CHAUSSINAND Olivier
RICM 3
Polytech'Grenoble

Rapport de stage de fin de formation

Développement informatique pour l'industrie : les différents aspects

Effectué au sein de l'entreprise INFODREAM
Maître de stage : M. Frédéric HENRIONNET

Stage du 17 Mars au 12 Septembre 2003
Année universitaire 2002 – 2003

Polytech' Grenoble

Adresse géographique :	28, Avenue Benoît Frachon SAINT MARTIN D'HERES
Adresse postale :	BP 53 38 041 GRENOBLE Cedex 9
Télécopie :	+33 4 76 82 79 01
E-mail :	Polytech-RICM@ujf-grenoble.fr

Remerciements

Je tiens à remercier tout particulièrement Madame Corinne CLESSE pour m'avoir accueilli au sein de son entreprise ainsi que Monsieur Frédéric HENRIONNET pour m'avoir dirigé et conseillé tout au long du stage.

Je tiens également à remercier toute l'équipe d'INFODREAM pour leurs aides et leur sympathie qui m'ont permis de réaliser le stage dans de très bonnes conditions.

Table des matières

Remerciements **1**

Table des matières **2**

Index des tableaux et graphiques **4**

Introduction **5**

Présentation de l'entreprise **6**

I. Présentation générale *6*
II. L'équipe *7*
III. Références *7*

Présentation du projet **8**

I. Initiation à la Maîtrise Statistique des Procédés *8*
A. La démarche qualité 8
B. Notion de capabilité 8
II. Le logiciel CAP Vision *10*
III. Les évolutions à réaliser *11*
IV. L'organisation du projet *12*

Outils utilisés **14**

I. Visual C++ *14*
II. Access *14*
III. Spread *15*
IV. InstallShield Professional 2000 *15*

Réalisations à court terme **16**

I. Etat des posages *16*
II. Renommage des posages *18*
III. Analyse rapide d'une série de valeurs *19*
IV. Gestion du couper/copier/coller *21*
V. Hiérarchisation des analyses *21*
VI. Défaut de forme et position *24*
VII. Réalisation de tests et envois au client *25*

Réalisations à moyen terme **26**

I. Loi et transformation de Johnson *26*
II. Détermination automatique du type de loi *27*

Autres réalisations **29**

I. Comptes utilisateurs *29*
II. Choix de la base à l'ouverture *30*

Bilan du projet **32**

Bilan du stage **33**

Annexes **34**

I. Eléments de statistique *34*

A. Histogramme de distribution 34

B. Les lois de répartition continue 34

C. Etude de la normalité 35

II. Architecture de la base de donnée de CAP Vision *37*

III. Algorithme de calcul de la transformation de Johnson *39*

Lexique **41**

Bibliographie **42**

Index des tableaux et graphiques

Figure 1 : Indicateur de capacité Cp 9
Figure 2 : Procédé déréglé du coté supérieur à la moyenne, nécessité d'un indicateur Cpk 9
Figure 3 : Courbes et indicateurs calculés par CAP Vision 10
Figure 4 : Exemples de pages d'impressions 11
Figure 5 : Fenêtre de configuration des posages 16
Figure 6 : Tableur avant (haut) et après (bas) modification de l'état des posages 17
Figure 7 : Boite de dialogue de renommage des posages 18
Figure 8 : Fenêtre de configuration de l'analyse rapide 19
Figure 9 : Fenêtre de lancement de l'analyse rapide 20
Figure 10 : Gestionnaire d'arborescence des analyses 22
Figure 11 : Fenêtre de sélection de destination de déplacement 23
Figure 12 : Tableur pour la loi de Défaut de Forme et Position 24
Figure 13 : Diagnostic pour la loi de Défaut de Forme et Position 25
Figure 14 : Fenêtre du test de Johnson 26
Figure 15 : Fenêtre de détermination de la loi suivie 27
Figure 16 : Exemple de diapositive de présentation de type de mesure 28
Figure 17 : Fenêtre d'identification 30
Figure 18 : Contenu du fichier Capa.par 30
Figure 19 : Fenêtre de sélection de la base de données 31
Figure 20 : Exemple d'histogramme 34
Figure 21 : Génération d'une loi de défaut de forme 34
Figure 22 : Etendue, écart type et dispersion 35
Figure 23 : Coefficient Kurtosis (gauche), Coefficient Skewness (droite) 35
Figure 24 : La droite de Henry 36
Figure 25 : Structure de la base de données 37
Figure 26 : Structure de la base de données (suite) 38

Introduction

INFODREAM, comme un grand nombre de sociétés informatiques, propose à ses clients services informatiques et logiciels maisons. Or afin de répondre aux attentes des clients l'entreprise doit pouvoir faire évoluer ces outils.

C'est donc dans ce contexte que Madame Corinne CLESSE et Monsieur Frédéric HENRIONNET, respectivement dirigeante et responsable technique d'INFODREAM, m'ont proposé ce sujet de stage de fin de formation, à savoir, la découverte des différents aspects du développement informatique pour l'industrie, par l'évolution de leur logiciel CAP Vision.

Après une brève présentation de la société INFODREAM, et une introduction à la maîtrise statistique des procédés, je reviendrai sur la problématique du projet : évolution du logiciel CAP Vision. Je commencerai par une présentation des fonctionnalités actuelles ainsi que des évolutions à mettre en place. Puis je présenterai l'organisation générale mise en place au cours du projet.

La présentation des outils utilisés sera suivie par une présentation des modifications réalisées pour développer les différents modules. Après un bilan du projet, nous finirons par les apports aussi bien sur le plan professionnel que personnel d'un tel stage.

Un ***Lexique*** situé à la fin du rapport donne une définition des mots suivis d'un astérisque.

Présentation de l'entreprise

I. Présentation générale

Créée en 1989 par Madame CLESSE et Monsieur BEAULIEU, INFODREAM est une société informatique dont le siège se situe à Grésy-sur-Aix, en Savoie.

Fort de 14 années d'expériences de réalisation de projets les plus exigeants pour l'industrie et de partenariats en automatismes, électricité, mécanique, INFODREAM prend en charge la mise en œuvre d'applications informatiques dans leur globalité : études de faisabilité, conception, développement, installation sur site, formation des utilisateurs…

Les activités d'INFODREAM sont :

- Conseil :
  - Cahiers des charges,
  - Analyses fonctionnelles,
  - Etudes techniques
- Informatique industrielle :
  - Supervision,
  - Pilotage de processus,
  - Contrôle en ligne,
  - Traçabilité,
  - Gestion de production,
  - Bancs de contrôle…
- Informatique scientifique :
  - Applications de calcul complexe,
  - Simulation,
  - Ordonnancement,
  - Statistiques…
- Informatique de gestion :
  - Développement de bases de données,
  - Aide à la décision,
  - Tableaux de bord…
- Formation :
  - SPC théorique,
  - SPC pratique,
  - Aide à la mise en place de plans de contrôle…

Outre la programmation de logiciels spécifiques pour l'industrie, l'entreprise a développé ses propres produits phares :

- SPC Vision : Programme de maîtrise statistique des procédés, il équipe aujourd'hui des grands noms de l'industrie tels que Saint Gobain Vetrotex, Valéo… Il est considéré aujourd'hui comme une référence dans l'étude de la qualité des produits industriels.
- CAP Vision : Ce programme permet de calculer des capabilités (***cf. chapitre I.B Notion de capabilité***) selon différentes lois statistiques. Il est idéal pour la métrologie, le contrôle réception et la qualification machine.

II. L'équipe

L'équipe d'INFODREAM, dont les compétences couvrent toutes les phases de développement ainsi que la prise de contact avec le client et la formation des utilisateurs, est constituée de sept personnes :

- Corinne CLESSE – Gérante d'INFODREAM
- Véronique AFFRETTE – Assistante de direction
- Frédéric HENRIONNET – Ingénieur informaticien, Responsable technique
- Christophe ROUX – Ingénieur informaticien
- Cécile VINCENT – Technicienne informatique
- Sébastien THOMAS – Technicien informatique
- Robert NARBOUX - Technico-commercial

En majorité de formations Bac + 5, dont un ingénieur « Ponts et Chaussées » et un ingénieur « UTC », l'équipe possède des compétences variées et complémentaires qui sont l'assurance de la réussite.
Une forte collaboration entre les projets permet d'assurer aux clients la réponse technique optimale dans un délai très court.

III. Références

Depuis 1989, INFODREAM a suscité la confiance de nombreux groupes industriels par son savoir-faire, son exigence et sa disponibilité dans un large éventail de domaines industriels :

- Aéronautique : Techspace Aero, Eurocopter, Hurel hispano, Fortech, …
- Agroalimentaire : SAS Maison Boubee
- Automobile : Valéo, Faurecia, SNR Roulements, Hutchinson, Pneu Laurent, Metaltemple, Général Motors, Peugeot MTC, VDO, Manzoni Boubhot, Magneti Marelli, Famer Industrie, …
- Décolletage : Paris Savoie Industrie, Bouverat, …
- Electronique : Schneider Electric, Techci, Crouzet, …
- Matériaux : Saint Gobain vetrotex, Saint gobain Glass France, Framatome, Placoplâtre, Semin, …
- Mécanique : Clerc & cardone, lavegi, Mecagis, Almo, Tornos-Bechler, …
- Medical : General Electric Medical System, Stryker Trauma, Sotapharm,…
- Métallurgie : Uranie, Setforge, Vallourec, Ugine Savoie, Pechiney, …
- Métrologie : Cimu, Annecy Metrologie, …
- Plasturgie : Ervaf, Avon polymères, ID, Novembal, Mayet, …
- Divers : Somfy, Lyonnaise des eaux, Avery Dennison, Verdonnet, Vernis Soudee, France Joint, Matussière & Forest, …

Ces groupes sont situés dans l'ensemble de la France. INFODREAM s'est aussi orienté à l'export dans d'autres pays de l'Union Européenne tel que la Pologne.

Présentation du projet

Pour mieux pouvoir aborder le sujet du projet, nous allons tout d'abord commencer par une présentation du concept de la Maîtrise Statistique des Procédés.

I. Initiation à la Maîtrise Statistique des Procédés

A. La démarche qualité

Avec l'ouverture des marchés internationaux, la concurrence et la compétition entre les industries se sont considérablement accrues. De nombreuses études, menées dans le but de trouver les facteurs décisifs pour le gain de parts de marché, ont montré que l'atout gagnant de cette lutte est la qualité. Ces travaux, réalisés entre 1960 et 1970, ont été mis en application dès le début de l'année 1984 en France.

La **M**aîtrise **S**tatistique des **P**rocédés (*MSP dans la suite du rapport*) est l'outil qui permet de maximiser la qualité d'un produit. Cette démarche s'insère dans une stratégie globale où elle donne de très bons résultats et son application s'étend de plus en plus à tous les secteurs d'activités.

Le but de toute chaîne de production est d'obtenir des pièces conformes au cahier des charges, c'est-à-dire comprise entre les limites des tolérances préétablies. La MSP s'intéresse à la façon dont ces articles se répartissent dans l'intervalle de tolérance afin d'optimiser leur production en enregistrant tout écart avant qu'il n'entraîne des pertes.

