable du moins fortement recommandé dès lors qu'il s'agit de stocker des informations. Cette approche est notamment adaptée au cas suivants :

- Partage d'information entre plusieurs opérateurs, voire plusieurs sites
- Utilisation intensive se traduisant par un flux important de requêtes
- Perspectives d'évolution, recherche d'une solution ouverte

Une référence de base de données est le logiciel libre MySQL^o (MySQL, mai 2013), dont le suivi et les performances sont excellentes. Il s'agit d'une base de données relationnelle utilisant le langage normalisé par l'ISO : SQL ou Structured Query Langage (ISO, mai 2013).

Sur un plan matériel, la base de données est le plus souvent hébergée sur une machine dédiée, assurant performance de calcul et sécurité des données.

Une base de données n'est normalement pas destinée à être utilisée directement par un opérateur. Il s'agit en fait d'un service qui est lui-même appelé par un autre logiciel ayant la charge de l'interface avec l'utilisateur.

De nombreuses approches existent afin d'assurer l'interface avec l'utilisateur. La première qui vient à l'esprit (du moins jusque dans les années 90) est d'écrire un logiciel qui se charge

de cette fonction. Cette approche est très performante et apporte notamment les avantages suivants :

- Interface très évoluée et confort d'utilisation
- Optimisation des calculs et temps de réponse court

Parmi les plateformes de développement, on peut citer le logiciel libre Java° (Java, mai 2013), distribué par la société Oracle°. De plus en plus populaire, cette solution est présente aussi bien dans des logiciels métiers comme LGPI° (Pharmagest, mai 2013) utilisé par de nombreuses pharmacies d'officine, que dans des applications embarquées comme des téléviseurs, des navigateurs GPS, etc. De plus les applications développées en Java° sont portables sur PC et sur Mac, c'est-à-dire qu'elles peuvent « tourner » sur ces différents systèmes sans aucune modification.

7.3.2 BASE DE DONNEES ET SERVEUR INTRANET

L'apparition du web en 1990 a bousculé les habitudes en proposant de nouvelles approches à de nombreux problèmes. La quasi-totalité des sites web professionnels fait maintenant appel à une base de données, qu'il s'agisse d'un simple forum ou d'un site de commerce en ligne présent sur les cinq continents. Ce lien intime entre le web et les bases de données conduit naturellement à utiliser un navigateur Internet comme interface entre un opérateur et une base de données, avec les avantages suivants :

- Interface connue et maîtrisée a priori par les utilisateurs
- Utilisation depuis n'importe quel poste relié au réseau

Il s'agit dans ce cas de mettre en place un site Intranet, c'est-à-dire un site web sur un réseau local. Le choix du serveur et du langage de programmation est vaste, mais on peut citer la solution la plus répandue à travers le monde, le serveur libre Apache° associé au langage PHP° (Php, mai 2013).

Sur un plan matériel, cela suppose l'installation d'une machine serveur, le plus souvent distincte de la machine qui héberge la base de données.

7.3.3 MICROSOFT ACCESS°

Le logiciel Access° regroupe une base de données « légère », un langage de programmation et une interface permettant de construire des formulaires de saisie ainsi que des états imprimables (developpez.com, mai 2013).

Une application simple peut se limiter à un unique fichier avec l'extension mdb. Il est cependant recommandé de séparer l'application en plusieurs fichiers, un pour la partie données et un pour la partie programme, ceci afin de pouvoir faire évoluer les fonctionnalités sans toucher aux données.

Comme tous les logiciels de la suite Office°, la base Access° supporte le langage Visual Basic for Application (VBA) permettant de construire des applications complexes venant s'intercaler entre l'interface et les données.

C'est une solution de choix pour les petits projets, limités à une dizaine d'utilisateurs, et qui présente les avantages suivants :

- Simplicité de mise en œuvre matérielle
- Simplicité de développement des applications

7.3.4 MICROSOFT EXCEL°

Le logiciel Excel° est un tableur également associé au langage VBA, ceci permettant de construire des applications complexes et des interfaces évoluées (developpez.com, mai 2013).

La principale limitation d'Excel° est la rigidité du concept même de tableur, ainsi que l'impossibilité de partager des données entre plusieurs utilisateurs ou plusieurs sites. Ceci n'empêche bien sûr pas de mettre en œuvre plusieurs copies d'un tableau, chacune possédant ses propres données, par exemple une copie pour l'Hôtel Dieu, et une copie pour l'hôpital Laennec.

Le principal intérêt d'Excel° réside en fait dans sa simplicité de mise en œuvre, sa grande popularité, et sa disponibilité sur les postes du laboratoire de biochimie. Par ailleurs, la programmation en VBA permet d'étendre les fonctionnalités du tableur comme nous le verrons par la suite.

7.4 CONCLUSION

Le choix d'une solution est donc multifactorielle, s'agissant de ses performances, de son développement logiciel, de sa mise en œuvre matérielle, ou de sa facilité d'utilisation. Le tableau suivant résume ces paramètres :

TABLEAU 1 - COMPARATIF DES SOLUTIONS

	Logiciel dédié	Intranet	Access°	Excel°
Partage des données	+++	+++	+	Impossible
Possibilité d'évolution	+++	+++	+++	+
Simplicité de mise en œuvre (matériel)	+	+	+++	+++
Simplicité de développement (logiciel)	+	+	+++	+++
Popularité (opérateurs)	+	+++	+	+++
Disponibilité au labo	Non	Non	Non	Oui

L'objectif de ce travail étant avant tout d'aboutir à une solution rapidement opérationnelle, la simplicité de mise en œuvre et de développement sont des critères déterminants. Reste donc en pratique à choisir entre les deux solutions « les plus simples », c'est-à-dire entre la base Access° et le tableur Excel°.

Le partage des données ne faisant pas partie du cahier des charges, ce paramètre n'est pas rédhibitoire pour choisir Excel°.

Une plus grande possibilité d'évolution conduirait à choisir Access° ; cependant la popularité auprès des utilisateurs et surtout la disponibilité au laboratoire imposent d'arrêter mon choix sur le tableur Excel° associé à VBA.

8 GUIDE D'UTILISATION AU QUOTIDIEN

Ce guide ne requiert pas de connaissances en programmation. Il explique à l'utilisateur comment réaliser les tâches principales permettant le suivi informatique du contrôle qualité des lecteurs de glycémie.

8.1 PREPARATION DU FICHIER

Le programme permet de traiter les données sur une période déterminée seulement. Il convient donc de préparer un nouveau fichier en chaque début de mois.

Afin de conserver les mises à jour du parc des lecteurs, il suffit de dupliquer le dernier fichier utilisé. Les fichiers seront nommés selon une convention à préciser, par exemple sous la forme AAMM.XLS correspondant à l'année AA et au mois MM.

Avant de commencer les contrôles, il faut nommer la période, et prendre soin d'effacer les mesures saisies pour le mois précédant :

- Ouvrir le fichier et sélectionner la page « Données »
- Sélectionner la plage de données (colorée en jaune et vert), et supprimer les mesures

8.1.1 SAISIE DES MESURES

La feuille de calcul « Données » contient un tableau permettant à l'utilisateur de saisir les mesures du contrôle qualité pour la période en cours. Tous les éléments relatifs à un lecteur sont regroupés sur une même ligne :

- L'identifiant du rapport auquel le lecteur doit être associé
- Le numéro d'équipement qui permet d'identifier le lecteur
- Les mesures CT1 (date d'envoi de la demande, glycémie au laboratoire, glycémie mesurée sur l'appareil, coefficient RGLU)
- Les mesures CT2 (date d'envoi de la demande, glycémie au laboratoire, glycémie mesurée sur l'appareil, coefficient RGLU)
- Le résultat de la vérification éventuelle du lecteur en laboratoire

Par convention, le numéro d'équipement (par exemple 104301) est construit à partir de l'identifiant d'un rapport sur 4 chiffres correspondant le plus souvent au numéro d'un service, suivi de 2 chiffres correspondant au lecteur lui-même (01, 02, 03, etc.) Cette notation n'est cependant pas une obligation et toute combinaison de lettres et de chiffres peut être utilisée.

PERIODE =>

AOÛT 2008

Trier	Trier	Contrôle				Recontrôle		
ID Rapport	N° Equipem.	Demande	Laboratoire	Glucomètre	RGLU %	Demande	Laboratoire	Glucomètre
1043	1043201	04-août-08						
1043	1043202	04-août-08						
1043	1043203	04-août-08						
1090	1090201	04-août-08						
1090	1090202	04-août-08	10,6	10,0	-5,7			
1111	1111201	04-août-08						
1111	1111202	04-août-08						
1111	1111203	04-août-08						
1212	1212201							
1214	1214201	04-août-08	4,0	5,8	48,4			

FIGURE 30 - SAISIE DES MESURES

8.2 GESTION DES EQUIPEMENTS

Comme nous venons de le voir, chaque ligne de données correspond à un lecteur. La gestion du parc des lecteurs se résume donc à énumérer les lecteurs. L'ordre des lecteurs n'a aucune importance.

Les boutons « Trier » permettent d'ordonner les lignes par identifiant de rapport et par numéro d'équipement, ceci afin d'améliorer le confort de l'opérateur.

- L'ajout d'un nouveau lecteur se fera sur une ligne vide, et en complétant le numéro d'équipement ainsi que l'identifiant du rapport auquel celui-ci doit être associé.
- La suppression d'un lecteur se fera tout simplement en effaçant ces deux valeurs.
- Cliquer sur le bouton « Trier » si nécessaire.

8.3 GESTION DES RAPPORTS

La feuille de calcul « Rapports » permet de paramétrer et d'imprimer les rapports.

Trier		Imprimer		Stop		Statistiques de la sélection !	
IDENTIFIANT	NB COPIES	TITRE					
1412	1	PÔLE THORACIQUE ET CARDIOVASCULAIRE				CA	
1043	1	PÔLE MEDECINE				MEDEC	
1090	1	PÔLE THORACIQUE ET CARDIOVASCULAIRE				CARDIOLOGIE	
1111	1	PÔLE DIGESTIF				GASTRO	
1212	1	PÔLE NEUROSCIENCES				NEURI	
1214	1	PÔLE NEUROSCIENCES				NEU	
1313	1	PÔLE THORACIQUE ET CARDIOVASCULAIRE				PNE	
1314	1	PÔLE THORACIQUE ET CARDIOVASCULAIRE				PNI	
1315	1	PÔLE ONCOLOGIE				ONCOLC	
* 1412	1	PÔLE THORACIQUE ET CARDIOVASCULAIRE				CA	
1413	1	PÔLE THORACIQUE ET CARDIOVASCULAIRE				CA	
2611	1	PÔLE THORACIQUE ET CARDIOVASCULAIRE				CHIRURG	

FIGURE 31 - PARAMETRAGE DES RAPPORTS

En pratique, un rapport représente le plus souvent un service, mais il peut également regrouper plusieurs services, ou toute autre combinaison de lecteurs selon les besoins. Un rapport est entièrement défini par les éléments suivants :

- Son identifiant, également appelé « ID Rapport » qui doit être unique, toute combinaison de lettres et de chiffres pouvant être utilisée.
- Son titre et son sous-titre, qui sont imprimés lors de l'édition des résultats.

Le paramètre nombre de copies a été ajouté à la demande des utilisateurs afin d'imprimer plusieurs exemplaires des résultats dans le cas d'un rapport envoyé à plusieurs services.

Comme pour les équipements, l'ordre des rapports n'a aucune importance. La gestion des rapports se résume donc à énumérer les services :

- L'ajout d'un nouveau rapport se fera sur une ligne vide, et en complétant l'identifiant, le titre et le sous-titre.
- La suppression d'un rapport se fera tout simplement en effaçant ces valeurs.
- Cliquer sur le bouton « Trier » si nécessaire.

8.4 EDITION DES RESULTATS

Après avoir complété la feuille de calcul des données, l'utilisateur se reportera à la feuille de calcul « Rapports » afin de sélectionner un service et d'imprimer ses résultats.

Le logiciel permet de sélectionner un rapport tout simplement en cliquant sur une cellule de la ligne correspondante. L'impression du rapport (valeurs statistiques et graphiques) est lancée en cliquant sur le bouton « Imprimer ».

9 MODIFICATION DES CALCULS ET DES GRAPHIQUES

Dans cette partie, l'utilisateur apprend à modifier la présentation des résultats, c'est-à-dire la feuille qui sera imprimée et remise aux services. **Une bonne maîtrise d'Excel° est requise pour entreprendre cette tâche.**

Avant toute chose, vérifier que la feuille « Impression du rapport » n'est pas protégée, et ôter la protection si nécessaire. Modifier la feuille en utilisant les éléments disponibles sur les feuilles de calculs « Données », « Rapports » et « Stats du rapport ».

Comme pour tout programme informatique, l'approche la plus simple est d'étudier le modèle proposé (que j'ai mis en place) de le comprendre puis de s'en inspirer librement.

9.1 IDENTIFICATION DU RAPPORT

Les éléments disponibles pour présenter le rapport sont listés ci-dessous, ainsi que les références à utiliser :

NOM DE LA VARIABLE	REFERENCE A UTILISER
PERIODE	Données!\$E\$2
TITRE DU RAPPORT	Rapports!\$E\$9
SOUS-TITRE DU RAPPORT	Rapports!\$F\$9

9.2 RESULTATS PAR LECTEUR

De la même manière, l'utilisateur peut récupérer les mesures et les calculs statistiques pour chaque lecteur du rapport, ceci en faisant référence à la feuille « Stats du rapport ». Voici par exemple quelques éléments correspondants au 1^{er} lecteur du rapport :

NOM DE LA VARIABLE	REF. 1ERE LECT.
N° D'EQUIPEMENT	'Stats du rapport'!D9
CT1 GLY-LABO	'Stats du rapport'!F9
CT1 GLY-LECTEUR	'Stats du rapport'!G9
CT1 RGLU	'Stats du rapport'!H9
RESULTAT CQ	'Stats du rapport'!W9

9.3 CONSTRUCTION DU GRAPHIQUE DU SERVICE

Pour construire les graphiques, il est plutôt conseillé de faire appel aux colonnes O, P, Q et R spécialement formatées à cette fin. Il est conseillé de créer un graphique en utilisant toutes les lignes du tableau, ceci afin de gérer un nombre quelconque de lecteurs.

NOM DE LA VARIABLE	REF. 1ERE LECT.
CT1 GLY-LABO	'Stats du rapport'!O9

CT1 GLY-LECTEUR	'Stats du rapport'!P9
CT2 GLY-LABO	'Stats du rapport'!Q9
CT2 GLY-LECTEUR	'Stats du rapport'!R9

9.4 CONSTRUCTION DU GRAPHIQUE TOUS SERVICES

La feuille « Stats globales » regroupe les données relatives à la totalité du parc des lecteurs, ceci quel que soit le rapport sélectionné. C'est cette feuille qui permet de construire le graphique « tous services confondus » indépendamment du service sélectionné.

NOM DE LA VARIABLE	REF. 1ERE LECT.
CT1 GLY-LABO	'Stats globales'!O9
CT1 GLY-LECTEUR	'Stats globales'!P9
CT2 GLY-LABO	'Stats globales'!Q9
CT2 GLY-LECTEUR	'Stats globales'!R9

9.5 ELEMENTS STATISTIQUES

De nombreuses valeurs statistiques sont également disponibles, soit pour le rapport en cours, soit pour l'ensemble des lecteurs. Par exemple :

NOM DE LA VARIABLE	REFERENCE
NOMBRE DE CT1 NON VERIFIES	'Stats du rapport'!\$Y\$40
NOMBRE DE CT1 ACCEPTABLES	'Stats du rapport'!\$Z\$40
NOMBRE DE CT1 ECART > 20%	'Stats du rapport'!\$AA\$40
NOMBRE DE CT1 ECART > 30%	'Stats du rapport'!\$AB\$40

9.6 EXEMPLE 1 : LISTE DES EQUIPEMENTS NON CONFORMES

La liste des équipements non-conformes correspond à la liste des lecteurs n'ayant pas satisfait au contrôle qualité. Cette liste peut aisément être construite à partir de la colonne W de la feuille « Stats du rapport ». Pour chaque ligne de lecteur, cette colonne vaut « OK » :

- Si le lecteur a satisfait à la vérification (VER).
- A défaut, si le lecteur a satisfait au deuxième contrôle (CT2).
- A défaut, si le lecteur a satisfait au premier contrôle (CT1).

Il suffit donc de tester la valeur de la cellule W_i pour savoir si le lecteur est conforme pour la ligne (i). En simplifiant la formule :

$$= SI (W_i = « OK » ; « - » ; D_i)$$

On teste la valeur de la cellule Wi. Si elle est égale à « OK », on affiche un tiret « - » pour matérialiser la ligne, sinon on affiche la valeur de cellule Di, c'est à dire le numéro du lecteur correspondant à cette ligne.

Liste des équipements non conformes
-
-
-
-
-
-
-
-
3740207
3740208

FIGURE 32 - CODE SOURCE DE LA LISTE DES EQUIPEMENTS NON CONFORMES

9.7 EXEMPLE 2 : STATISTIQUES DETAILLEES

Le tableau « qualité des résultats » synthétise le nombre et le résultat des contrôles d'un service. On utilise pour cela la ligne 40 de la feuille « Stats du rapport » qui correspond à la somme des lignes 9 à 38 des lecteurs du service. On obtient donc :

- Y40 = nombre de contrôle non réalisés (NC)
- Z40 = nombre de contrôle acceptables (ACC)
- AA40 = nombre de contrôle avec recontrôle conseillé (RC)
- AB40 = nombre de contrôle avec recontrôle impératif (RI)

Il suffit de réaliser les calculs à partir des ces quatre valeurs. On notera l'utilisation de la fonction TRY () qui permet d'éviter l'affichage éventuel d'une erreur lors du calcul des pourcentages (division par zéro).

Qualité des résultats :	Contrôles	
<i>Résultat acceptable</i>	<code>= 'Stats du rapport'!\$Z\$40</code>	<code>= TRY(\$P49/\$P\$54; "")</code>
<i>Ecart / labo. : supérieur à 20%</i>	<code>= 'Stats du rapport'!\$A\$40</code>	<code>= TRY(\$P51/\$P\$54; "")</code>
<i>Ecart / labo. : supérieur à 30%</i>	<code>= 'Stats du rapport'!\$A\$B\$40</code>	<code>= TRY(\$P52/\$P\$54; "")</code>
<i>Ecart / labo. : appareil non vérifié</i>	<code>= 'Stats du rapport'!\$Y\$40</code>	<code>= TRY(\$P53/\$P\$54; "")</code>
	<code>= P49+P51+P52+P53</code>	

FIGURE 33 - CODE SOURCE DES STATISTIQUES DETAILLEES

10 DEVELOPPEMENT INFORMATIQUE

Après un bref rappel de programmation, cette partie présente en détail le fonctionnement du logiciel. Elle permettra à l'initié d'en comprendre les rouages et éventuellement d'assurer la maintenance et l'évolution du système. Par ailleurs, elle présente des concepts qui pourront utilement être mis en œuvre dans un autre contexte.

Pour une utilisation courante, le lecteur se reportera utilement au chapitre 8 « Guide d'utilisation au quotidien ».

10.1 RAPPELS DE PROGRAMMATION

10.1.1 LES LANGAGES IMPERATIFS

Il s'agit des langages « de bas niveau », historiquement apparus les premiers. Un programme déclare des données et des fonctions qui manipulent ces données. Chaque fonction est une suite d'instructions propres au langage.

On peut d'abord citer le langage assembleur qui est propre à chaque microprocesseur. Il s'agit en fait d'un jeu d'instructions qui pilote directement l'électronique de la puce. Très pénibles à programmer par l'homme, les programmes assembleurs sont surtout le produit des plateformes de développement des langages plus évolués.

Les autres langages impératifs les plus connus sont le Basic, le Pascal et le C. Par tradition, un langage de programmation est illustré par le programme Hello World, qui tout simplement, affiche la phrase « Hello World ». C'est le premier programme qu'écrit un débutant...

```
/* Hello World program */  
  
#include<stdio.h>  
  
main()  
{  
    printf("Hello World");  
  
}
```

FIGURE 34 - HELLO WORLD EN C

10.1.2 LES LANGAGES OBJETS

Les langages objets permettent la création d'entités regroupant leurs propres données et leurs propres fonctions. L'intérêt est de compartimenter la programmation, un objet remplissant une tâche, tout en masquant le détail de la programmation de cette dernière aux objets de niveau supérieur qui l'utilisent.

On aboutit à une construction complexe mais très rigoureuse. Par ailleurs, chaque objet peut être programmé par une équipe de développement différente.

Les langages objets les plus connus sont Delphi, C++, Java et VBA. Par exemple en java les objets sont décrits sous forme de classes, qui peuvent compléter ou modifier certaines propriétés d'une autre classe.

```
public class cercle extend forme {  
    private int r ;  
    public cercle (Color c, int r) {  
        super (c) ;  
        this.r = r ;  
    }  
    public rayon () {  
        return r ;  
    }  
    public int perimetre() {
```

```

    return 2*PI*r ;
}
public float surface() {
    return PI*r*r ;
}
}
public abstract class forme {
    private Color c ;
    public forme (Color c) {
        this.c = c ;
    }
    public Color couleur() {
        return c ;
    }
}
}

```

FIGURE 35 - EXEMPLE DE CLASSES EN JAVA

10.1.3 PROGRAMMATION EVENEMENTIELLE

La programmation événementielle consiste à écrire un programme qui répond au système lorsqu'un événement donné se produit, par exemple lorsque l'utilisateur clique sur un bouton. En dehors des événements gérés, le programme ne fait rien. VBA est typiquement événementiel lorsqu'il est utilisé dans une application comme Excel®.

10.2 PROGRAMMATION EN VBA

Le langage Visual Basic for Application est accessible depuis l'onglet « Développeur » de la barre de menu, en cliquant sur le bouton « Visualiser le code ».



FIGURE 36 - OUVERTURE DE L'OUTIL VBA

VBA permet de programmer dans le tableur Excel® deux codes source bien distincts :

- Le code source des fonctions
- Le code source des macros

10.2.1 LA PROGRAMMATION DE FONCTIONS

Les fonctions sont connues de la plupart des utilisateurs. Excel® propose en effet un jeu de fonctions par défaut, permettant notamment des calculs mathématiques et statistiques. Par exemple la moyenne de la plage A1:C2 est donnée par la formule = MOYENNE (A1:C2). Il s'agit en fait d'un appel à une fonction prenant pour argument une plage de cellules et renvoyant un nombre.

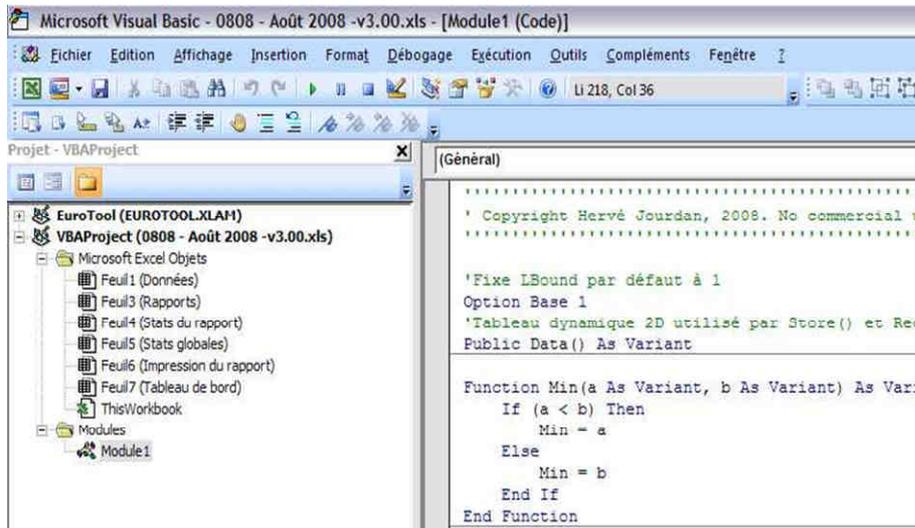


FIGURE 37 - CODE SOURCE DES FONCTIONS

Le code source des fonctions est situé dans le répertoire « Modules », un nouveau module pouvant être créé par un clic droit, puis « Insertion – Module ». Sur la figure ci-dessus, on peut voir le code source de la fonction MIN (a, b) utilisée dans ce fichier, et qui retourne le plus petit de ses deux arguments.

10.2.2 LA PROGRAMMATION DE MACROS

Les macros sont des procédures, prenant ou non des arguments, et déclenchées lorsqu'un évènement se produit. Par exemple, il est possible d'exécuter une série d'actions lorsque l'utilisateur clique sur un bouton nommé « Imprimer ».