L'outil statistique MSP :

- donne aux opérateurs la possibilité de piloter précisément leurs machines
- formalise la notion de capabilité d'un moyen de contrôle.
- trie les situations ordinaires, qui ne nécessitent aucune action, et les situations extraordinaires pour lesquelles l'opérateur doit intervenir.

La MSP regroupe deux concepts de base :

- le suivi et le pilotage par « carte de contrôle ».
- la mesure de capabilités.

Le logiciel SPC Vision développé par INFODREAM gère ces deux aspects de l'étude statistique mais il est trop lourd pour une étude de capabilité. CAP Vision a donc été créé pour palier cette complexité parfois inutile.

B. Notion de capabilité

Bien souvent les industriels parlent de la qualité de leur produit de façon bien trop subjective et approximative. Une démarche d'amélioration de la qualité exige une grande précision, qui nécessite la comparaison de données chiffrées à des valeurs définies comme limites. Les capabilités (*aptitudes en Français*) ont été créées pour caractériser de façon numérique toute production.

La capabilité se mesure entre la performance demandée et la performance réelle d'un procédé. Elle permet de mesurer la capacité d'une machine ou d'un procédé à réaliser des pièces dans l'intervalle de tolérance fixé par le cahier des charges.

Il existe différents types de capabilité :

1. Capabilité procédé

Elle permet de savoir si un procédé est capable ou non, c'est-à-dire s'il ne produit pas de pièce hors tolérance ou s'il entraîne des pertes. Pour cela on compare l'intervalle de tolérance à la performance du procédé en calculant le Cp (*Capabilité intrinsèque du procédé*).

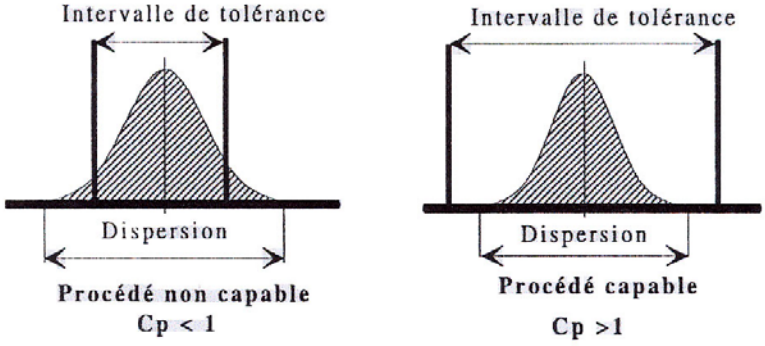


Figure 1 : Indicateur de capacité Cp

Mais les mesures peuvent subir un décentrage par rapport aux valeurs attendues, le Cpk (*Capabilité centrée du Procédé*) permet de le quantifier.

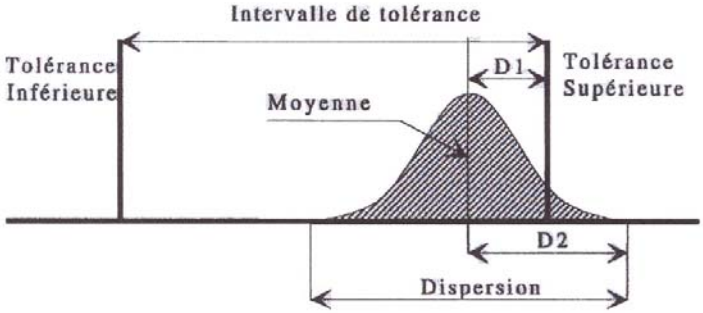


Figure 2 : Procédé déréglé du coté supérieur à la moyenne, nécessité d'un indicateur Cpk

Le Cp et Cpk permettent donc de caractériser la capabilité du procédé.

2. Capabilité machine

Cette capabilité représente la valeur optimale qu'il est possible d'obtenir sur une machine donnée. Elle permet donc de savoir ce que l'entreprise peut espérer obtenir de mieux avec les outils dont elle dispose. Pour cela elle dispose de deux indicateurs le Cm (*Capabilité intrinsèque machine*) et Cmk (*Capabilité centrée machine*).

Remarque : les noms donnés aux capabilités changent avec la norme utilisée. Il existe aussi d'autres indicateurs de capabilité spécifiques à ces normes. Par exemple :

- En norme CNOMO*, Cp devient CAP pour Coefficient d'Aptitude du Procédé. De même, Cpk devient CPK, Cm se transforme en CAM et Cmk se nomme CMK.

Grand nom de l'industrie, le logiciel CAP Vision reprend l'ensemble du calcul des capabilités et permet grâce à de nombreux autres indicateurs, histogrammes et droite de Henry* de diriger les utilisateurs dans cette démarche qualité. Pour en savoir plus sur ces autres notions statistiques, veuillez consulter l'annexe ***I Eléments de statistique***.

II. Le logiciel CAP Vision

CAP Vision version 1.8 est un logiciel d'analyse statistique de populations* de mesures saisies manuellement, par l'intermédiaire d'instruments de mesures ou en important les données à partir de fichiers. Il trace l'histogramme de distributions et la droite de Henry correspondant à ces valeurs. De plus, il calcule un certain nombre d'indicateurs statistiques, dont les capabilités qui permettent d'évaluer avec précision les performances de la production.

Toute étude statistique s'effectue par l'intermédiaire de deux objets de base : le produit et l'analyse, lesquels sont modifiables à tout moment.

- **Le produit** défini dans CAP Vision correspond au produit matériel dont la fabrication est à diagnostiquer. L'utilisateur créé autant de caractéristiques (*longueur, poids, pH associé, etc.*) qu'il le souhaite et leur définit une valeur idéale et des limites de tolérance.
- **L'analyse** est l'objet de référence de l'application. Elle porte sur un produit spécifique, dont elle reprend un sous-ensemble des caractéristiques et leur ajoute les valeurs entrées par l'utilisateur.

Après leur création, l'analyse et le produit sont paramétrables indépendamment l'un de l'autre. La gestion et la configuration de ces objets sont facilitées par l'utilisation de boîtes à onglets intuitives et évolutives.

Les échantillons saisis sont de taille variable et les analyses peuvent se traiter en multi-posage*, c'est-à-dire qu'il est possible d'étudier une machine fabriquant plusieurs exemplaires du produit à la fois. Les calculs peuvent se réaliser selon deux modes de fonctionnement : le mode métrologie* et le mode qualification machine*.

Après avoir entré les valeurs, l'utilisateur lance l'opération de diagnostic qui calcule les indicateurs statistiques correspondant à la norme suivie par l'analyse (*AFNOR, FORD, QS9000 ou CNOMO*) et à la loi suivie par la caractéristique étudiée (*normale, défaut de forme, unilatérale supérieure ou inférieure*). La liste des indicateurs calculés et les courbes statistiques s'affichent alors à l'écran.

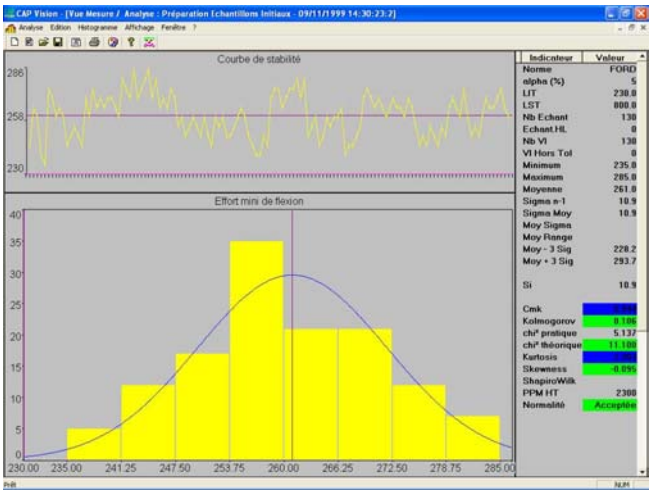


Figure 3 : Courbes et indicateurs calculés par CAP Vision

CAP Vision est un logiciel à multi-fenêtrage : ainsi il peut afficher plusieurs diagnostics et plusieurs analyses en même temps, favorisant la comparaison des courbes et des indicateurs.

Il est possible de sauvegarder, depuis tout point du programme, les analyses et produits dans la base de données du logiciel, dont la maintenance est assurée par une simple action sur un bouton. Cette base de données autorise la réutilisation de produits et d'analyses déjà existants, rendant possible la création en parallèle de plusieurs analyses sur un même produit.

Les valeurs saisies et les diagnostics effectués sont imprimables à tout moment, et peuvent être éventuellement accompagnés d'une page de garde dont l'utilisateur fixe les champs descriptifs de l'analyse effectuée.

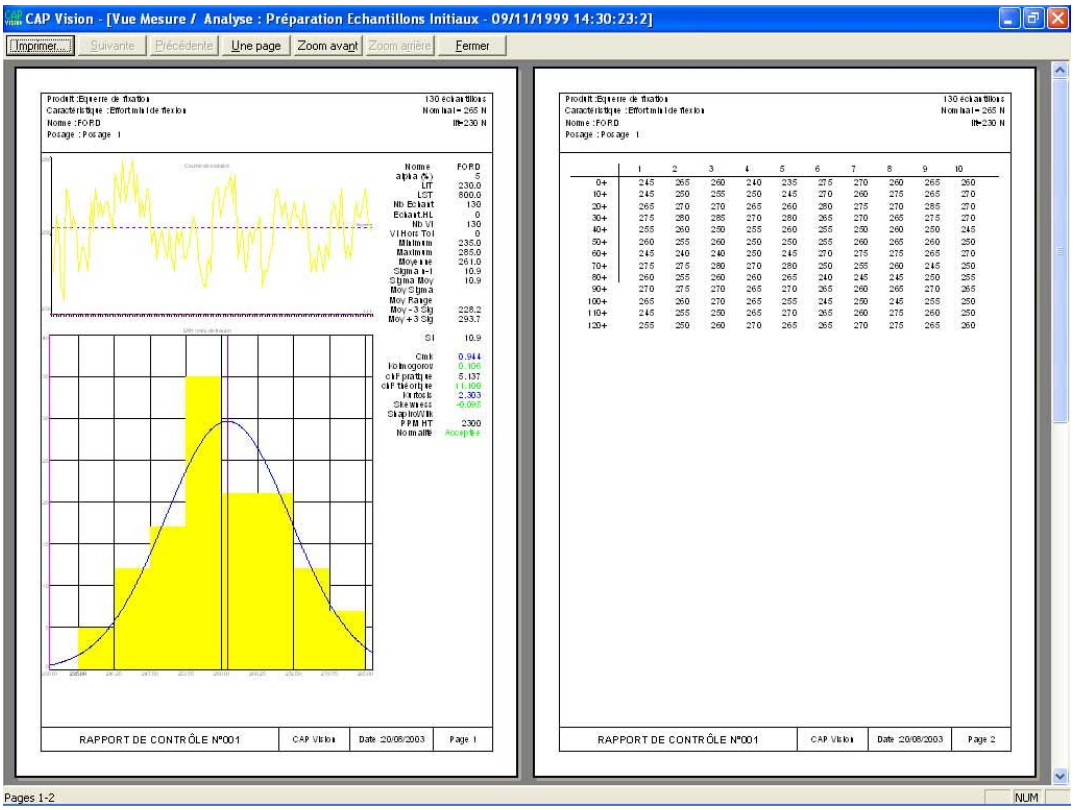


Figure 4 : Exemples de pages d'impressions

Mais le logiciel comporte encore quelques lacunes et certaines fonctionnalités lui font défaut (*gestion des analyses, récupération d'informations,…*). C'est pourquoi certains clients désirant un logiciel plus performant et correspondant mieux à leurs attentes proposent des modifications.