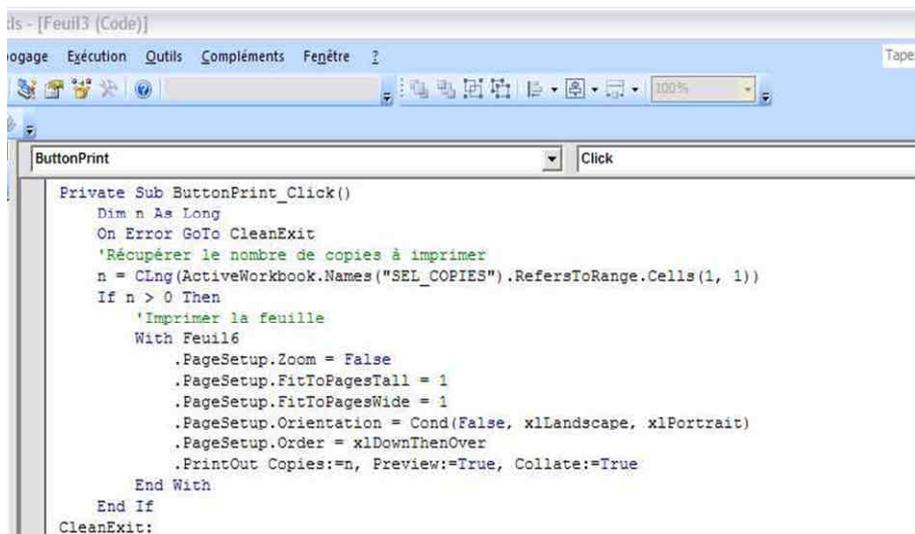


FIGURE 38 - EXEMPLE DE MACRO

Le code source des macros est situé dans un fichier portant le nom de la feuille de calcul auquel il se rapporte. Une nouvelle macro peut être créée en sélectionnant un objet graphique, par exemple le bouton « ButtonPrint », et un évènement relatif à cet objet.

10.2.3 POINT DE VUE DE L'UTILISATEUR

Les fonctions sont donc typiquement des outils mis à la disposition de l'utilisateur final qui pourra s'en servir dans ses formules, alors que les macros sont des morceaux de code très spécialisés non accessibles à l'utilisateur et souvent intimement associés au fonctionnement de l'interface.

10.3 LOGIQUE DE FONCTIONNEMENT

10.3.1 APPROCHE CLASSIQUE

Un tableur est un tableau à deux dimensions constitué de cellules contenant une formule (qui peut être une constante) et obéissant aux principes suivants :

- Une formule est constituée de constantes, de références, d'opérateurs ou de fonctions.
- Chaque référence permet de récupérer la valeur d'une ou plusieurs autres cellules.
- Lorsqu'une cellule est modifiée, Excel[®] met à jour ses dépendances.

	A	B	C	D
1				
2		3	2	
3				
4				
5		TOTAL:	5	
6				

FIGURE 39 - EXEMPLE DE REFERENCE STATIQUE C5 = B2+C2

Les références sont de deux types :

- La référence relative, utilisant la notation A1, qui est utilisée par défaut et qui est mise à jour automatiquement lorsque la cellule est déplacée ou copiée.
- La référence absolue, utilisant la notation \$A\$1, qui n'est pas affectée par le déplacement de la cellule ; elle est utile par exemple pour faire appel à une même valeur depuis de nombreuses cellules.

Il est également possible de faire référence à une ou plusieurs cellules en leur affectant un nom, par exemple DONNEES pour décrire tout un tableau de cellules. Ceci permet une écriture plus intuitive des formules, et laisse la liberté au programmeur de changer la portée de cette référence sans devoir reprendre les formules où elle apparaît.

10.3.2 APPROCHE DYNAMIQUE

Compte tenu du cahier des charges, la stratégie est de se soustraire de l'approche classique qui fait appel à des références statiques. Pour cela, l'astuce est d'utiliser la fonction INDEX qui permet de faire une « indirection ».

INDEX (matrice, no_lig, no_col) renvoi la valeur d'une cellule appartenant à la matrice passée en argument, en utilisant les paramètres *no_lig* et *no_col* pour se positionner sur une

ligne et une colonne de cette matrice. Dans le cas d'un vecteur, on peut omettre un de ces paramètres.

	A	B	C	D
1				
2				
3			Pierre	
4			André	
5			Jacques	
6			Jean	
7			Philippe	
8				
9		2	André	
10				

FIGURE 40 - INDIRECTION UTILISANT LA FONCTION INDEX

Dans la figure ci-dessus, la cellule B9 est évaluée à la valeur « 2 », ce qui conduit la fonction INDEX (C3:C7 ; B9) à retourner la deuxième ligne du vecteur C3:C7, c'est-à-dire « André ».

Dans le cas qui nous intéresse, l'idée est donc de construire dynamiquement le tableau des mesures se rapportant à un service donné, en récupérant les « bonnes lignes » du tableau contenant toutes les mesures de tous les services.

Un graphique unique s'appuyant sur ces données dynamiques suffit alors pour représenter les résultats de n'importe quel service à la demande.

On répond d'emblée au deuxième point du cahier des charges : Unité du traitement et des résultats.

10.4 ORGANISATION DES DONNEES

10.4.1 SAISIE DES MESURES

Contrairement à l'approche traditionnelle sous Excel®, les lecteurs ne sont pas organisés a priori par service dans un tableau ; dans la feuille « Données » c'est la valeur « ID Rapport » qui permet d'associer les mesures d'un équipement avec un rapport. La question de l'insertion ou de la suppression d'un lecteur ne se pose pas, puisqu'il suffit de renseigner correctement une ligne de mesures pour associer un lecteur à un service.

L'ordre des services et des lecteurs n'a aucune importance, cependant des macros permettent de trier les données pour le confort de l'opérateur.

Afin d'améliorer la lecture et la portabilité des formules, la plage de cellules correspondant au tableau des données (matrice de 500 lignes x 11 colonnes) a été nommée DONNEES.

10.4.2 PARAMETRAGE DES RAPPORTS

Un rapport est entièrement défini par la valeur « ID Rapport » ainsi que son titre et son sous-titre. Comme pour les mesures, les rapports sont énumérés chacun sur une ligne. La

question de l'insertion ou de la suppression d'un rapport (ou d'un service) ne se pose pas, puisqu'il suffit de renseigner correctement une ligne pour définir un rapport.

Les feuilles de calcul « Données » et « Rapports » permettent donc de répondre au premier point du cahier des charges : Evolutivité du parc de lecteurs.

Afin d'améliorer la lecture et la portabilité des formules, la plage de cellules correspondant au tableau des rapports (matrice de 150 lignes x 4 colonnes) a été nommée RAPPORTS.

10.5 RECUPERATION DES MESURES

La feuille de calcul « Stats du rapport » contient un tableau strictement structuré comme le tableau des données, et destiné à récupérer les « bonnes lignes » de ce tableau, c'est-à-dire les lignes correspondant au rapport sélectionné.

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data:

		Contrôle					
ID Rapport	N° Equipem.	Demande	Laboratoire	Glucomètre	RGLU %	Demande	
21	1412	1412201	04-août-08	8,2	9,3	13,4	
22	1412	1412202	04-août-08	4,1	4,6	12,2	
23	1412	1412203	04-août-08	7,9	8,0	0,0	

FIGURE 41 - RECUPERATION DES MESURES D'UN RAPPORT

Sur la figure ci-dessus, on peut voir la construction du rapport « 1412 » par récupération des trois lignes numéro 21, 22 et 23 du tableau des données, correspondant aux lecteurs 141201, 141202 et 141203.

Cette opération fait appel à l'indirection E9 = INDEX (DONNEES ; \$A9 ; 3) Il s'agit ici de récupérer la valeur d'une cellule de la matrice DONNEES, en sélectionnant la ligne déterminée par \$A9 et la colonne numéro 3.

De même, la cellule F9 fait référence à la colonne numéro 4, la cellule G9 fait référence à la colonne numéro 5, etc. de façon à obtenir la copie complète de la ligne déterminée par la seule valeur de la cellule \$A9.

Les autres lignes sont construites de la même manière à partir de \$A10, \$A11, etc.

10.6 RECHERCHE DES EQUIPEMENTS

Comme nous venons de le voir, c'est la valeur de la colonne A qui détermine la ligne de données récupérée. Reste à renseigner les cellules de cette colonne avec les numéros de ligne correspondant effectivement au rapport sélectionné.

J'ai écrit deux nouvelles fonctions à cette fin :

- **VSEARCHITEM** (*matrice, row1, row2, col, item*) recherche une cellule ayant la valeur *item*, en parcourant la matrice le long de la colonne *col*, entre les lignes *row1* et *row2* ; la fonction renvoie le numéro de la première ligne trouvée.
- **VCOUNTITEM** (*matrice, row1, row2, col, item*) recherche une cellule ayant la valeur *item*, en parcourant la matrice le long de la colonne *col*, entre les lignes *row1* et *row2* ; la fonction renvoie le nombre de lignes trouvées.

A10 fx =SI(A9="";"";TRY(VSEARCHITEM(DONNEES;A9+1;LIGNES(DONNEES);1;\$E\$2);""))

		Contrôle					Recont	
ID Rapport	N° Equipem.	Demande	Laboratoire	Glucomètre	RGLU %	Demande	Laboratoire	
21	1412	1412201	04-août-08	8,2	9,3	13,4		
22	1412	1412202	04-août-08	4,1	4,6	12,2		
23	1412	1412203	04-août-08	7,9	8,0	0,0		

En simplifiant un petit peu les choses, la formule utilisée est la suivante :

A10 = VSEARCHITEM (DONNEES ; A9+1 ; LIGNES (DONNEES) ; 1 ; \$E\$2)

Il convient de préciser quelques points :

- La cellule \$E\$2 contient l'identifiant du rapport librement saisi par l'utilisateur. C'est cet identifiant qui est passé en argument *item* à la fonction de recherche.
- L'argument *col* est égal à 1, ceci parce que les identifiants de rapport « ID Rapport » sont situés dans la première colonne du tableau des données, et c'est donc dans cette colonne qu'on effectue la recherche.
- LIGNES(DONNEES) est une fonction qui retourne le nombre de lignes de la matrice ; cette valeur est passé en argument *row2* c'est-à-dire comme valeur haute des numéros de ligne sur lesquels on effectue la recherche.
- La valeur basse, passée en argument *row1*, fait appel à une astuce ; A9 + 1 représente ici la valeur trouvée à la ligne précédente - à laquelle on ajoute 1 - ceci afin de commencer la recherche dans le tableau de données juste après la valeur déjà trouvée.

Excel° remplit ainsi ligne après ligne l'ensemble de la colonne A, puis il utilise ces valeurs pour récupérer les « bonnes données » et remplir tout le tableau de la feuille de calcul.

10.7 CALCUL DES STATISTIQUES

10.7.1 STATISTIQUES DU RAPPORT

La feuille de calcul « Stats du rapport » comporte par ailleurs un tableau destiné à stocker les données statistiques du rapport. Par exemple, sur chaque ligne de donnée on calcule si le lecteur est non contrôlé (NC), conforme (ACC), ou rejeté (RC et RI). La somme de toutes les lignes permet également d'établir les statistiques du rapport.

Ces données sont utilisées pour présenter les résultats et construire les graphiques du rapport sélectionné.

10.7.2 STATISTIQUES GLOBALES

La feuille de calcul « Stats globales » est identique à la feuille « Stats du rapport » à ceci près qu'elle fait appel à tous les lecteurs. Les valeurs calculées permettent de construire les graphiques « Tous services confondus » des rapports.

Le principe de récupération des données est très similaire à ce que nous venons de voir, mais fait appel à deux autres fonctions :

- **VSEARCHEMPTY** (*matrice, row1, row2, col*) recherche une cellule non vide, en parcourant la matrice le long de la colonne *col*, entre les lignes *row1* et *row2* ; la fonction renvoie le numéro de la première ligne trouvée.
- **VCOUNTEMPTY** (*matrice, row1, row2, col*) recherche une cellule non vide, en parcourant la matrice le long de la colonne *col*, entre les lignes *row1* et *row2* ; la fonction renvoie le nombre de lignes trouvées.

10.8 UTILISATION DES RESULTATS

10.8.1 IMPRESSION DES RAPPORTS

La présentation et l'impression des rapports est réalisée sur la feuille « Impression du rapport ». On se reportera à la partie « Modification des calculs et des graphiques » pour plus de détails.

10.8.2 TABLEAU DE BORD

La feuille de calcul « Tableau de bord » compile sur un seul tableau les données significatives de l'ensemble des rapports. Ce tableau est destiné à être utilisé à des fins statistiques, en l'imprimant ou en utilisant ces données dans d'autres fichiers.

TABLEAU DE BORD DES STATISTIQUES

ID Rapport	Tx de Réponse			Ctrl1 Satisfaisants			Ctrl2 Satisfaisants			Equip. Contrôlés		
	Dem.	Effect.	%	Total	Satisf.	%	Total	Satisf.	%	Total	Ctrl	%
1043	3	0	0%	3	0	0%	0	0		3	0	0%
1090	2	1	50%	2	1	50%	0	0		2	1	50%
1111	3	0	0%	3	0	0%	0	0		3	0	0%
1212	0	0		0	0		0	0		1	0	0%
1214	3	3	100%	3	3	100%	0	0		4	3	75%
1313	3	1	33%	3	1	33%	0	0		3	1	33%
1314	2	0	0%	2	0	0%	0	0		2	0	0%
1315	2	2	100%	2	2	100%	0	0		2	2	100%
1412	3	3	100%	3	3	100%	0	0		3	3	100%
1413	4	3	75%	3	2	67%	1	0	0%	3	2	67%
2611	3	3	100%	3	3	100%	0	0		3	3	100%
2612	3	2	67%	2	1	50%	1	0	0%	2	1	50%
2613	4	3	75%	2	1	50%	2	1	50%	2	1	50%

FIGURE 42 - TABLEAU DE BORD

Les données du tableau de bord proviennent de la feuille de calcul « Rapport ». Cette dernière stockant certaines données statistiques lorsqu'un rapport est sélectionné. Il s'agit par exemple du nombre total de contrôles CT1 satisfaisants pour un service.

SOUS-TITRE	Stat. Ctrl 1			
	NC	ACC	RC	RI
U.T.T. HC - 1ER OUEST (2622)	0	2	1	0
SALLES DE REVEIL (2902)	2	0	0	0
BLOC C.T.C.V. - RCH (2961)	0	0	1	0
BLOC NEUROCHIRURGIE (2967)	0	1	0	0
NEUROCHIRURGIE - 4EME SUD (3412)	0	3	0	0
NEUROCHIRURGIE H.C (3414)	0	2	0	0
CENTRE HEMODYNAMIQUE (3530)	1	0	0	0
MEDECINE NUCLEAIRE (3580)	0	1	0	0
CARDIOLOGIE SI UMTR - RCH (3710)	0	4	0	0
PNEUMOLOGIE (1322-3740)	2	7	0	0
C.T.C.V UMTR - RCH (3760)	0	14	0	0
UNITE DE SOINS CONTINUUS (3762)	0	0	0	0

FIGURE 43 - DONNEES STATISTIQUES DES RAPPORTS

La mémorisation de ces données fait appel à deux nouvelles fonctions que j'ai écrites :

- **STORE (i, j, value)** stocke l'argument *value* dans un tableau caché à deux dimensions à l'emplacement (i, j).
- **RECALL (i, j, dummy)** récupère la valeur précédemment stockée par la fonction STORE() à l'emplacement (i, j). L'argument *dummy* permet d'éviter l'évaluation systématique de la fonction après chaque calcul sur la page (dès qu'une cellule est modifiée) ; ce mode établit une dépendance vers la seule cellule à laquelle il est fait référence.

Ces fonctions étendent le comportement d'Excel® au-delà de sa philosophie, cette dernière consistant à évaluer une cellule uniquement en fonction de la valeur actuelle des autres cellules (sans aucune notion de mémorisation).

10.9 EXEMPLE : CHANGEMENT DU CRITERE DE VALIDATION

Le laboratoire de biochimie a décidé fin 2012 de faire évoluer le critère de validation des contrôles. Etant données la mesure de glycémie obtenue avec le lecteur (CQ), et la valeur de référence déterminée au laboratoire sur un tube de sang fluoré (GLUL), on calcule les grandeurs suivantes :

Selon le nouveau critère, un contrôle est validé si une des deux conditions est remplie (se reporter aux recommandations de l'AFSSAPS) :

- RGLU est comprise entre 0,8 et 1,2
- DGLU est comprise entre -1,1 et +1,1mmol/L

La mise à jour du programme consiste donc d'abord à insérer une colonne DGLU dans la saisie des données. Cette valeur sera saisie à la main ou sera calculée à partir des autres colonnes (avec la formule adéquate).

Les feuilles de calcul « Stats du rapport » et « Stats globales » sont complétées pour récupérer cette donnée, ceci en utilisant une formule du type INDEX (DONNEES;\$A9;6).

		Contrôle				
ID Rapport	N° Equipem.	Demande	Laboratoire	Glucomètre	DGLU	RGLU %
092	3830401					
092	3830402					
092	3830403					
092	3830404					
092	3830405					
092	3830406					
...					

FIGURE 44 - INSERTION DE LA COLONNE DGLU

Le calcul du suivi des demandes est modifié pour intégrer le nouveau critère. Le test s'articule autour de la formule suivante :

=SI(ABS(H9)<1,1;"RAGM";SI(ABS(I9)<20;"ACC";SI(ABS(I9)<30;"RC";"RI"))), avec valeur DGLU en H9 et valeur RGLU en I9.

Le test peut donc prendre les quatre valeurs RAGM, ACC, RC ou RI (le test complet peut également prendre la valeur NC). Le résultat est utilisé pour réaliser des calculs statistiques à l'échelle du service :

- Nombre de contrôles NC (Contrôle non réalisé)
- Nombre de contrôles ACC (Contrôle acceptable)
- Nombre de contrôles RAGM (Résultat acceptable compte tenu des glycémies mesurées)
- Nombre de contrôles RC (Recontrôle conseillé)
- Nombre de contrôles RI (Recontrôle impératif)

La feuille de calcul « Impression du rapport » est adaptée. En particulier, le nombre de résultats acceptables est maintenant la somme des deux valeurs calculées précédemment :

- Nombre de contrôles ACC + Nombre de contrôles RAGM

Qualité des résultats :	Contrôles		Recontrôles
Résultat acceptable	11	69%	0
Ecart / labo. : supérieur à 20%	0	0%	0
Ecart / labo. : supérieur à 30%	0	0%	0
Ecart / labo. : appareil non vérifié	5	31%	0

FIGURE 45 - QUALITE DES RESULTATS (ACC+RAGM)

Le nombre total de contrôles demandés est adapté de la même manière, pour calculer le taux de réponse du service.

Nbr total de contrôles demandés :	16	RGLU % = Ecart avec la méthode de référence
Nbr de contrôles effectués :	11	(NC) = Lecteur non contrôlé

Taux de réponse du service 69%

FIGURE 46 - TAUX DE REPONSE (ACC+RAGM)

Enfin les limites acceptables des graphiques sont modifiées pour tenir compte des valeurs inférieures à 5,5mmol/L.

Droite 0	0,0	0,0		
	25,0	25,0		
Limite-	1,1	0,0		
	5,6	4,4		
	25,0	20,0		
Limite+	0,0	1,1		
	4,4	5,6		
	20,0	25,0		

FIGURE 47 - VALEURS LIMITES ACCEPTABLES

11 QUELQUES FONCTIONS UTILES

Vous trouverez ci-dessous quelques fonctions d'usage courant, utilisables depuis n'importe quelle cellule du fichier. Par exemple, le minimum des cellules A1 et A2 est retourné par la formule = MIN (A1 ; A2).

11.1 MIN (A ; B)

Cette fonction retourne la plus petite valeur des arguments A et B.

11.2 MAX (A ; B)

Cette fonction retourne la grande petite valeur des arguments A et B.

11.3 TRY (EXPR ; DEFAULT)

Cette fonction retourne le premier argument si celui-ci n'est pas une erreur. Dans le cas contraire, la fonction retourne le deuxième argument. Cette fonction est équivalente à la fonction SIERREUR (expr, default).

Cette fonction est intéressante par exemple pour évaluer un quotient, susceptible de générer une erreur si le dividende n'est pas saisi. La valeur par défaut pourra être numérique ou contenir un message.

Ainsi les deux formules suivantes évaluent le quotient A1/B1 sans jamais risquer d'afficher une erreur :

- = TRY (A1/B1 ; "Saisir une valeur correcte")
- = SI (B1<>>0;A1/B1;"Saisir une valeur correcte")

La première formule est plus compacte ; elle est aussi plus générale car on n'a pas à se préoccuper de savoir pourquoi une erreur a été générée.

11.4 IFNEMPTY (EXPR ; DEFAULT)

Cette fonction retourne le premier argument si celui-ci n'est pas une chaîne de caractère vide. Dans le cas contraire, la fonction retourne le deuxième argument.

Comme pour la fonction TRY (), on pourra ainsi écrire des formules plus lisibles et plus compactes qu'en utilisant un test logique SI ().

12 CONCLUSION

Nous avons vu comment le contrôle des lecteurs de glycémie capillaire s'inscrit dans le cadre de l'assurance qualité, au niveau du laboratoire d'analyses médicales et plus généralement au niveau du CHU de Nantes.

Nous avons identifié des sources d'erreur et décrit les solutions choisies, notamment afin d'améliorer l'adhésion des services, l'éducation du personnel soignant et la compréhension des résultats.

Nous avons détaillé le travail d'analyse et de développement informatique qui a permis de mettre en place un outil toujours opérationnel après plusieurs années d'utilisation.

L'objectif de ce document est cependant avant tout de fournir les réflexions et les références techniques permettant à d'autres de poursuivre le travail accompli, tant au niveau des protocoles qualité que de l'outil informatique.

Par ailleurs, j'espère que ce travail aura éclairé le lecteur sur les possibilités de programmation du tableur Excel® et se retrouvera un jour en tout ou partie dans un projet de recherche ou dans un autre outil de production. Cette seule perspective me ravit.

13 ANNEXES

13.1 BONS DE REPOSE CT1

CENTRE HOSPITALIER UNIVERSITAIRE DE NANTES LABORATOIRE DE BIOCHIMIE GENERALE TEL: 65 459 - 65 460	CENTRE HOSPITALIER UNIVERSITAIRE DE NANTES LABORATOIRE DE BIOCHIMIE GENERALE TEL: 65 459 - 65 460												
NOM, PRENOM : DATE DE NAISSANCE : N° PP :	NOM, PRENOM : DATE DE NAISSANCE : N° PP :												
UNITE DE SOINS : N° LABORATOIRE :	UNITE DE SOINS : N° LABORATOIRE :												
CONTROLE QUALITE DES ANALYSEURS DE GLYCEMIE CAPILLAIRE RECONTROLE (CT2) SUITE A UN CONTROLE MENSUEL NON ACCEPTABLE JUILLET 2008	CONTROLE QUALITE DES ANALYSEURS DE GLYCEMIE CAPILLAIRE RECONTROLE (CT2) SUITE A UN CONTROLE MENSUEL NON ACCEPTABLE JUILLET 2008												
Equipement à contrôler ➡ N° D'EQUIPEMENT :	Equipement à contrôler ➡ N° D'EQUIPEMENT :												
① CALIBRER L'APPAREIL N° de lot de l'électrode de calibration :	① CALIBRER L'APPAREIL N° de lot de l'électrode de calibration :												
② MESURER LA GLYCEMIE DU PATIENT A L'AIDE DU GLUCOMETRE - Bien noter ci-dessous sur quel type de goutte de sang vous avez fait la mesure - Reporter le résultat affiché par le lecteur directement en mmol/L	② MESURER LA GLYCEMIE DU PATIENT A L'AIDE DU GLUCOMETRE - Bien noter ci-dessous sur quel type de goutte de sang vous avez fait la mesure - Reporter le résultat affiché par le lecteur directement en mmol/L												
<table border="1"> <tr> <td>Glucose Capillaire (CQC)</td> <td>..... mmol/L</td> </tr> <tr> <td>Glucose Veineux (CQV)</td> <td>..... mmol/L</td> </tr> <tr> <td>Glucose Artériel (CQA)</td> <td>..... mmol/L</td> </tr> </table>	Glucose Capillaire (CQC) mmol/L	Glucose Veineux (CQV) mmol/L	Glucose Artériel (CQA) mmol/L	<table border="1"> <tr> <td>Glucose Capillaire (CQC)</td> <td>..... mmol/L</td> </tr> <tr> <td>Glucose Veineux (CQV)</td> <td>..... mmol/L</td> </tr> <tr> <td>Glucose Artériel (CQA)</td> <td>..... mmol/L</td> </tr> </table>	Glucose Capillaire (CQC) mmol/L	Glucose Veineux (CQV) mmol/L	Glucose Artériel (CQA) mmol/L
Glucose Capillaire (CQC) mmol/L												
Glucose Veineux (CQV) mmol/L												
Glucose Artériel (CQA) mmol/L												
Glucose Capillaire (CQC) mmol/L												
Glucose Veineux (CQV) mmol/L												
Glucose Artériel (CQA) mmol/L												
Date et heure de la mesure :	Date et heure de la mesure :												
③ PARALLELEMENT, FAIRE UN PRELEVEMENT DE SANG VEINEUX OU ARTERIEL <i>Utiliser un tube de sang fluoré (bouchon gris)</i>	③ PARALLELEMENT, FAIRE UN PRELEVEMENT DE SANG VEINEUX OU ARTERIEL <i>Utiliser un tube de sang fluoré (bouchon gris)</i>												
④ RENVoyer LE BON ET LE TUBE FLUORE AU LABORATOIRE DE BIOCHIMIE - De préférence avant le 25 du mois	④ RENVoyer LE BON ET LE TUBE FLUORE AU LABORATOIRE DE BIOCHIMIE - De préférence avant le 25 du mois												
<table border="1"> <tr> <td>Résultats du laboratoire</td> <td>GLUL = mmol/L</td> </tr> <tr> <td></td> <td>RGLU = %</td> </tr> </table>	Résultats du laboratoire	GLUL = mmol/L		RGLU = %	<table border="1"> <tr> <td>Résultats du laboratoire</td> <td>GLUL = mmol/L</td> </tr> <tr> <td></td> <td>RGLU = %</td> </tr> </table>	Résultats du laboratoire	GLUL = mmol/L		RGLU = %				
Résultats du laboratoire	GLUL = mmol/L												
	RGLU = %												
Résultats du laboratoire	GLUL = mmol/L												
	RGLU = %												
Version 080221	Version 080221												
Juillet 2008	Juillet 2008												