III. Les évolutions à réaliser

Mon stage a donc consisté en la réalisation de modules pour le logiciel CAP Vision conformément aux demandes de l'entreprise FAURECIA-FLERS, constructeur de sièges pour automobile.

Une proposition technique a été élaborée en collaboration avec les responsables de la société FAURECIA-FLERS. Celle-ci regroupe les modifications en 2 catégories : les modifications à « court terme » devant être réalisées avant la première installation, fin Mai, et

les modifications à « moyen terme » à réaliser dans les 6 mois, pour le mois de Septembre 2003.

Modifications à « court terme » :

- Etat des posages
- Renommage des posages
- Analyse rapide
- Gestion du couper/copier/coller
- Arborescences des fichiers
- Défaut de forme et position

Modifications à « moyen terme » :

- Johnson
- Détermination automatique du type de loi

L'ensemble de ces modifications constitue les principales améliorations menant à la réalisation de la nouvelle version du logiciel, CAP Vision 2.0.

IV. L'organisation du projet

Le programme développé étant en langage Visual C++, il m'a tout d'abord fallu apprendre les techniques de développement sous plate-forme Windows et tout particulièrement avec Visual Studio 6, outil de développement utilisé chez INFODREAM.

Après avoir acquis le principe de création d'application en Visual C++ et m'être imprégné des concepts et techniques de la MSP, je me suis lancé dans l'étude du programme existant. Travail assez long et difficile en raison du volume déjà conséquent de code utilisé. Cela m'a permis d'appréhender l'architecture et l'organisation mise en place au sein de ce logiciel.

Vint ensuite l'étude du cahier des charges proposé et la réalisation des différents modules. Ce développement s'est déroulé de manière itérative, à chaque module la même organisation se présentait. Le développement du module commence par une étude des besoins spécifiés dans le cahier des charges réalisé par la société FAURECIA-FLERS.

Cette étude complétée par une étude du code et une recherche d'information sur les possibilités offertes par le langage, grâce à la libraire MSDN, permettent de rédiger les spécifications fonctionnelles et techniques pour le module. Ces spécifications prennent en compte l'organisation générale du logiciel, l'ergonomie, et proposent, si possible, différentes possibilités de réalisation pour le modules.

Une fois les choix réalisés et les spécifications validées par le responsable, le développement peut commencer. Le développement entraîne la création de nouvelles fonctions, classes interface ainsi que la modification de celles existantes en fonction des spécifications.

Le développement est suivi par une série de tests, permettant de vérifier les valeurs traitées par les modules ainsi que de nombreux tests de non-régression afin de vérifier l'absence de problème dû aux modifications.

Une fois le logiciel, contenant le nouveau module, validé par le responsable technique, une sauvegarde de celui-ci est réalisée, afin de pouvoir faire marche arrière si nécessaire. Le logiciel validé sert alors de point de départ pour la suite du développement.

Lorsque l'ensemble des modules d'une catégorie (« court terme» ou « moyen terme ») est validé, une version distribuable, avec système d'installation, est créée sur CD et est envoyée pour validation au client.

Outils utilisés

I. Visual C++

Visual C++ n'est pas un produit à part entière, c'est une partie de Visual Studio dédiée à la programmation en langage C++.

Visual C++ est constitué d'un ensemble d'outils performants permettant la création d'une large gamme de solutions, notamment des applications Microsoft Windows® à l'aide du langage de développement C++, langage système le plus populaire au monde.

Cet environnement de développement fiable comprend des compilateurs conformes aux normes ISO (International Standards Organisation), des bibliothèques, dotées d'un grand nombre de types de données et de modèles, répondant aux normes STL (Standard Template Library), ATL (Active Template Library) et MFC (Microsoft Foundation Class), ainsi que des fonctionnalités puissantes de l'environnement de développement intégré (IDE), qui permettent la modification et le déboguage efficaces du code source.

Quel que soit leur niveau de compétence, les développeurs apprécient les fonctionnalités puissantes de Visual C++ présentes dans un environnement de développement intégré (IDE) évolutif, telles que :

- Les éditeurs et des assistants de codage disponibles et la coloration syntaxique;
- Les concepteurs visuels destinés à la création de Windows Forms, d'applications centrées sur les données et de composants;
- Un débogueur puissant et les compilateurs les plus performants du domaine, permettant de retracer le suivi de l'état des programmes, de définir les points d'arrêt de déboguage pour les fichiers, les lignes de code, les adresses mémoire, les variables, etc. et offrant des options de génération de code sur des plates-formes 32 et 64 bits

Visual C++ offre un environnement de développement professionnel intégré et une gamme d'utilitaires adaptés.

Visual C++ fournit aux développeurs un langage éprouvé, orienté objet, destiné à créer des applications puissantes et performantes. Il offre des fonctionnalités de qualité supérieure destinées à la génération d'applications et de composants robustes.

II. Access

Le logiciel Microsoft® Access propose un ensemble d'outils suffisamment riche pour tout développeur de base de données expérimenté, tout en restant accessible aux utilisateurs débutants, afin de permettre de créer des bases de données destinées à un usage personnel ou professionnel. Access permet de stocker, organiser et partager les données pour permettre aux équipes de travailler plus efficacement.

Dans un environnement d'application intégrée, les applications d'entreprise communiquent entre elles en transparence. L'un des objectifs clés d'Access est de fournir un environnement d'application intégrée permettant aux utilisateurs d'effectuer des requêtes et de procéder à l'analyse des sources de données de l'entreprise à partir d'une interface Office connue et conviviale.

Système de gestion de base de données sur plate-forme Windows, Access est totalement adapté au développement d'applications sur ce type de plate-forme. Il est en effet présent dans un grand nombre d'entreprises et utilisé par de nombreux professionnels. Sa simplicité d'intégration avec Visual C++ en fait un outil idéal de gestion de données pour applications Windows.

III. Spread

Spread est un contrôle de tableur souple et facile d'utilisation incorporable dans des interfaces. Le package Spread propose des contrôles DLL, VBX et OCX, ainsi il est facilement possible de travailler dans n'importe quel environnement de développement.

Le contrôle Spread possède son propre « Spread Designer », qui étend l'environnement de développement en permettant un accès complet et un contrôle de l'ensemble des propriétés du tableur. Avec une interface complètement remodelée, il est possible de goûter au développement et à la conception de tableurs. Il est de même possible de créer et sauver des modèles contenant nos propres conceptions de tableurs. Les actions réalisées dans le « Spread Designer » peuvent être sauvées et ainsi générer du code Visual Basic documenté. L'ensemble ces options du « Spread Designer » fournissent un outil de conception puissant pour les développeurs.

Utiliser Spread permet de créer rapidement et facilement de puissants tableurs personnalisés et donne une belle apparence aux applications par l'intermédiaire d'un produit facile d'utilisation.

IV. InstallShield Professional 2000

La majeure partie des applications Windows est quotidiennement installée à l'aide d'utilitaires créés quasi-automatiquement par InstallShield. Sa réussite découle de la facilité de mise en oeuvre des procédures d'installation et du professionnalisme apporté à l'installation des applications qui lui sont confiées, que ce soit pour des installations simples ou complexes.

La gamme d'outils InstallShield apporte les fonctionnalités de création de procédures d'installation avec droits de diffusion illimités, création automatique de procédures de désinstallation, vérification de l'espace disque et contrôle de version déjà installée, automatisation de la compression et décompression des composants, installations standards, compactes et personnalisées, nombreux assistants sur disquettes, CD-ROM, Web ou fichier autonome.

Réalisations à court terme

La première partie du projet correspond à un ensemble de modules plus ou moins complexes devant être livré au moment de l'installation du logiciel dans l'entreprise, soit environ 2 mois et demi après le début du stage (fin Mai - début Juin).

I. Etat des posages

Dans le domaine industriel, la création d'une pièce par moulage ou usinage est appelée un posage*. Or il arrive que certaines machines permettent de fabriquer, usiner ou mouler plusieurs pièces en un même cycle de machine, on parle alors de fabrication multiposage* ou multiempreinte.

Il est alors intéressant de suivre chaque posage ou empreinte séparément, ainsi que l'ensemble de la production de la machine en calculant une moyenne des posages appelée posage ou empreinte « globale ».

En mode multiposage, il arrive parfois que tous les posages ne soient pas utilisés en même temps (*problème sur le posage, limitation volontaire, ...*). Afin que les calculs du posage « globale » soient les plus représentatifs de la situation réelle, les utilisateurs de FAURECIA-FLERS ont souhaité la possibilité d'ignorer les posages inactifs en leur attribuant un état hors service.

Ainsi lors de l'utilisation du logiciel CAP Vision en mode multiposage, un bouton de gestion des états des posages a été ajouté au tableur.

En cliquant sur ce bouton, l'utilisateur a accès à la fenêtre suivante (***voir figure 5***) qui permet d'afficher les différents posages correspondant au produit. Pour chaque posage correspond une case à cocher permettant d'activer ou de désactiver le posage.