CENTRE HOSPITALIER UNIVERSITAIRE DE NANTES
LABORATOIRE DE BIOCHIMIE GENERALE
TEL: 65459 - 65460

NOM, PRENOM :
DATE DE NAISSANCE :
N° IP :

UNITE DE SOINS :
N° LABORATOIRE :

CONTROLE QUALITE DES ANALYSEURS DE GLYCEMIE CAPILLAIRE

CONTROLE MENSUEL (CT1)

SUITE A UN CONTROLE MENSUEL N°1 MANQUANT
FEVRIER 2008

Equipement à contrôler ➡

N° D'EQUIPEMENT :

① CALIBRER L'APPAREIL

N° de lot de l'électrode de calibration :

② MESURER LA GLYCEMIE DU PATIENT A L'AIDE DU GLUCOMETRE

- Bien noter ci-dessous sur quel type de goutte de sang vous avez fait la mesure
- Reporter le résultat affiché par le lecteur directement en mmol/L

Glucose Capillaire (CQC)	..... mmol/L
Glucose Veineux (CQV)	..... mmol/L
Glucose Artériel (CQA)	..... mmol/L

Date et heure de la mesure :

③ FAIRE UN PRELEVEMENT DE SANG VEINEUX OU ARTERIEL SUR LE TUBE FLUORE AU MEME MOMENT EXACTEMENT

④ RENVoyer LE BON ET LE TUBE FLUORE AU LABORATOIRE

- De préférence avant le 25 du mois

Résultats du laboratoire	GLUL = mmol/L	RGLU = %
--------------------------	---------------------	----------------

Utiliser un tube de sang fluoré (bouchon gris) ou un cône fluoré (jaune)

Version 080121

Fevrier 2008

CENTRE HOSPITALIER UNIVERSITAIRE DE NANTES
LABORATOIRE DE BIOCHIMIE GENERALE
TEL: 65459 - 65460

NOM, PRENOM :
DATE DE NAISSANCE :
N° IP :

UNITE DE SOINS :
N° LABORATOIRE :

CONTROLE QUALITE DES ANALYSEURS DE GLYCEMIE CAPILLAIRE

CONTROLE MENSUEL (CT1)

SUITE A UN CONTROLE MENSUEL N°1 MANQUANT
FEVRIER 2008

Equipement à contrôler ➡

N° D'EQUIPEMENT :

① CALIBRER L'APPAREIL

N° de lot de l'électrode de calibration :

② MESURER LA GLYCEMIE DU PATIENT A L'AIDE DU GLUCOMETRE

- Bien noter ci-dessous sur quel type de goutte de sang vous avez fait la mesure
- Reporter le résultat affiché par le lecteur directement en mmol/L

Glucose Capillaire (CQC)	..... mmol/L
Glucose Veineux (CQV)	..... mmol/L
Glucose Artériel (CQA)	..... mmol/L

Date et heure de la mesure :

③ FAIRE UN PRELEVEMENT DE SANG VEINEUX OU ARTERIEL SUR LE TUBE FLUORE AU MEME MOMENT EXACTEMENT

④ RENVoyer LE BON ET LE TUBE FLUORE AU LABORATOIRE

- De préférence avant le 25 du mois

Résultats du laboratoire	GLUL = mmol/L	RGLU = %
--------------------------	---------------------	----------------

Utiliser un tube de sang fluoré (bouchon gris) ou un cône fluoré (jaune)

Version 080121

Fevrier 2008

CENTRE HOSPITALIER UNIVERSITAIRE DE NANTES
LABORATOIRE DE BIOCHIMIE GENERALE
TEL: 65-459 - 65460

NOM, PRENOM :
DATE DE NAISSANCE :
N° PP :

UNITE DE SOINS :

N° LABORATOIRE :

CONTROLE QUALITE DES ANALYSEURS DE GLYCEMIE CAPILLAIRE

RECONTROLE (CT2)

SUITE A UN CONTROLE MENSUEL NON ACCEPTABLE
JUILLET 2008

Equipement à contrôler ➡

N° D'EQUIPEMENT :

① CALIBRER L'APPAREIL

N° de lot de l'électrode de calibration :

② MESURER LA GLYCEMIE DU PATIENT A L'AIDE DU GLUCOMETRE

- Bien noter ci-dessous sur quel type de goutte de sang vous avez fait la mesure
- Reporter le résultat affiché par le lecteur directement en mmol/L

Glucose Capillaire (CQC)	..... mmol/L
Glucose Veineux (CQV)	..... mmol/L
Glucose Artériel (CQA)	..... mmol/L

Date et heure de la mesure :

③ PARALLELEMENT, FAIRE UN PRELEVEMENT DE SANG VEINEUX OU ARTERIEL

Utiliser un tube de sang fluoré (bouchon gris)

④ RENVoyer LE BON ET LE TUBE FLUORE AU LABORATOIRE DE BIOCHIMIE

- De préférence avant le 25 du mois

Résultats du laboratoire	GLUL = mmol/L
	RGLU = %

Version 08021

Juillet 2008

CENTRE HOSPITALIER UNIVERSITAIRE DE NANTES
LABORATOIRE DE BIOCHIMIE GENERALE
TEL: 65-459 - 65460

NOM, PRENOM :
DATE DE NAISSANCE :
N° PP :

UNITE DE SOINS :

N° LABORATOIRE :

CONTROLE QUALITE DES ANALYSEURS DE GLYCEMIE CAPILLAIRE

RECONTROLE (CT2)

SUITE A UN CONTROLE MENSUEL NON ACCEPTABLE
JUILLET 2008

Equipement à contrôler ➡

N° D'EQUIPEMENT :

① CALIBRER L'APPAREIL

N° de lot de l'électrode de calibration :

② MESURER LA GLYCEMIE DU PATIENT A L'AIDE DU GLUCOMETRE

- Bien noter ci-dessous sur quel type de goutte de sang vous avez fait la mesure
- Reporter le résultat affiché par le lecteur directement en mmol/L

Glucose Capillaire (CQC)	..... mmol/L
Glucose Veineux (CQV)	..... mmol/L
Glucose Artériel (CQA)	..... mmol/L

Date et heure de la mesure :

③ PARALLELEMENT, FAIRE UN PRELEVEMENT DE SANG VEINEUX OU ARTERIEL

Utiliser un tube de sang fluoré (bouchon gris)

④ RENVoyer LE BON ET LE TUBE FLUORE AU LABORATOIRE DE BIOCHIMIE

- De préférence avant le 25 du mois

Résultats du laboratoire	GLUL = mmol/L
	RGLU = %

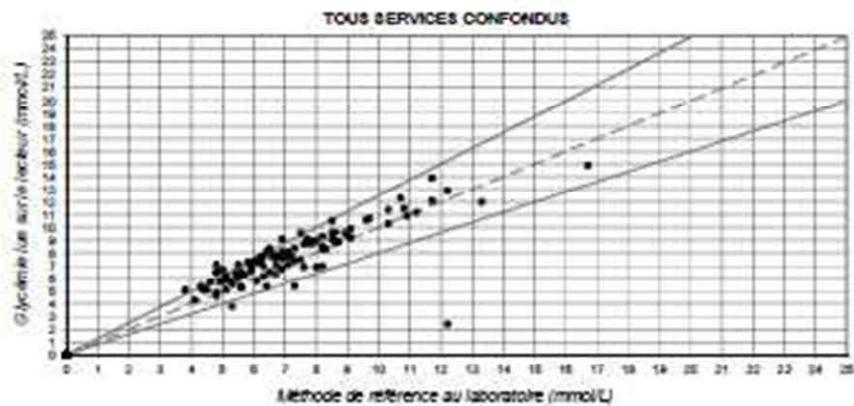
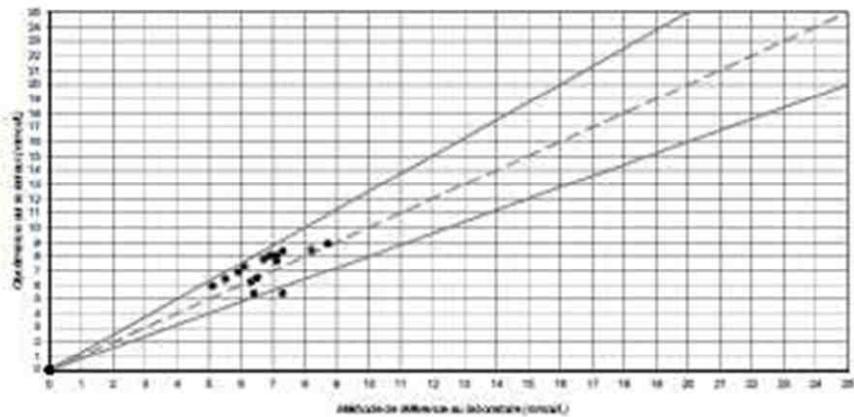
Version 08021

Juillet 2008

LABORATOIRE DE BIOCHIMIE GENERALE
 CONTRÔLE DE QUALITE DES LECTEURS DE GLYCEMIE MEDISENSE OPTIUM

MAI 2008

PÔLE ANESTHESIE ET REANIMATION
 REANIMATION CHIRURGICALE (3850)



Le résultat est acceptable si la valeur obtenue est citée entre les droites continues. Les résultats en dehors de cette zone peuvent mener à des interprétations cliniques incorrectes.

Qualité des résultats (contrôlés) :		
Résultat acceptable	14	<div style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 50px; height: 10px; text-align: center;">65%</div>
Ecart / labo. : supérieur à 20%	1	0%
Ecart / labo. : supérieur à 30%	0	0%
Ecart / labo. : appareil non vérifié	1	0%
Qualité des résultats (recontrôlés) :		
Résultat acceptable	0	<div style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 50px; height: 10px; text-align: center;">0%</div>
Ecart / labo. : supérieur à 20%	0	0%
Ecart / labo. : supérieur à 30%	0	0%
Ecart / labo. : appareil non vérifié	2	100%
Vérification au laboratoire :		
Appareil vérifié : conforme	0	
Appareil vérifié : non conforme (échange)	0	

LABORATOIRE DE BIOCHIMIE GENERALE
CONTRÔLE DE QUALITE DES LECTEURS DE GLYCEMIE MEDISENSE OPTIUM

MAI 2008

PÔLE ANESTHESIE ET REANIMATION
REANIMATION CHIRURGICALE (3850)

INFORMATION CONCERNANT L'UTILISATION DE VOS
LECTEURS DE GLYCEMIE

Dans votre service, les appareils suivants n'ont pas satisfait aux critères du contrôle qualité
(appareils non contrôlés / appareils non recontrôlés après résultats supérieurs à +/- 20%)

N°d'équipement	Date du dernier Contrôle
-	
-	
-	
-	
-	
-	
3850208	
-	
-	
-	
-	
3850214	
-	
-	

UTILISATION SOUS TOUTE RESERVE

Un lecteur qui n'est pas utilisé et contrôlé régulièrement est un lecteur non opérationnel

Pour satisfaire au contrôle qualité, chaque service doit :

- 1) Répondre à un contrôle tous les mois (pour chaque appareil)
- 2) Répondre à un recontrôle si le premier contrôle n'est pas satisfaisant
- 3) Retourner l'appareil au laboratoire si les deux contrôles ne sont pas satisfaisants

Merçi d'afficher cette liste à la vue du personnel infirmier.

13.8 CODE SOURCE DES FONCTIONS

```
.....  
' Copyright Hervé Jourdan, 2008. No commercial use allowed.  
.....
```

```
'Fixe LBound par défaut à 1
```

```
Option Base 1
```

```
'Tableau dynamique 2D utilisé par Store() et Recall()
```

```
Public Data() As Variant
```

```
Function Min(a As Variant, b As Variant) As Variant
```

```
    If (a < b) Then
```

```
        Min = a
```

```
    Else
```

```
        Min = b
```

```
    End If
```

```
End Function
```

```
Function Max(a As Variant, b As Variant) As Variant
```

```
    If (a < b) Then
```

```
        Max = b
```

```
    Else
```

```
        Max = a
```

```
    End If
```

```
End Function
```

```
Function Cond(x As Variant, a As Variant, b As Variant) As Variant
```

```
    If Not (x) Then
```

```
        Cond = a
```

```
    Else
```

```
        Cond = b
```

```
    End If
```

```
End Function
```

```
Function Try(expr As Variant, default As Variant) As Variant
```

```
    If (IsError(expr)) Then
```

```
        Try = default
```

```
    Else
```

```
        Try = expr
```

```
    End If
```

```
End Function
```

```
Function IfNEmpty(expr As Variant, default As Variant) As Variant
```

```
    If (expr = "") Then
```

```
        IfNEmpty = default
```

```
    Else
```

```
        IfNEmpty = expr
```

```
    End If
```

```
End Function
```

```
Function IsInside(rg As Range) As Boolean
```

```

    On Error GoTo ErrHandler
    Dim Row0, Row1, Row2 As Long
    Dim Col0, Col1, Col2 As Long
    Row0 = Application.Caller.Row
    Col0 = Application.Caller.Column
    Row1 = rg.Row
    Row2 = rg.Row + rg.Rows.Count - 1
    Col1 = rg.Column
    Col2 = rg.Column + rg.Columns.Count - 1
    IsInside = (Row1 <= Row0) And (Row0 <= Row2) And (Col1 <= Col0) And (Col0 <=
Col2)
    Exit Function
ErrHandler:
    IsInside = False
End Function

'Safe Upper Bound
Function SUBound(arr() As Variant, d As Long) As Long
    On Error GoTo ErrHandler
    SUBound = UBound(arr, d)
    Exit Function
ErrHandler:
    SUBound = 0
End Function

'Safe Lower Bound
Function SLBound(arr() As Variant, d As Long) As Long
    On Error GoTo ErrHandler
    SLBound = LBound(arr, d)
    Exit Function
ErrHandler:
    SLBound = 0
End Function

'Stockage d'une valeur dans le tableau
Function Store(i As Long, j As Long, value As Variant) As Variant
    Dim imax, jmax As Long
    On Error GoTo ErrHandler
    imax = SUBound(Data, 1)
    jmax = SUBound(Data, 2)
    If (i > imax) Or (j > jmax) Then
        ReDim Data(Max(i, imax), Max(j, jmax))
        Reset ("")
    End If
    Data(i, j) = value
    Store = value
    Calculate
    Exit Function
ErrHandler:
    Store = Empty
End Function

```

```

'Rappel d'une valeur du tableau
' Le mode volatil entraine l'évaluation de la fonction à chaque calcul sur la page
' La variable "dummy" permet d'éviter ce mode en établissant une dépendance fictive avec une seule cellule
Function Recall(i As Long, j As Long, Optional dummy As Variant) As Variant
    'Application.Volatile
    Dim imax, jmax As Long
    On Error GoTo ErrHandler
    imax = SUBound(Data, 1)
    jmax = SUBound(Data, 2)
    If (i > imax) Or (j > jmax) Then
        ReDim Data(Max(i, imax), Max(j, jmax))
        Reset ("")
    End If
    Recall = Data(i, j)
    Exit Function
ErrHandler:
    Recall = Empty
End Function

'Initialisation du tableau
Sub Reset(default As Variant)
    For u1 = 1 To SUBound(Data, 1)
        For u2 = 1 To SUBound(Data, 2)
            Data(u1, u2) = default
        Next u2
    Next u1
End Sub

'Recherche des chaines non vides dans un vecteur (vertical) => nombre de réponses
Function VCountNEmpty(Matrice As Variant, Row1 As Integer, Row2 As Integer, Col As Integer) As Long
    Dim a, b, n As Integer
    Dim p As Integer
    On Error GoTo ErrHandler
    a = Max(1, Row1)
    b = Min(Matrice.Rows.Count, Row2)
    If ((0 <= Col) And (Col <= Matrice.Columns.Count)) Then
        Dim i As Integer
        For i = a To b
            Dim str As String
            str = Matrice.Cells(i, Col)
            If (str <> "") Then
                n = n + 1
            End If
        Next i
    End If
    VCountNEmpty = n
    Exit Function
ErrHandler:

```

```
VCountNEmpty = 0
End Function
```

'Recherche des chaînes non vides dans un vecteur (vertical) => n° de ligne de la première réponse

```
Function VSearchNEmpty(Matrice As Variant, Row1 As Integer, Row2 As Integer, Col As Integer) As Long
```

```
    Dim a, b As Integer
    Dim p As Integer
    On Error GoTo ErrHandler
    a = Max(1, Row1)
    b = Min(Matrice.Rows.Count, Row2)
    If ((0 <= Col) And (Col <= Matrice.Columns.Count)) Then
        Dim i As Integer
        For i = a To b
            Dim str As String
            str = Matrice.Cells(i, Col)
            If (str <> "") Then
                VSearchNEmpty = i
                Exit Function
            End If
        Next i
    End If
    VSearchNEmpty = CVErr(0)
    Exit Function
```

```
ErrHandler:
```

```
    VSearchNEmpty = CVErr(0)
End Function
```

'Recherche des chaînes contenant 'Item' dans un vecteur (vertical) => nombre de réponses

```
Function VCountItem(Matrice As Variant, Row1 As Integer, Row2 As Integer, Col As Integer, Item As String) As Long
```

```
    Dim a, b, n As Integer
    Dim p As Integer
    On Error GoTo ErrHandler
    a = Max(1, Row1)
    b = Min(Matrice.Rows.Count, Row2)
    p = Len(Item)
    If ((0 <= Col) And (Col <= Matrice.Columns.Count)) Then
        Dim i As Integer
        For i = a To b
            Dim str As String
            str = Left(Matrice.Cells(i, Col), p)
            If (str <> "") Then
                If (str = Item) Then
                    n = n + 1
                End If
            End If
        Next i
    End If
```

```

    VCountItem = n
    Exit Function
ErrorHandler:
    VCountItem = 0
End Function

'Recherche des chaines contenant 'Item' dans un vecteur (vertical) => n° de ligne
de la première réponse
Function VSearchItem(Matrice As Variant, Row1 As Integer, Row2 As Integer, Col As
Integer, Item As String) As Long
    Dim a, b As Integer
    Dim p As Integer
    On Error GoTo ErrorHandler
    a = Max(1, Row1)
    b = Min(Matrice.Rows.Count, Row2)
    p = Len(Item)
    If ((0 <= Col) And (Col <= Matrice.Columns.Count)) Then
        Dim i As Integer
        For i = a To b
            Dim str As String
            str = Left(Matrice.Cells(i, Col), p)
            If (str <> "") Then
                If (str = Item) Then
                    VSearchItem = i
                    Exit Function
                End If
            End If
        Next i
    End If
    VSearchItem = CVErr(0)
    Exit Function
ErrorHandler:
    VSearchItem = CVErr(0)
End Function

```

13.9 CODE SOURCE DES MACROS

Les macros sont exécutées selon un processus événementiel. C'est toujours une action de l'utilisateur qui entraîne l'appel de telle ou telle macro. Le code source des macros est associé à la feuille de calcul qui contient l'objet source d'un événement. Par exemple la macro `ButtonPrint_Click()` appartient à la feuille « Rapport » qui contient le bouton `ButtonPrint`.

La feuille « `ThisWorkbook` » correspond au fichier lui-même et gère des événements plus généraux, comme l'ouverture du fichier par exemple.

13.9.1 MACROS DE LA FEUILLE DONNEE

```
.....  
' Copyright Hervé Jourdan, 2008. No commercial use allowed.  
.....  
Private Sub Worksheet_Deactivate()  
    On Error GoTo CleanExit  
    'Réinitialiser le tableau de valeurs  
    Reset ("")  
    'Réaffecter deux fois l'ID pour forcer les mises à jour (si pas de mode vola-  
    til)  
    ActiveWorkbook.Names("ID").RefersToRange.Cells(1, 1) = ActiveWork-  
    book.Names("SEL_ID").RefersToRange.Cells(1, 1)  
    ActiveWorkbook.Names("ID").RefersToRange.Cells(1, 1) = ActiveWork-  
    book.Names("SEL_ID").RefersToRange.Cells(1, 1)  
CleanExit:  
    Exit Sub  
End Sub  
  
Private Sub Worksheet_Change(ByVal Target As Range)  
    Dim rg_sel, rg_wrk, rg_fmt, rg_src, rg_dst As Range  
    'Récupérer la sélection en cours (avant de définir On Error)  
    Set rg_sel = Selection  
    On Error GoTo CleanExit  
    'Désactiver les événements, l'affichage  
    Application.EnableEvents = False  
  
    'Désactiver l'affichage  
    'Application.ScreenUpdating = False  
  
    'Déprotéger la feuille  
    ActiveSheet.Unprotect  
    'Récupérer la zone de travail et la zone contenant le format à appliquer  
    Set rg_wrk = ActiveWorkbook.Names("DONNEES").RefersToRange  
    Set rg_fmt = ActiveWorkbook.Names("DONNEES_F").RefersToRange  
    'Tester un changement dans la zone de travail  
    If Not Intersect(Target, rg_wrk) Is Nothing Then  
        'Parcourir les colonnes  
        For Each cl In ActiveSheet.Columns  
            Set rg_dst = Intersect(Target, rg_wrk, cl)  
            Set rg_src = Intersect(rg_fmt, cl)  
            'Faire un collage spécial du format
```

```

        If Not (rg_src Is Nothing Or rg_dst Is Nothing) Then
            rg_src.Copy
            rg_dst.PasteSpecial (xlPasteFormats)
        End If
    Next cl
End If
CleanExit:
    rg_sel.Select
    ActiveSheet.Protect
    'Application.ScreenUpdating = True
    Application.EnableEvents = True
End Sub

Private Sub ButtonSortId_Click()
    Dim rg As Range
    On Error GoTo CleanExit
    'Déprotéger la feuille avant le tri (par compatibilité avec les versions <
2002)
    ActiveSheet.Unprotect
    Set rg = ActiveWorkbook.Names("DONNEES").RefersToRange
    rg.Sort Key1:=rg.Cells(1, 1), Order1:=xlAscending, Key2:=rg.Cells(1, 2), Or-
der2:=xlAscending, Header:=xlNo
CleanExit:
    ActiveSheet.Protect
End Sub

Private Sub ButtonSortEquip_Click()
    Dim rg As Range
    On Error GoTo CleanExit
    'Déprotéger la feuille avant le tri (par compatibilité avec les versions <
2002)
    ActiveSheet.Unprotect
    Set rg = ActiveWorkbook.Names("DONNEES").RefersToRange
    rg.Sort Key1:=rg.Cells(1, 2), Order1:=xlAscending, Header:=xlNo
CleanExit:
    ActiveSheet.Protect
End Sub

```

13.9.2 MACROS DE LA FEUILLE RAPPORT

```

' Copyright Hervé Jourdan, 2008. No commercial use allowed.

```

```

Public DoLoop As Boolean

```

```

Private Sub Worksheet_Change(ByVal Target As Range)
    Dim rg_sel, rg_wrk, rg_fmt, rg_src, rg_dst As Range
    'Récupérer la sélection en cours (avant de définir On Error)
    Set rg_sel = Selection
    On Error GoTo CleanExit
    'Désactiver les évènements, l'affichage
    Application.EnableEvents = False