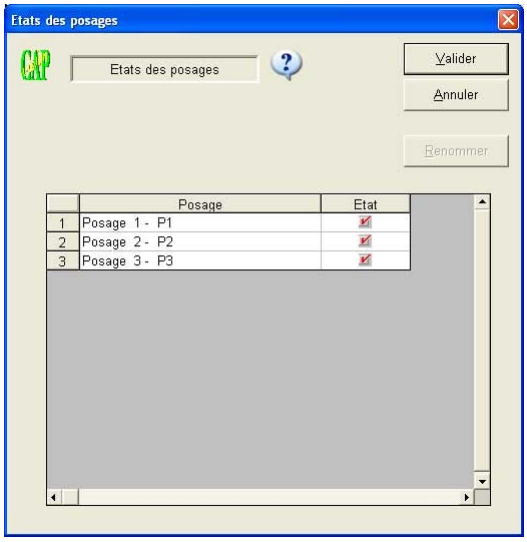
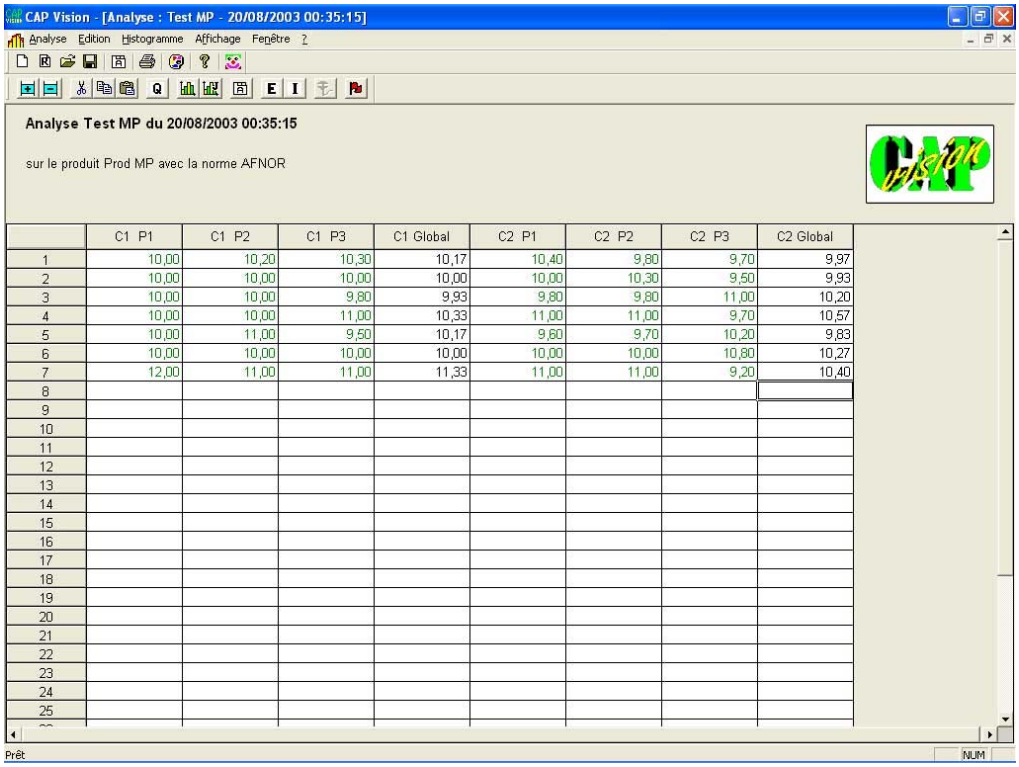
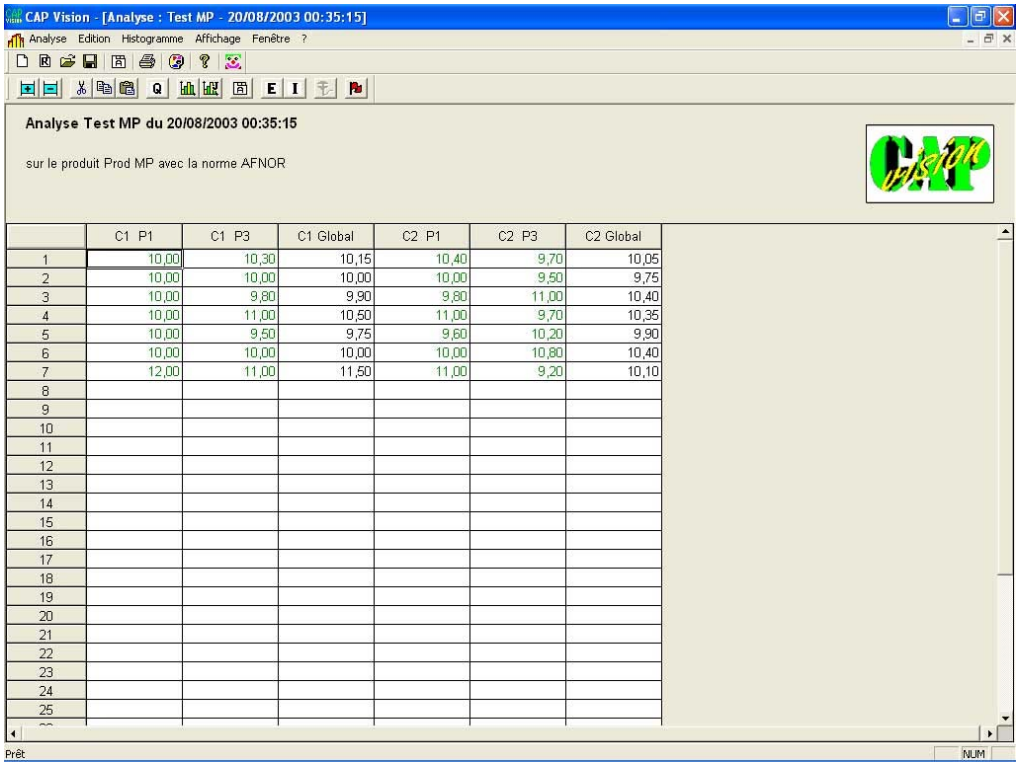


Figure 5 : Fenêtre de configuration des posages

Une fois validé, le tableur est mis a jour, n'affichant alors que les posages dont l'état est actif. Cette modification est alors répercutée sur le calcul du posage « global » qui lui aussi ne prend en compte que les posages actifs.



	C1 P1	C1 P2	C1 P3	C1 Global	C2 P1	C2 P2	C2 P3	C2 Global
1	10,00	10,20	10,30	10,17	10,40	9,80	9,70	9,97
2	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,30	9,50	9,93
3	10,00	10,00	9,80	9,93	9,80	9,80	11,00	10,20
4	10,00	10,00	11,00	10,33	11,00	11,00	9,70	10,57
5	10,00	11,00	9,50	10,17	9,60	9,70	10,20	9,83
6	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,80	10,27
7	12,00	11,00	11,00	11,33	11,00	11,00	9,20	10,40



	C1 P1	C1 P3	C1 Global	C2 P1	C2 P3	C2 Global
1	10,00	10,30	10,15	10,40	9,70	10,05
2	10,00	10,00	10,00	10,00	9,50	9,75
3	10,00	9,80	9,90	9,80	11,00	10,40
4	10,00	11,00	10,50	11,00	9,70	10,35
5	10,00	9,50	9,75	9,60	10,20	9,90
6	10,00	10,00	10,00	10,00	10,80	10,40
7	12,00	11,00	11,50	11,00	9,20	10,10

Figure 6 : Tableur avant (haut) et après (bas) modification de l'état des posages

Les posages peuvent ainsi être activés ou désactivés à souhait.

Cette modification a donc entraîné un gros changement sur la méthode d'affichage. Car au lieu d'afficher tous les posages, il a fallu mettre en place une méthode permettant de faire correspondre les numéros de posage aux colonnes du tableur afin d'y afficher les bonnes valeurs et de récupérer correctement les valeurs pouvant être saisies par l'utilisateur.

Seul le numéro de posage était alors conservé au niveau de la base de données, afin que ce module permette de conserver les informations d'une consultation à l'autre, une nouvelle table « *Posage* » fut créée dans la base de données (***voir Annexe II Architecture de la base de donnée de CAP Vision***). Cette table permet de stocker pour un posage « *NumPosage* » d'une analyse « *NomAnalyse* », « *DateCr* » l'état du posage « *Etat Posage* ».

II. Renommage des posages

Lorsque l'utilisateur crée une analyse en mode multiposage*, il doit entrer les valeurs pour chaque élément mesuré. Pour les différencier, chaque posage était identifié par un numéro de 1 à n, n correspondant au nombre de posages réalisés en même temps.

Afin de faciliter l'identification de ces posages, les utilisateurs de FAURECIA-FLERS désirent donner des noms plus précis à ces différents posages. Il a donc été décidé de mettre en place un système de renommage des posages lorsque l'utilisateur se trouve en mode multiposage.

Deux possibilités sont offertes pour pouvoir renommer un posage. La première utilise la fenêtre d'état de posage vu ci-dessus (***voir I Etat des posages***) en sélectionnant un posage et en cliquant sur le bouton renommer. La deuxième se sert du menu contextuel du tableur ou du gestionnaire d'analyse où se trouve la commande « *Renommer Posage* ».

L'appel de cette commande entraîne l'ouverture d'une fenêtre de dialogue (***voir figure 7***). Cette fenêtre de dialogue contient 4 champs, les deux premiers champs correspondent au nom du posage, avec le nom actuel du posage et une zone de saisie dans laquelle l'utilisateur peut saisir le nouveau nom. Et deux autres champs pour l'abréviation avec comme ci-dessus l'abréviation actuelle et un champ de saisie pour la nouvelle abréviation.

Figure 7 : Boite de dialogue de renommage des posages

Une abréviation est aussi demandée à l'utilisateur pour permettre d'afficher un identifiant personnalisé même lorsque l'espace d'affichage est limité comme dans le tableur où le nom du posage est accompagné de la caractéristique.

Une fois la fenêtre validée, les différentes valeurs saisies sont récupérées et sont insérées dans la caractéristique des posages de l'analyse en cours. Les changements de valeurs sont ensuite répercutés dans l'ensemble du logiciel, au niveau du tableur et du gestionnaire d'analyse, de l'écran de diagnostic et des pages d'impressions.

Afin de pouvoir conserver ces différentes valeurs, des champs ont été rajoutés à la table de posage créée ci-dessus (***voir Annexe II Architecture de la base de donnée de CAP Vision***). La table « *Posage* » permet donc de stocker pour un posage « *NumPosage* » d'une analyse

« *NomAnalyse* », « *DateCr* » le nom du posage « *NomPosage* » ainsi que l'abréviation du nom « *AbrevPosage* ».

Les noms des différents posages peuvent donc ainsi être sauvegardés et chargés lors de la fermeture et de l'ouverture d'une analyse.

III. Analyse rapide d'une série de valeurs

Lors du lancement d'une nouvelle analyse, les utilisateurs doivent configurer à l'aide de plusieurs boites de dialogue successives, les différents paramètres de l'analyse ainsi que les produits analysés. Or dans l'industrie une même machine va produire plusieurs fois les mêmes types de produit et le même type d'analyse va donc être réalisé.

Pour simplifier le lancement des analyses les utilisateurs de FAURECIA-FLERS ont demandé de pouvoir lancer une analyse rapide contenant l'ensemble des paramètres ayant été auparavant configurés.

Celle-ci se compose donc de deux parties. La partie configuration se lançant à partir du menu « *Configuration/Analyse Rapide* » et le lancement de l'analyse rapide qui se fait grâce à un bouton sur la page d'accueil ou par le menu « *Analyse/Analyse Rapide* ».

La boite de dialogue configuration (***voir figure 8 ci-dessous***), semblable à la fenêtre du gestionnaire d'analyse est composée d'onglets. Le premier permet de configurer l'analyse en définissant le produit à analyser et le type d'analyse à réaliser dessus. Les autres onglets, un par caractéristique analysée du produit, permettent de définir la loi suivi par la caractéristique ainsi que les limites de tolérances, unités et précision des mesures.

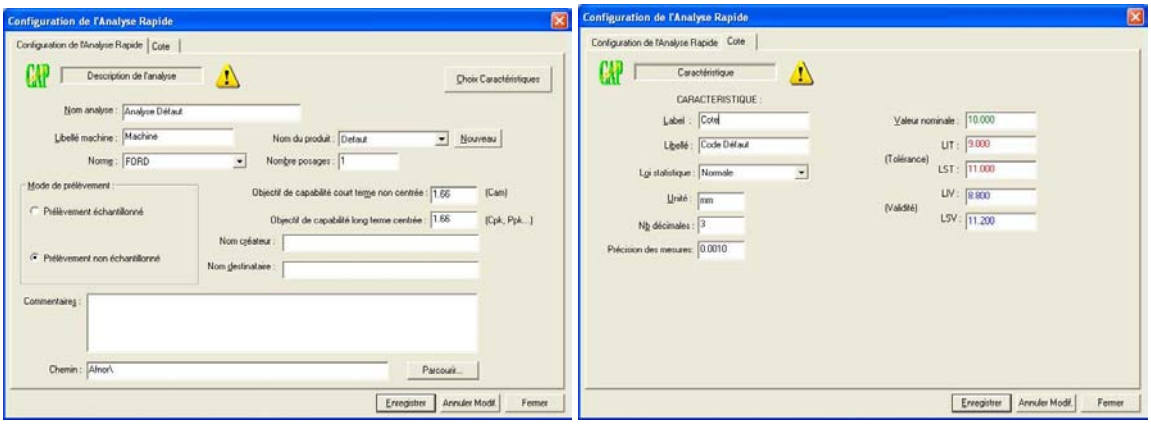


Figure 8 : Fenêtre de configuration de l'analyse rapide onglet analyse (gauche), onglet caractéristique (droite)

La deuxième partie du module, le lancement de l'analyse rapide, est constituée d'une fenêtre simple (***voir figure 9***). Dans cette fenêtre sont résumés l'ensemble des informations correspondant à la création de l'analyse, ainsi qu'un tableau permettant de visionner et modifier les limites de tolérances pour chaque caractéristique.

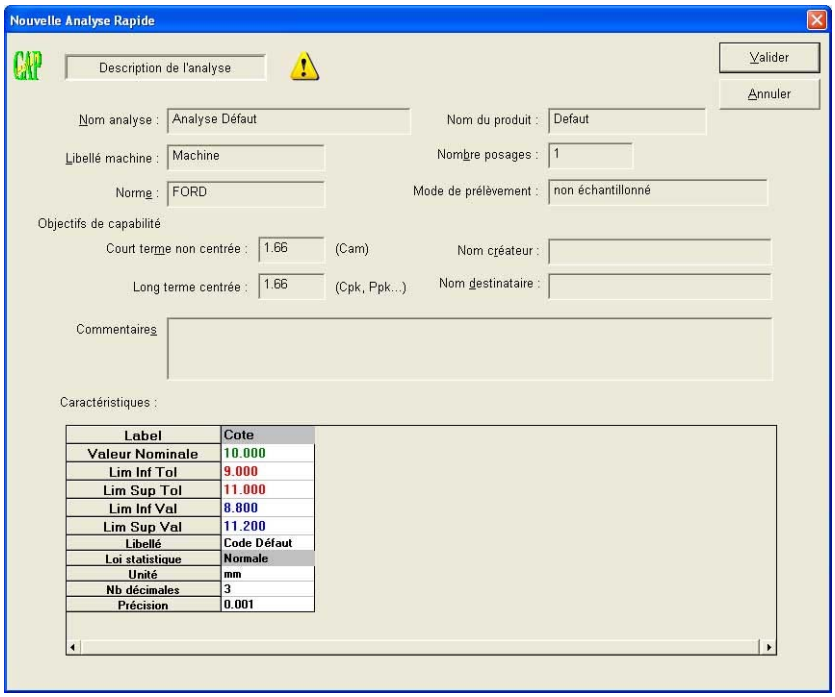


Figure 9 : Fenêtre de lancement de l'analyse rapide

Une fois la fenêtre de lancement d'analyse rapide validée, l'utilisateur arrive sur le tableur classique et est prêt pour la saisie des valeurs de l'analyse.

L'algorithme d'ouverture d'une analyse rapide est le suivant :

- Chargement des valeurs de l'analyse rapide
- Passage de l'analyse à la boite de dialogue
- Initialisation de la boite de dialogue (fct InitDialogue) :
  - Récupération et affichage des variables
- Validation de la boite de dialogue (fct OnOK) :
  - Vérification des champs de l'analyse
  - Mise a jour de l'analyse
- Récupération de l'analyse
- Création de la vue pour l'affichage du tableur
- Insertion des valeurs de l'analyse dans la vue
- Chargement du produit dans la vue
- Affichage de la vue

Pour la sauvegarde de l'analyse rapide deux options ont été envisagées. La première était de stocker l'analyse par défaut dans la table actuelle avec le nom réservé défaut, la deuxième consistait à créer deux tables spécifiques « *AnalyseDefaut* » et « *CaractAnalyseDefaut* » (***voir Annexe II Architecture de la base de donnée de CAP Vision***), de même structure que les tables « *Analyse* » et « *CaractAnalyse* », pour y stocker seulement les valeurs de l'analyse rapide.

La deuxième méthode, bien que demandant plus de place sur le disque, a été choisie car elle entraînait le moins de modifications au niveau du code de l'application (nécessité de tri entre les différentes analyses pour la première solution).

IV. Gestion du couper/copier/coller

Autre logiciel de saisie et de présentation de données, Excel est beaucoup utilisé par les utilisateurs de FAURECIA-FLERS. Pour permettre à ceux-ci de transférer les données d'un logiciel à l'autre un module de gestion de couper/copier/coller à été réalisé. Celui-ci doit permettre l'utilisation de ces commandes en provenance et à destination d'Excel.

Il a donc fallu modifier les propriétés du tableur et du gestionnaire d'analyse afin de permettre la sélection d'une zone de une ou plusieurs cellules consécutives. Une fois cette modification réalisée, différents moyens d'appel aux fonctions de couper/copier/coller ont été mis en place, en utilisant les différentes possibilités des applications Windows :

- Commande dans le menu édition
- Commande au niveau du menu contextuel
- Boutons dans la barre d'outils
- Raccourcis clavier classiques (Ctrl-X, Ctrl-C, Ctrl-V)

La mise en place du module a nécessité une étude de l'utilisation du presse-papier, tout particulièrement de la syntaxe d'écriture des données en provenance d'Excel. Le presse-papier permettant de transférer les informations d'une application à une autre transforme les tableaux Excel en une chaîne de caractères.

Deux fonctions ont alors été réalisées, une de formatage des données en provenance de CAP Vision au format Excel pour les fonctions couper/copier, et une deuxième de parsage* des données en provenance d'Excel et à destination du tableur de CAP Vision pour la fonction coller.

Lors du collage d'informations dans l'application CAP Vision le tableur est complété, en remplissant les valeurs manquantes (*se trouvant avant la zone de collage*) par la valeur « ABSENT », afin de conserver une cohérence des valeurs ainsi collées.

De plus il a fallu prendre en compte le cas des posages inactifs (***voir chapitre I Etat des posages***) afin d'assigner correctement les valeurs aux bons posages.

V. Hiérarchisation des analyses

La version 1.8 de CAP Vision permettait aux utilisateurs d'accéder à l'ensemble des analyses grâce à une liste dans laquelle se trouvait l'ensemble des analyses contenues dans la base. Ce système d'affichage très simple devient peu efficace lorsque la base est composée de nombreuses analyses. C'est donc pour cela que les utilisateurs de FAURECIA-FLERS ont désiré pourvoir classer les analyses dans un système d'arborescence d'analyses.

La mise en place de ce système passe donc par la modification des fenêtres de sélection d'analyse afin de remplacer l'espace de sélection d'analyse unique par deux espaces :

- un de présentation de l'arborescence des analyses.
- l'autre de sélection des analyses présentes à ce niveau de l'arborescence.

Au niveau de la partie de présentation de la hiérarchie des analyses deux possibilités se présentaient. La première fut l'affichage « type Unix » en affichant les dossiers par leurs noms, ou un affichage « type Windows » en affichant les dossiers de façon graphique comme dans l'explorateur.

La présence dans la librairie Windows du contrôle « tree view control » permet d'afficher dans une fenêtre une liste hiérarchique d'objets tel que les titres dans un document, les entrées d'un index ou les fichiers et dossiers d'un disque. Chaque item est composé d'un nom et optionnellement d'une image bitmap. Chaque item peut aussi avoir une liste de « sous-objet » associé. En cliquant sur un item, l'utilisateur peut afficher ou masquer la liste des « sous-objet » associé.

La classe « *CtreeCtrl* » fournit l'ensemble des fonctionnalités des « tree view control », ainsi la deuxième solution de présentation hiérarchique des analyses a été choisie

La gestion de l'arborescence des analyses est accessible par le menu « *Analyse/Gestion arborescence des analyses* » ou lors de clic sur le bouton parcourir prés des zones de saisies des chemins des fenêtres de l'applications. Une fenêtre s'ouvre alors avec de nombreux boutons d'actions (***voir figure 10***).

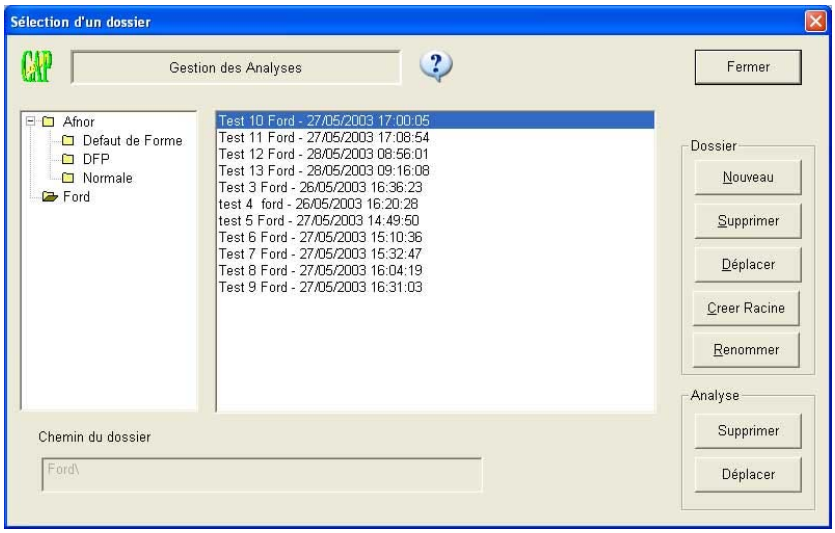


Figure 10 : Gestionnaire d'arborescence des analyses

L'utilisateur peut alors :

- créer un dossier dans le dossier en cours (*Bouton Dossier/Nouveau*)
- supprimer le dossier en cours (*Bouton Dossier/Supprimer*)
- déplacer le dossier en cours (*Bouton Dossier/Déplacer*)
- créer un dossier à la racine (*Bouton Dossier/Créer Racine*)
- renommer le dossier en cours (*Bouton Dossier/Renommer ou sélection + clic sur le nom*)
- supprimer l'analyse sélectionnée (*Bouton Analyse/Supprimer*)
- déplacer l'analyse sélectionnée (*Bouton Analyse/Déplacer*)

Lors du déplacement d'un dossier ou d'une analyse une autre fenêtre s'ouvre permettant de choisir le dossier de destination (***voir figure 11***).

Figure 11 : Fenêtre de sélection de destination de déplacement

L'utilisateur peut aussi directement saisir le nom du dossier dans les zones de saisie correspondantes. Le chemin est ensuite validé ou non à l'aide d'une fonction de vérification.