```

```

'Désactiver l'affichage
'Application.ScreenUpdating = False

'Déprotéger la feuille
ActiveSheet.Unprotect
'Récupérer la zone de travail et la zone contenant le format à appliquer
Set rg_wrk = ActiveWorkbook.Names("RAPPORTS").RefersToRange
Set rg_fmt = ActiveWorkbook.Names("RAPPORTS_F").RefersToRange
'Tester un changement dans la zone de travail
If Not Intersect(Target, rg_wrk) Is Nothing Then
    'Parcourir les colonnes
    For Each cl In ActiveSheet.Columns
        Set rg_dst = Intersect(Target, rg_wrk, cl)
        Set rg_src = Intersect(rg_fmt, cl)
        'Faire un collage spécial du format
        If Not (rg_src Is Nothing Or rg_dst Is Nothing) Then
            rg_src.Copy
            rg_dst.PasteSpecial (xlPasteFormats)
        End If
    Next cl
End If
CleanExit:
    rg_sel.Select
    ActiveSheet.Protect
    'Application.ScreenUpdating = True
    Application.EnableEvents = True
End Sub

Private Sub Worksheet_SelectionChange(ByVal Target As Range)
    Dim rg, rgID As Range
    On Error GoTo CleanExit
    'Récupérer les zones utilisées
    Set rg = ActiveWorkbook.Names("RAPPORTS").RefersToRange
    Set rgID = ActiveWorkbook.Names("ID").RefersToRange
    'Tester si change dans la zone rapport
    r = Target.Row
    c = Target.Column
    rmin = rg.Row
    rmax = rg.Row + rg.Rows.Count - 1
    cmin = rg.Column
    cmax = rg.Column + rg.Columns.Count - 1
    If ((rmin <= r) And (r <= rmax) And (cmin <= c) And (c <= cmax)) Then
        ' Affecter deux fois l'ID pour forcer les mises à jour (si pas de mode
volatil)
        rgID.Cells(1, 1) = rg.Cells(r - rmin + 1, 1)
        rgID.Cells(1, 1) = rg.Cells(r - rmin + 1, 1)
    End If
CleanExit:
    Exit Sub
End Sub

```

```

Private Sub ButtonPrint_Click()
    Dim n As Long
    On Error GoTo CleanExit
    'Récupérer le nombre de copies à imprimer
    n = CLng(ActiveWorkbook.Names("SEL_COPIES").RefersToRange.Cells(1, 1))
    If n > 0 Then
        'Imprimer la feuille
        With Feuil6
            .PageSetup.Zoom = False
            .PageSetup.FitToPagesTall = 1
            .PageSetup.FitToPagesWide = 1
            .PageSetup.Orientation = Cond(False, xlLandscape, xlPortrait)
            .PageSetup.Order = xlDownThenOver
            .PrintOut Copies:=n, Preview:=True, Collate:=True
        End With
    End If
CleanExit:
    Exit Sub
End Sub

Private Sub ButtonSort_Click()
    Dim rg As Range
    On Error GoTo CleanExit
    'Déprotéger la feuille avant le tri (compatibilité avec les versions < 2002)
    ActiveSheet.Unprotect
    Set rg = ActiveWorkbook.Names("RAPPORTS").RefersToRange
    rg.Sort Key1:=rg.Cells(1, 1), Order1:=xlAscending, Header:=xlNo
    'Réinitialiser le tableau de valeurs
    Reset ("")
    'Réaffecter deux fois l'ID pour forcer les mises à jour (si pas de mode vola-
    til)
    ActiveWorkbook.Names("ID").RefersToRange.Cells(1, 1) = ActiveWork-
    book.Names("SEL_ID").RefersToRange.Cells(1, 1)
    ActiveWorkbook.Names("ID").RefersToRange.Cells(1, 1) = ActiveWork-
    book.Names("SEL_ID").RefersToRange.Cells(1, 1)
CleanExit:
    ActiveSheet.Protect
End Sub

Private Sub ButtonPrintAll_Click()
    Dim rg, rgID As Range
    On Error GoTo CleanExit
    'Vérifier qu'on n'exécute pas déjà une boucle
    If DoLoop Then
        Exit Sub
    End If
    'Confirmer la tâche
    ret = MsgBox("Imprimer tous les rapports?", vbYesNo, "Attention", "", 0)
    If ret <> vbYes Then
        Exit Sub
    End If

```

```

'Désactiver l'affichage
Application.ScreenUpdating = False
'Récupérer les zones utilisées
Set rg = ActiveWorkbook.Names("RAPPORTS").RefersToRange
Set rgID = ActiveWorkbook.Names("ID").RefersToRange
'Parcourir tous les rapports (tester si 1ère colonne non vide et sélectionnée)
DoLoop = True
For i = 1 To rg.Rows.Count
    'Rendre la main au système et vérifier DoLoop
    DoEvents
    If Not DoLoop Then
        Exit For
    End If
    Set c = rg.Cells(i, 1)
    If (c <> "") And Not (Intersect(Selection, c) Is Nothing) Then
        'Affecter l'ID puis imprimer
        rgID.Cells(1, 1) = c
        ButtonPrint_Click
    End If
Next i
CleanExit:
DoLoop = False
Application.ScreenUpdating = True
'Forcer l'affichage du bouton
ButtonPrintAll.Visible = True
Exit Sub
End Sub

Private Sub ButtonCalculateAll_Click()
    Dim rg, rgID As Range
    On Error GoTo CleanExit
    'Vérifier qu'on n'exécute pas déjà une boucle
    If DoLoop Then
        Exit Sub
    End If
    'Confirmer la tâche
    ret = MsgBox("Calculer toutes les statistiques?", vbYesNo, "Attention", "", 0)
    If ret <> vbYes Then
        Exit Sub
    End If
    'Récupérer les zones utilisées
    Set rg = ActiveWorkbook.Names("RAPPORTS").RefersToRange
    Set rgID = ActiveWorkbook.Names("ID").RefersToRange
    'Parcourir tous les rapports (tester si 1ère colonne non vide et sélectionnée)
    DoLoop = True
    For i = 1 To rg.Rows.Count
        'Rendre la main au système et vérifier DoLoop
        DoEvents
        If Not DoLoop Then
            Exit For
        End If
    End If

```

```

        Set c = rg.Cells(i, 1)
        If (c <> "") And Not (Intersect(Selection, c) Is Nothing) Then
            ' Affecter deux fois l'ID pour forcer les mises à jour (si pas de mode
volatil)
            rgID.Cells(1, 1) = c
            rgID.Cells(1, 1) = c
        End If
    Next i
CleanExit:
    DoLoop = False
    'Forcer l'affichage du bouton
    ButtonCalculateAll.Visible = True
    Exit Sub
End Sub

Private Sub ButtonStopLoop_Click()
    'Interrompre les boucles
    DoLoop = False
End Sub

```

13.9.3 MACROS DE LA FEUILLE THISWORKBOOK

```

' Copyright Hervé Jourdan, 2008. No commercial use allowed.

```

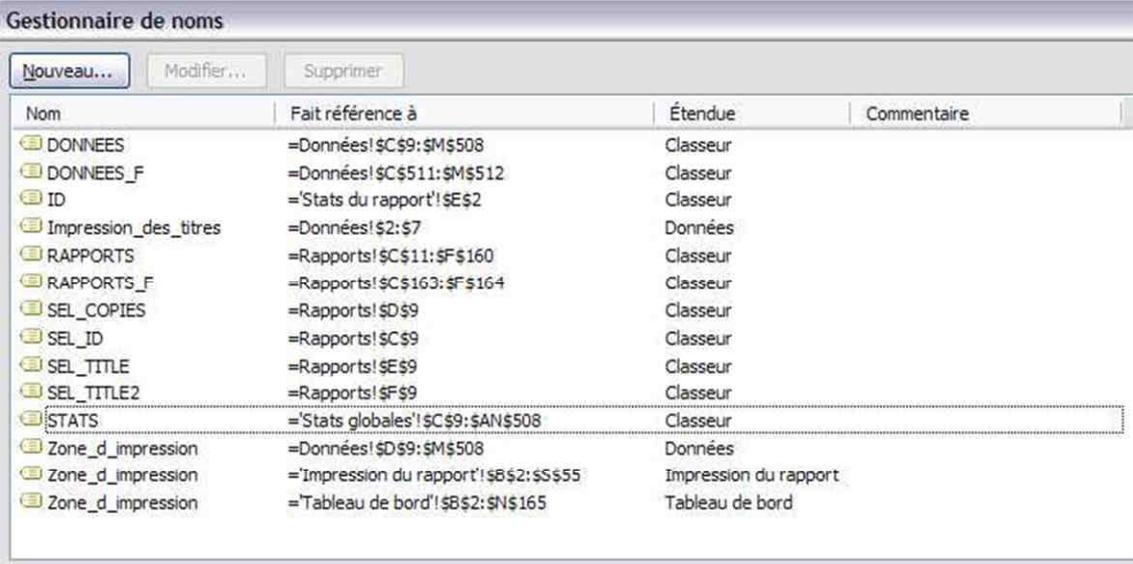
```

Private Sub Workbook_Open()
    With Application
        .Calculation = xlAutomatic
    End With
    With ThisWorkbook
        .Title = "Contrôle des lecteurs de glycémie délocalisés"
        .Author = "Copyright Hervé Jourdan, 2007-2008"
        .Comments = "herve.jourdan@laposte.net"
        .Application.Caption = "Contrôle des lecteurs de glycémie délocalisés,
Hervé Jourdan"
    End With
End Sub

```

13.10 LISTE DES PLAGES DE CELLULES NOMMEES

Vous trouverez ci-dessous la liste des plages de cellules nommées, qui sont utilisées dans les tableaux. L'utilisation de références nommées permet si nécessaire de modifier la portée de la plage de cellules sans devoir modifier toutes les références correspondantes.



Nom	Fait référence à	Étendue	Commentaire
DONNEES	=Données!\$C\$9:\$M\$508	Classeur	
DONNEES_F	=Données!\$C\$511:\$M\$512	Classeur	
ID	=Stats du rapport!\$E\$2	Classeur	
Impression_des_titres	=Données!\$2:\$7	Données	
RAPPORTS	=Rapports!\$C\$11:\$F\$160	Classeur	
RAPPORTS_F	=Rapports!\$C\$163:\$F\$164	Classeur	
SEL_COPIES	=Rapports!\$D\$9	Classeur	
SEL_ID	=Rapports!\$C\$9	Classeur	
SEL_TITLE	=Rapports!\$E\$9	Classeur	
SEL_TITLE2	=Rapports!\$F\$9	Classeur	
STATS	=Stats globales!\$C\$9:\$AN\$508	Classeur	
Zone_d_impression	=Données!\$D\$9:\$M\$508	Données	
Zone_d_impression	=Impression du rapport!\$B\$2:\$S\$55	Impression du rapport	
Zone_d_impression	=Tableau de bord!\$B\$2:\$N\$165	Tableau de bord	

FIGURE 48 - PLAGES DE CELLULES NOMMEES

13.11 AIDE EXCEL : LA FONCTION INDEX

Renvoie une valeur ou une référence à une valeur provenant d'un tableau ou d'une plage. La fonction INDEX existe sous deux formes : la forme matricielle et la forme référentielle.

13.11.1 FORME MATRICIELLE

Renvoie la valeur d'un élément d'un tableau ou d'une matrice, sélectionné à partir des index de numéros de ligne et de colonne. Utilisez la forme matricielle si le premier argument de la fonction INDEX est une constante matricielle.

INDEX (matrice; no_lig; no_col), **matrice** est une plage de cellules ou une constante matricielle.

- Si l'argument matrice contient une seule ligne ou colonne, l'argument no_lig ou no_col est facultatif.
- Si l'argument matrice comporte plusieurs lignes et plusieurs colonnes et que seul l'argument no_lig ou no_col est utilisé, la fonction INDEX renvoie une matrice des valeurs de la ligne ou de la colonne entière de la matrice.

no_lig sélectionne la ligne de la matrice dont une valeur doit être renvoyée. Si no_lig n'est pas spécifié, l'argument no_col est obligatoire.

no_col sélectionne la colonne de la matrice dont une valeur doit être renvoyée. Si no_col n'est pas spécifié, l'argument no_lig est obligatoire.

Si les arguments no_lig et no_col sont tous deux utilisés, la fonction INDEX renvoie la valeur de la cellule située à l'intersection des arguments no_lig et no_col.

Si vous spécifiez la valeur 0 (zéro) pour l'argument no_lig ou no_col, la fonction INDEX renvoie respectivement la matrice des valeurs de la colonne ou de la ligne entière. Pour utiliser les valeurs renvoyées sous la forme d'une matrice, entrez la fonction INDEX en tant que formule matricielle, dans une plage horizontale de cellules pour une ligne et dans une plage verticale de cellules pour une colonne. Pour entrer la formule matricielle, appuyez sur Ctrl+Maj+Entrée.

Les arguments no_lig et no_col doivent pointer sur une cellule appartenant à l'argument matrice. Sinon, la fonction INDEX renvoie la valeur d'erreur #REF!