L'arborescence des analyses est stockée en mémoire à l'aide d'une classe « *CDossier* » qui contient les infos de chaque dossier :

- Short — Numéro du dossier
- CString — Nom
- COleDateTime — Date de création
- CDossier * — Pointeur sur le Père
- CObArray — Tableau de pointeur sur les Fils

Une classe « *CArbre* », héritant de la classe « *CTreeCtr* », a aussi été créée permettant d'afficher et gérer l'arborescence des dossiers. Elle permet aussi de charger et sauvegarder l'arborescence des dossiers dans la base de données.

Pour conserver l'arborescence, une table « *Dossier* » a été rajoutée dans la base de données (***voir Annexe II Architecture de la base de donnée de CAP Vision***). Dans cette table pour un dossier de numéro « *NumDos* » est enregistré le nom « *NomDos* », la date de création « *DateCrDos* » et le numéro du dossier père « *NumPére* ».

Un dossier racine est aussi créé afin de pouvoir avoir une base à la création de l'arborescence.

```
INSERT INTO Dossier VALUES (0, Root, 01/01/01, NULL)
```

Afin de pouvoir affecter une analyse à un dossier un champ « *NumDos* » est ajouté dans la table « *Analyse* » (***voir Annexe II Architecture de la base de donnée de CAP Vision***).

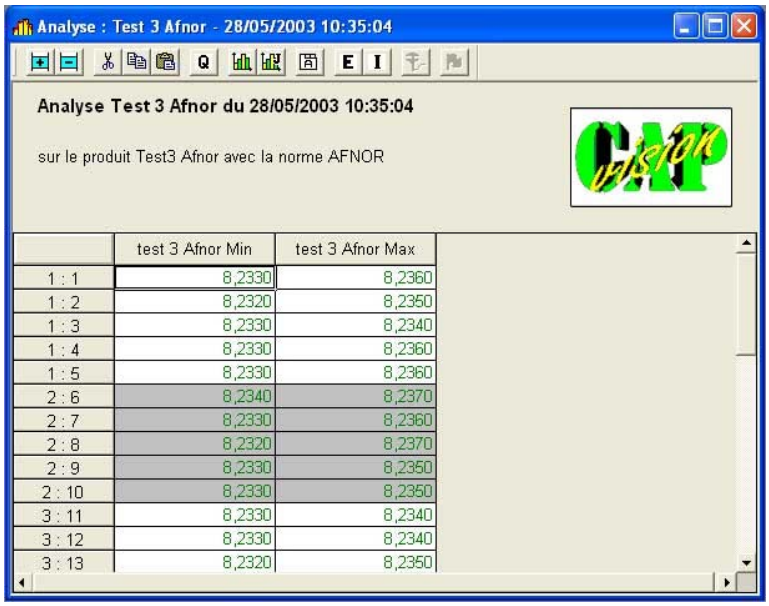
VI. Défaut de forme et position

Le contrôle de qualité sur certaines pièces de production ne se fait pas par la prise d'une seule valeur par caractéristique mais par la prise de deux : un minimum et un maximum. Par exemple pour une pièce cylindrique, le diamètre peut varier selon le point de mesure.

Afin de pouvoir réaliser un contrôle de qualité sur ce genre de pièces les utilisateurs ont demandé la mise en place de la loi de Défaut de Forme et Position. Celle-ci est caractérisée par la prise de deux mesures à chaque prélèvement : une valeur minimum et une valeur maximum.

Les calculs, suivant la norme AFNOR E60-181 annexe E3, sont effectués sur la médiane X = (Xmin + Xmax) / 2 en suivant une loi Normale et sur l'étendue Z = | Xmin – Xmax | en suivant une loi de Défaut de Forme. La capabilité du procédé est alors calculée en fonction du résultat de ces deux calculs.

Afin de pouvoir utiliser cette loi, le tableur de saisie et le gestionnaire d'analyse ont été modifiés afin de permettre la saisie de deux valeurs pour un même prélèvement (***voir figure 12***).



	test 3 Afnor Min	test 3 Afnor Max
1 : 1	8,2330	8,2360
1 : 2	8,2320	8,2350
1 : 3	8,2330	8,2340
1 : 4	8,2330	8,2360
1 : 5	8,2330	8,2360
2 : 6	8,2340	8,2370
2 : 7	8,2330	8,2360
2 : 8	8,2320	8,2370
2 : 9	8,2330	8,2350
2 : 10	8,2330	8,2350
3 : 11	8,2330	8,2340
3 : 12	8,2330	8,2340
3 : 13	8,2320	8,2350

Figure 12 : Tableur pour la loi de Défaut de Forme et Position

Lors de la demande de diagnostic, par double clic sur une des deux colonnes ou l'utilisation du bouton diagnostic de la barre d'outils, les calculs sont réalisés sur la médiane et l'étendue. La fenêtre de diagnostic s'ouvre alors contenant 3 zones de données (***voir figure 13***) :

- Courbe de stabilité : contient deux courbes pour les valeurs maximums et les valeurs minimums
- Zone d'histogramme : divisée en deux parties contient un histogramme pour la médiane et un autre pour l'étendue. Un clic sur cette zone permet de voir l'affichage des courbes de Henry correspondantes.
- Indicateurs : contient l'ensemble des valeurs des indicateurs permettant de définir la capabilité du procédé.

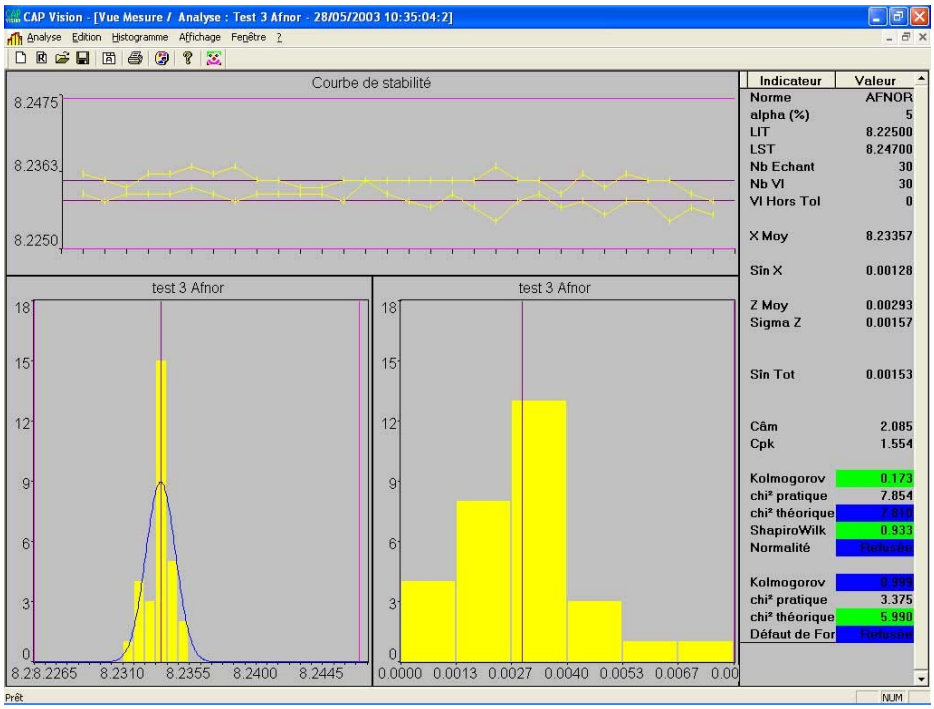


Figure 13 : Diagnostic pour la loi de Défaut de Forme et Position

La sauvegarde d'une analyse en loi Défaut de forme et de position a nécessité une modification de la base de données (***voir Annexe II Architecture de la base de donnée de CAP Vision***). En effet un champ « *ValeurMax* » a été rajouté à la table « *Valeur* » afin de pouvoir, pour un prélèvement « *NumPrelvt* » et un posage « *NumPosage* », enregistrer la valeur min dans le champ « *Valeur* » existant et la valeur max dans ce nouveau champ.

La loi de défaut de forme et de position a aussi été enregistrée dans la table « *SLoi* » et les indicateurs à calculer ont été rajoutés dans la table « *SIndicateurs* ». Les fonctions de calcul des indicateurs ont été mises à jour afin de pouvoir prendre en compte les valeurs de la médiane et de l'étendue.

VII. Réalisation de tests et envois au client

Une fois le développement de ces modules achevé, nous avons réalisé un ensemble de tests. A partir de jeux de tests fournis dans les documentations des normes nous avons pu vérifier l'exactitude des résultats obtenus au niveau des différents calculs.

Les tests d'utilisations réalisés par le personnel de l'entreprise ont aussi permis de résoudre quelques bugs fonctionnels et d'améliorer l'ergonomie du logiciel.

Une fois l'ensemble de ces tests réalisé, nous avons pu créer des CD-Roms d'installation grâce au logiciel InstallShield en reprenant et adaptant les configurations des installations des versions précédentes de CAP Vision. La nouvelle version 2.0 du logiciel CAP Vision était donc prête à être distribuée.

Le CD-Rom du logiciel, accompagné d'une documentation d'utilisation mise à jour avec les nouvelles fonctionnalités, a ensuite été envoyé par colis aux utilisateurs de FAURECIA-FLERS afin qu'ils puissent tester le logiciel dans les conditions réelles d'utilisation.

Réalisations à moyen terme

En attendant d'éventuels retours des utilisateurs, je me suis penché sur la deuxième partie du projet constituée des autres modules et devant être développée pour le mois de Septembre.

I. Loi et transformation de Johnson

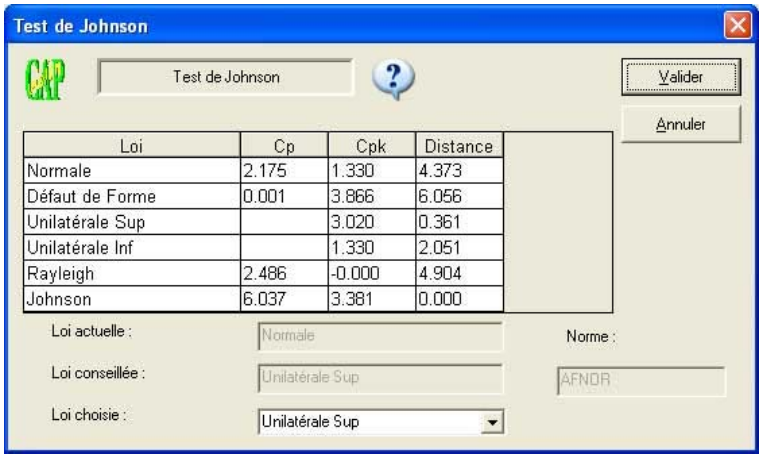
Les productions industrielles sont très variées, il est parfois difficile de savoir quel type de loi elles suivent. C'est pourquoi les utilisateurs de FAURECIA-FLERS ont demandé de mettre en place le système de transformation de Johnson qui doit permettre de déterminer quelle est la loi la mieux adaptée à une série de valeurs.

Ne possédant que peu d'informations sur les transformation de Johnson, le développement de ce module a tout d'abord commencé par une recherche de documentations sur Internet, dans des livres spécialisés, dans les documentations des normes et auprès du client.