13.11.2 FORME REFERENTIELLE

Renvoie la référence de la cellule située à l'intersection d'une ligne et d'une colonne déterminées. Si l'argument réf est constitué de sélections non adjacentes, vous pouvez choisir la sélection à consulter.

INDEX (référence; no_lig; no_col; no_zone), **référence** est une référence à une ou plusieurs plages de cellules.

- Si vous entrez une plage non adjacente comme argument référence, mettez l'argument référence entre parenthèses.

- Si chaque zone de l'argument référence contient une seule ligne ou colonne, l'argument `no_lig` ou `no_col`, respectivement, est facultatif. Par exemple, dans le cas d'un argument réf à une seule ligne, utilisez la fonction INDEX (réf; ; `no_col`).

no_lig est le numéro de la ligne de référence à partir de laquelle une référence doit être renvoyée.

no_col est le numéro de la colonne de référence à partir de laquelle une référence doit être renvoyée.

no_zone sélectionne la plage de référence pour laquelle l'intersection de `no_col` et `no_lig` doit être renvoyée. La première zone sélectionnée ou entrée porte le numéro 1, la deuxième le numéro 2, et ainsi de suite. Si l'argument `no_zone` n'est pas spécifié, la fonction INDEX utilise la zone numéro 1.

Par exemple, si l'argument réf décrit les cellules (A1:B4;D1:E4;G1:H4), l'argument `no_zone 1` correspond à la plage A1:B4, l'argument `no_zone 2` à la plage D1:E4 et l'argument `no_zone 3` à la plage G1:H4.

- Lorsque les arguments réf et `no_zone` ont sélectionné une plage précise, les arguments `no_lig` et `no_col` permettent d'identifier une cellule spécifique : l'argument `no_lig 1` représente la première ligne de la plage, l'argument `no_col 1` la première colonne, et ainsi de suite. La référence renvoyée par la fonction INDEX est celle de l'intersection des arguments `no_lig` et `no_col`.
- Si vous spécifiez la valeur 0 (zéro) pour l'argument `no_lig` ou `no_col`, la fonction INDEX renvoie respectivement la référence de la colonne ou de la ligne entière.
- Les arguments `no_lig`, `no_col` et `no_zone` doivent pointer sur une cellule appartenant à l'argument réf. Sinon, la fonction INDEX renvoie la valeur d'erreur #REF!. Si les arguments `no_lig` et `no_col` ne sont pas spécifiés, la fonction INDEX renvoie la zone de l'argument réf définie par l'argument `no_zone`.
- Le résultat de la fonction INDEX est une référence et est interprété comme tel par les autres formules. Selon la formule, la valeur de la fonction INDEX peut être utilisée comme une référence ou une valeur. Par exemple, la formule CELLULE ("largeur"; INDEX (A1:B2;1;2)) équivaut à la formule CELLULE ("largeur";B1). La fonction CELLULE utilise la valeur renvoyée par la fonction INDEX comme une référence de cellule. Par ailleurs, une formule telle que 2*INDEX (A1:B2;1;2) traduit la valeur de la fonction INDEX en nombre dans la cellule B1.

14 ILLUSTRATIONS

Figure 1 - Correspondance HbA1c et glycémie moyenne.....	10
Figure 2 – Objectif de taux d’HbA1c	11
Figure 3 - Evolution des lecteurs	12
Figure 4 - Méthode photométrique (dosage par GOD)	13
Figure 5 - Un lecteur et son disque de réactifs	13
Figure 6 - Méthode électrochimique (dosage par GOD).....	13
Figure 7 - Dosage par GDH	14
Figure 8 - Electrodes Optium H	14
Figure 9 - Electrodes et leur puce de calibration	15
Figure 10 - Survie des patients sous insulinothérapie intensive.....	16
Figure 11 - Attestation d'accréditation	18
Figure 12 - Exactitude.....	20
Figure 13 - Protocole de contrôle des lecteurs	22
Figure 14 - Ecart maximal recommandé	23
Figure 15 - Grille d’erreur de Clarke.....	24
Figure 16 - Nouvelle grille d'erreur	24
Figure 17 - Bon de demande CT1 Bis.....	28
Figure 18 - Absence de suivi des contrôles non réalisés.....	28
Figure 19 - Suivi des contrôles non réalisés	31
Figure 20 - Taux de réponse	31
Figure 21 - Rappel du protocole.....	31
Figure 22 - Statistiques détaillées	32
Figure 23 - Liste des lecteurs non conformes	32
Figure 24 - Saisie des mesures (état des lieux)	33
Figure 25 - Tableau intermédiaire (état des lieux).....	34
Figure 26 - Présentation des résultats (état des lieux)	34
Figure 27 - Un graphique et sa formule (état des lieux)	34
Figure 28 - Multiplication des graphiques (2003)	35
Figure 29 - Structure des données (2007).....	36
Figure 30 - Saisie des mesures	41
Figure 31 - Paramétrage des rapports	42
Figure 32 - Code source de la liste des équipements non conformes.....	45
Figure 33 - Code source des statistiques détaillées	45
Figure 34 - Hello World en C	46
Figure 35 - Exemple de classes en Java	47
Figure 36 - Ouverture de l'outil VBA	47
Figure 37 - Code source des fonctions	48
Figure 38 - Exemple de macro.....	48
Figure 39 - Exemple de référence statique $C5 = B2+C2$	49
Figure 40 - Indirection utilisant la fonction Index	50

Figure 41 - Récupération des mesures d'un rapport	51
Figure 42 - Tableau de bord	54
Figure 43 - Données statistiques des rapports.....	54
Figure 44 - Insertion de la colonne DGLU	55
Figure 45 - Qualité des résultats (ACC+RAGM)	56
Figure 46 - Taux de réponse (ACC+RAGM).....	56
Figure 47 - Valeurs limites acceptables.....	56
Figure 48 - Plages de cellules nommées	76

15 BIBLIOGRAPHIE

- AFSSAPF (1999). Protocole d'évaluation des dispositifs d'autosurveillance de la glycémie.
- AFSSAPS (2003). Recommandations aux professionnels de santé pour l'usage partagé des lecteurs de glycémie.
- AFSSAPS (2007). Choisir un lecteur de glycémie en milieu hospitalier.
- AFSSAPS (2008). Mise en place d'un indicateur qualité pour une évaluation globale des résultats des laboratoires. dans *Bulletin du contrôle national de qualité des analyses de biologie médicales*, Volume 11.
- ALFEDIAM (1995). Auto-surveillance glycémique chez le diabétique.
- American Diabetes Association (1994). Self monitoring of blood glucose.
- Clarke, W., Cox, D. & Gonder-Frederick, L. (1987). Evaluating clinical accuracy of systems for self-monitoring of blood glucose. *Diabetes care*, 10(5), pp. 622-8.
- Cofrac (mai 2013). *Le portail de l'accréditation en France*. [En ligne]
Available at: <http://www.cofrac.fr>
- Colagiuri, S., Sandbaek, A., Carstensen, B. & Christensen, J. (2003). Comparability of venous and capillary glucose measurements in blood. *Diabetes*, 20(11), pp. 953-6.
- developpez.com (mai 2013). *Les meilleurs cours et ressources pour Excel*. [En ligne]
Available at: excel.developpez.com/cours/
- developpez.com (mai 2013). *Les meilleurs cours et tutoriels Access*. [En ligne]
Available at: access.developpez.com/cours/
- Dudouet, D., Bigot, E., Delaroche, O. & Orsonneau, J. (2003). Evaluation de la validité de l'utilisation d'échantillons de sang veineux comme contrôle qualité dans la surveillance délocalisée de la glycémie.
- Dufaitre-Patouraux, L., Vague, P. & Lassmann-Vague, V. (2003). Technologie et fiabilité de l'autosurveillance glycémique : historique et état actuel. *Diabetes & metabolism*, 29(2S), pp. 7-14.
- Férard, G. & Lessinger, J. (1997). Etalonnage et contrôle de qualité. *Annales de Biologie Clinique*, 55(1), pp. 50-1.
- Foucher, B. (2004). Stability of blood glucose collected with or without antiglycolitic agent. *Annales de Biologie Clinique*, 62(5), pp. 601-4.
- Goudable, J., Calestrémé, P. & Daunizeau, A. (1998). Recommandations concernant la biologie délocalisée. *Annales de biologie clinique*, 56(1), pp. 114-5.

HAS (2011). Bon usage des technologies de santé - L'auto-surveillance glycémique dans le diabète de type 2.

Hêches, X. (2005). Programme d'assurance qualité des analyseurs de glycémie capillaire au lit du patient : une revue de la littérature et une expérience de sept ans. *Immuno-analyse & Biologie spécialisée*, 20(5), pp. 265-79.

ISO (mai 2013). *ISO/IEC 9075-1:2011 - Technologies de l'information - Langages de base de données - SQL*. [En ligne]
Available at: www.iso.org

Java (mai 2013). *S'informer sur la technologie Java*. [En ligne]
Available at: www.java.com/fr/about/

Journal Officiel (1999). Guide de bonne exécution des analyse de biologie médicale. Volume 287, p. 18441.

Kalfon, P. (2009). Automatisation du contrôle stricte de la glycémie en réanimation. *Réanimation*, Volume 18, pp. 532-7.

Lawrence, P., Dowe, M., Perry, E. & Strong, S. (1989). Accuracy of Nurses in Performing Capillary Blood Glucose Monitoring. *Diabetes Care*, 12(4), pp. 298-301.

Legifrance (mai 2013). *Le service public de la diffusion du droit*. [En ligne]
Available at: legifrance.gouv.fr

MySQL (mai 2013). *La Base de Données Open Source la plus Populaire au Monde*. [En ligne]
Available at: www.mysql.fr

Parkes, Joan L., Slatin, Stephen L., Pardo, Scott, Ginsberg, Barry H. (2000). A New Consensus Error Grid to Evaluate the Clinical Significance of Inaccuracies in the Measurement of Blood Glucose. *Diabetes Care*, 23(8), pp. 1143-8.

Pharmagest (mai 2013). *Accueil*. [En ligne]
Available at: www.pharmagest.com

Php (mai 2013). *What is PHP?*. [En ligne]
Available at: www.php.net

Silverman, A. (2000). Operational errors cause inaccurate glucose results. *Diabetes Care*, 23(3), pp. 429-30.

The National Steering Committee for Quality Assurance in Capillary Blood Glucose Monitoring (1993). Proposed Strategies for reducing User Error in Capillary Blood Glucose Monitoring. *Diabetes Care*, 16(2), pp. 493-98.

Van den Berghe, G., Wouters, P., Weekers, F. & Verwaest, C. (2001). Intensive Insulin Therapy in Critically Ill Patients. *The New England Journal of Medicine*, 345(19), pp. 1359-67.

Wang, J. (2008). Electrochemical Glucose Biosensors. *Chemical Revue*, 108(2), pp. 814-25.

Nombre de références : 32

Jourdan Hervé Pierre Michel

Amélioration du Contrôle Qualité des lecteurs de glycémie capillaire au CHU de Nantes.

Résumé :

Les services hospitaliers utilisent en routine des lecteurs de glycémie capillaire. Cette délocalisation des analyses nécessite une coopération et une coordination entre les services cliniques et le laboratoire d'analyses médicales, ceci afin d'assurer la fiabilité des mesures dans le cadre rigoureux d'un contrôle qualité.

Ce travail présente un état des lieux du contrôle qualité réalisé au CHU de Nantes et explique les améliorations qui ont été apportées au cours des six mois de stage que j'ai passés au laboratoire de biochimie de l'hôpital Laennec.

Nous avons identifié des sources d'erreur et modifié les protocoles, notamment afin d'améliorer l'adhésion des services, l'éducation du personnel soignant et la compréhension des résultats.

Par ailleurs, j'ai développé un logiciel permettant la saisie des mesures et le contrôle qualité des services. Enfin, j'ai réalisé un manuel utilisateur à plusieurs niveaux permet à chacun de tirer le meilleur parti de cet outil, qu'il s'agisse de l'externe en pharmacie, du responsable de la qualité ou d'un informaticien souhaitant le faire évoluer.

Mots-clés :

GLYCEMIE CAPILLAIRE, CONTROLE QUALITE, BIOCHIMIE, LOGICIEL, HOPITAL LAENNEC, NANTES

Président du jury : A. Pineau PU-PH Toxicologie UFR des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques Nantes et CHU Nantes

Assesseurs : E. Bigot-Corbel MCU-PH Biochimie UFR des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques Nantes et CHU Nantes

J.L. Orsonneau Praticien Hospitalier en Biochimie CHU Nantes

C. Yvorra, Pharmacien d'officine titulaire à Rezé

Adresse de l'auteur :

herve.jourdan.fr@gmail.com