La transformation de Johnson permet, par l'intermédiaire de calcul et de table statistiques, de calculer un Cp et Cpk théorique à partir d'une distribution dont la loi est a priori indéfinie que l'on peut comparer par la suite avec les Cp et Cpk déjà calculés par le logiciel (***voir Annexe III Algorithme de calcul de la transformation de Johnson***).

L'utilisation de la loi de Johnson se fait en cliquant sur le bouton de la barre d'outils. A ce moment les différents Cp et Cpk des lois pris en charge par le logiciel sont calculés ainsi que les Cp et Cpk de la loi de Johnson. Les Cp et Cpk sont calculés en suivant les règles de la norme configurée dans le gestionnaire d'analyse.

Une fenêtre s'ouvre alors comportant les différents résultats (***voir figure 14***). Pour chaque loi prise en compte par l'application on trouve la valeur des Cp et Cpk calculée ainsi que la distance de ces valeurs par rapport aux Cp et Cpk calculée par la transformation de Johnson.



Loi	Cp	Cpk	Distance
Normale	2.175	1.330	4.373
Défaut de Forme	0.001	3.866	6.056
Unilatérale Sup		3.020	0.361
Unilatérale Inf		1.330	2.051
Rayleigh	2.486	-0.000	4.904
Johnson	6.037	3.381	0.000

Figure 14 : Fenêtre du test de Johnson

La loi actuellement utilisée et la loi conseillée par le logiciel sont affichées au dessous du tableur. L'utilisateur a donc la possibilité de choisir la loi à appliquer en la choisissant dans une liste déroulante.

II. Détermination automatique du type de loi

Actuellement, l'opérateur doit choisir a priori le type de loi statistique de la population à étudier. Ce fonctionnement a donc été modifié sur la demande de FAURECIA-FLERS afin de pouvoir convenir à tout type de public, même non expressément formé à la statistique.

L'utilisateur, lors de la configuration de l'analyse et plus particulièrement du choix de la loi suivie par la caractéristique, a en plus de la liste déroulante déjà présente un bouton ... Lorsque l'utilisateur clique sur ce bouton une fenêtre s'ouvre (***voir figure 15***).

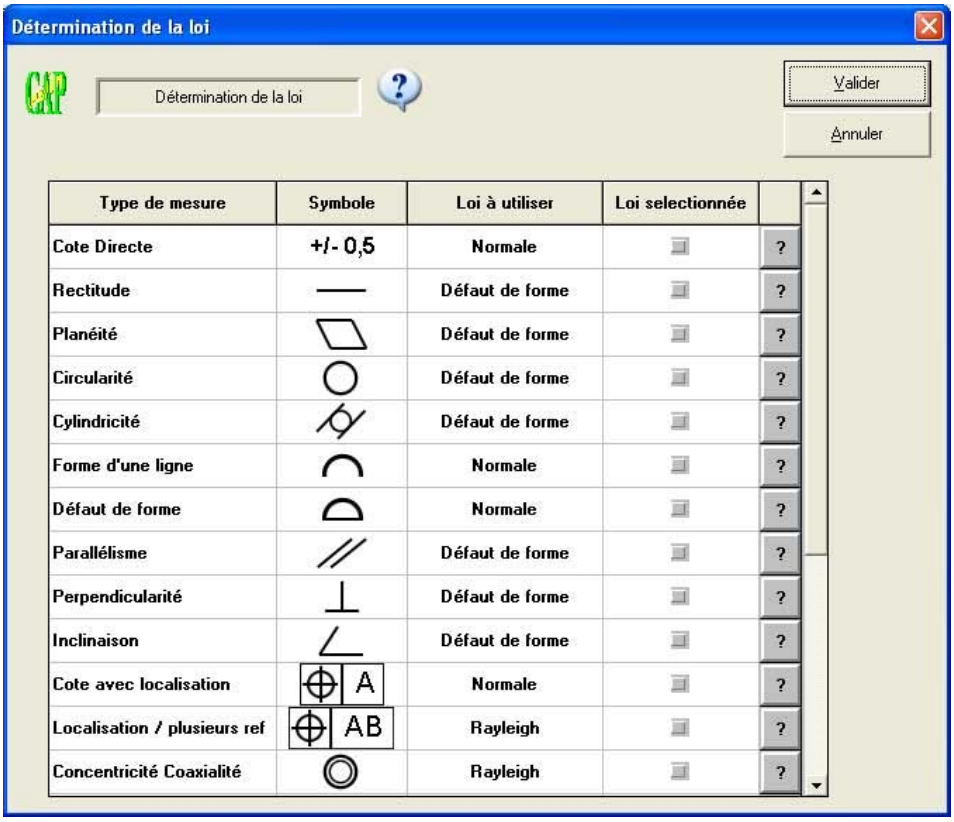


Figure 15 : Fenêtre de détermination de la loi suivie

Cette fenêtre affiche une liste des types de mesure (*longueur, diamètre, battement, planéité, localisation…*) pouvant être réalisés sur des pièces et produits variés. Pour chacun de ces types de mesure le symbole de représentation est affiché conformément à la norme ISO NF E04-552. De même le type de mesure est accompagné de la loi à utiliser lors de la réalisation de ce type de mesure.

En bout de ligne se trouve un bouton ? qui permet d'ouvrir une diapositive contenant plus d'information sur le type de mesure (***voir figure 16***).

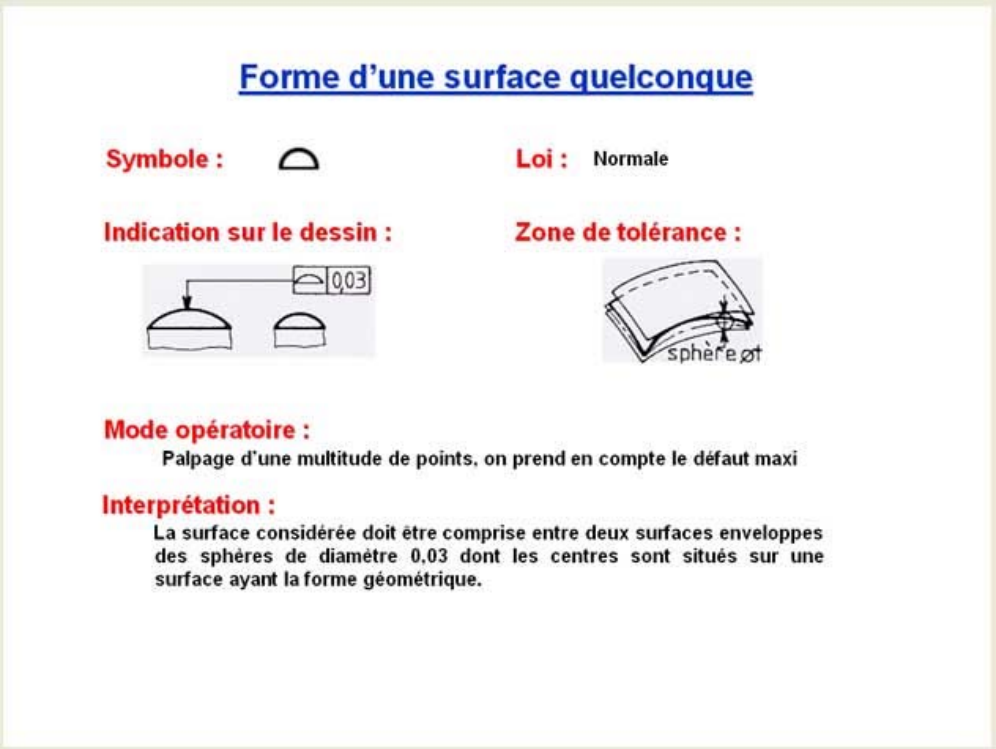


Figure 16 : Exemple de diapositive de présentation de type de mesure

Une fois le type de mesure sélectionné et le choix validé, la loi est automatiquement utilisée pour la caractéristique en cours.

Autres réalisations

Une fois les modifications pour la société FAURECIA-FLERS terminées, et afin d'augmenter les possibilités du logiciel d'autres modules on été rajoutés à la version 2.1 de CAP Vision.

I. Comptes utilisateurs

De nombreuses personnes sont amenées à travailler conjointement sur une même base de données :

- des administrateurs qui vont configurer le logiciel
- des chefs de production qui vont gérer les produits et analyses
- les utilisateurs qui saisissent les valeurs
- …

Il peut alors être intéressant de créer un système d'identification permettant de connaître l'utilisateur se connectant et lui affecter ou non les droits d'accès à certaines options du logiciel.

Pour protéger l'accès au logiciel, il faut activer la protection en passant le champ « *Protection* » de la table « *ParamGeneraux* » de la base de donnée à vrai. Il est alors nécessaire de créer des comptes utilisateurs dans la nouvelle table « *Utilisateur* ». Chaque utilisateur est identifié par un numéro « *N°* », et il possède pour s'identifier un identifiant « *Login* » et un mot de passe « *Pswd* ». Il faut aussi leur définir le type d'accès qui lui est attribué.

Il existe 4 niveaux d'accès au logiciel :

- **Niveau 1 :** Saisie de mesure : permet à l'utilisateur d'ouvrir des analyses et d'y saisir des données.
- **Niveau 2 :** Produit : l'utilisateur peut créer, modifier et supprimer les produits
- **Niveau 4 :** Analyse : l'utilisateur peut créer, modifier, déplacer, supprimer des analyses
- **Niveau 8 :** Configuration : l'utilisateur a accès à tous les menus de configuration du logiciel

Les différents niveaux sont cumulatifs, par exemple, un utilisateur de niveau 9 (= *1* + *8*) aura accès à la configuration du logiciel et pourra saisir des données.

Lors du lancement du logiciel, si la base est en mode protection, la fenêtre suivante s'ouvre permettant la saisie de l'identifiant et du mot de passe de l'utilisateur (***voir figure 17***).

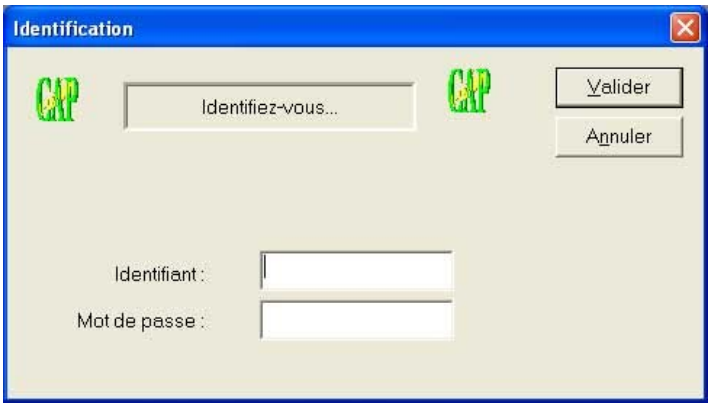


Figure 17 : Fenêtre d'identification

Si l'utilisateur est correctement identifié il accède directement aux fonctions du logiciel dont il possède les droits

II. Choix de la base à l'ouverture

Une base de données est passée au logiciel CAP Vision par l'intermédiaire d'un fichier texte *nom_fichier.par*. Par défaut, la base utilisée est celle donnée dans le fichier « *Capa.par* ». Ce fichier contient le chemin d'accès à la base (***voir Figure 18***).

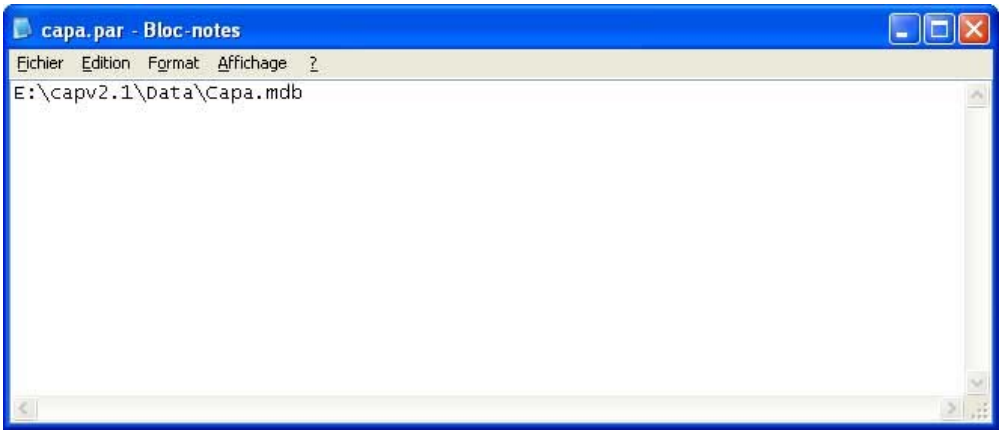


Figure 18 : Contenu du fichier Capa.par

Un utilisateur désirant utiliser plusieurs bases de données différentes peut alors créer un fichier *nom_fichier.par* pour chaque base contenant le chemin d'accès à celle-ci.

Lors du lancement du programme s'il existe plusieurs fichiers *.par* la fenêtre de sélection de la base de données s'ouvre (***voir figure 19***).

Figure 19 : Fenêtre de sélection de la base de données

Cette fenêtre affiche l'ensemble des fichiers *.par* présents au niveau du logiciel. L'utilisateur peut alors sélectionner un des fichiers afin d'ouvrir la base correspondante. Lors de l'ouverture d'une base, le contenu du fichier « *capa.par* » est remplacé par celui du fichier sélectionné. Si une base de données se trouve en lecture seule, un message d'alerte s'affichera, le logiciel se lancera mais aucune modification ne pourra être sauvegardée.

Bilan du projet

A l'issue de ce stage, les principaux objectifs définis lors de la présentation du projet sont atteints. En effet les premiers modules de l'application sont actuellement en cours de test et d'exploitation chez le client (*FAURECIA-FLERS*). La mise en place des modules développés pour le « moyen terme » et constituant la nouvelle version 2.1 du logiciel sera envoyée au client, conformément au contrat de développement, au cours du mois de Septembre.

Des évolutions du logiciel restent néanmoins possibles, afin d'améliorer les possibilités offertes par les nouveaux modules ou pour corriger d'éventuels bugs ou problèmes d'utilisation pouvant apparaître au cours de son exploitation. L'ajout de nouveaux modules à d'ores et déjà été prévu pour permettre dans une nouvelle version d'avoir accès à d'autre types de test et représentations statistiques.

Une fois le projet terminé et en attendant d'éventuels retours de la part du client, j'ai pris part au développement d'une autre application en Visual Basic pour le compte de l'ONERA, entreprise aéronautique disposant d'une soufflerie à Modane (*Savoie*).

Bilan du stage

Ce stage au sein de l'entreprise INFODREAM, sous la responsabilité de Monsieur Frédéric HENRIONNET, m'a beaucoup apporté aussi bien d'un point de vue professionnel que personnel.

Tout d'abord, j'ai pu développer et parfaire mes connaissances dans l'utilisation d'outils et logiciels Windows. Cela m'a ainsi permis de me rendre compte des difficultés et points forts de Windows pour le développement d'applications graphique.

Durant ce projet j'ai aussi pu apprendre à gérer un projet de l'analyse à la livraison du programme en suivant les exigences du client.

Le stage a été une bonne opportunité d'utiliser mes connaissances pour l'organisation du projet, au niveau de la rétro-conception, de l'analyse et du développement. J'ai ainsi pu mettre en pratique mes connaissances en programmation C++ et SQL, parfaire l'utilisation de logiciels comme Access et découvrir de nouveaux langages et outils tel que Visual C++ et Visual Basic.

D'un point de vue personnel, je suis satisfait d'avoir fait des recherches au point de vue technique et mis en place de nouveaux modules pour le logiciel de supervision CAP Vision. J'ai en plus acquis une certaine autonomie de travail ainsi qu'une plus grande assurance dans les choix techniques.

En ce qui concerne la vie en entreprise, il m'a été facile de m'intégrer dans une entreprise composée d'une équipe accueillante, toujours prête à répondre à mes questions.

Annexes

I. Eléments de statistique

A. Histogramme de distribution

Un histogramme est un diagramme à barres rectangulaires contiguës dont les aires sont proportionnelles aux fréquences. Tracé à partir des mesures étudiées, l'histogramme donne une bonne vue d'ensemble de la population des valeurs.

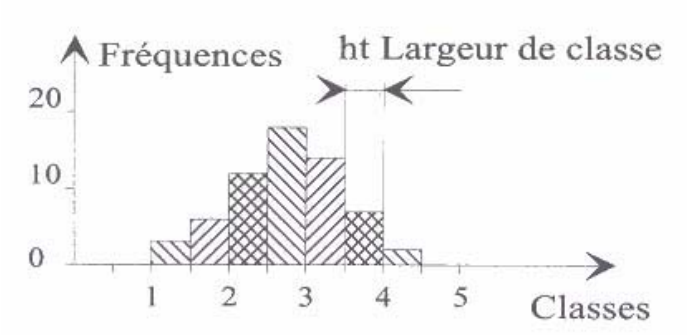


Figure 20 : Exemple d'histogramme

Largeur de classe : ht = Wt / Kt
Où Wt = Côte maximale - Côte minimale (*étendue*)
Kt = 1 + (10 * Log N) / 3 arrondi au supérieur (*nombre de classes*)

Une fois l'histogramme tracé, on s'intéresse à la forme de la distribution. Celle-ci permet d'en savoir plus sur la population, notamment de savoir si elle est normale ou s'il se passe quelque chose de particulier au niveau de la distribution.

B. Les lois de répartition continue

La plupart du temps, en suivant l'histogramme des distributions d'un ensemble de mesures, on observe une courbe caractéristique d'une loi normale, appelé courbe de Gauss. En production aussi la répartition des pièces issues d'une machine suit une loi normale.

Tout système, soumis à de nombreux facteurs indépendants les uns des autres, génère une répartition qui suit une loi de Gauss.

Il arrive également que les circonstances conduisent à une répartition non normale à cause d'un effet de symétrie ou d'un effet de limitation. On peut alors générer une loi de défaut de forme à partir d'une loi normale en basculant la partie inférieure à la limite de l'autre coté, comme l'illustre le schéma suivant :

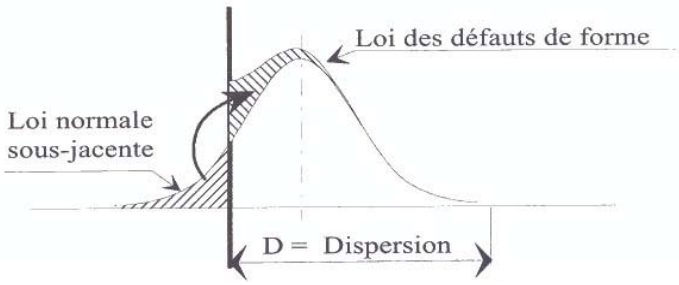


Figure 21 : Génération d'une loi de défaut de forme

Une fois la courbe de Gauss générée, il est possible de déterminer un certain nombre de paramètres caractérisant de façon numérique, donc précise, la population d'où est issue la distribution. Parmi ces indicateurs statistiques calculés par CAP Vision, on trouve :

- La moyenne arithmétique des valeurs.
- Les paramètres de dispersion, tels que l'étendue, la dispersion ou encore l'écart type.

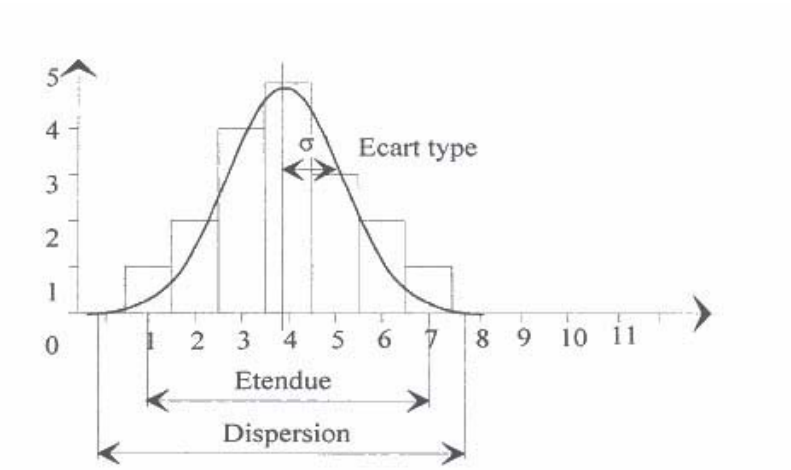


Figure 22 : Etendue, écart type et dispersion

- Le pourcentage de pièces hors tolérance.
- Le taux d'aplatissement de la courbe normale, aussi appelé Kurtosis
- Le taux de dissymétrie de la loi de Gauss, nommé Skewness.
- …

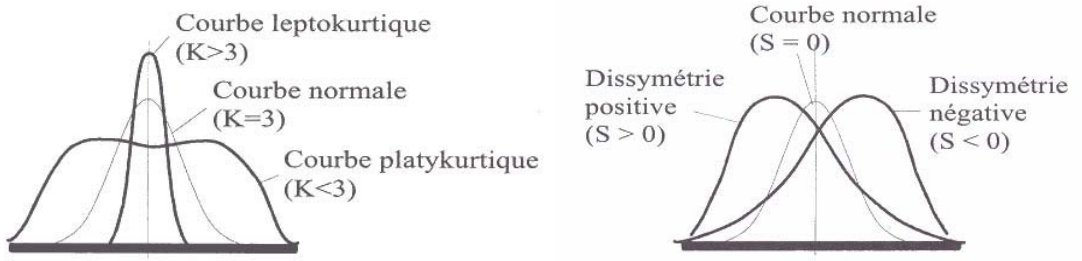


Figure 23 : Coefficient Kurtosis (gauche), Coefficient Skewness (droite)

C. Etude de la normalité

La détermination de la loi normale associée à l'histogramme des distributions est donc très importante. Mais elle n'est possible que si la répartition est normale. Pour savoir si c'est le cas ou non, les algorithmes de CAP Vision utilisent en parallèle deux méthode et affichent les résultats de chacune dans le tableau des indicateurs statistiques de la vue diagnostic.

1. La droite de Henry

Solution essentiellement graphique, elle permet d'obtenir d'un rapide coup d'œil, des informations sur la population. Pour tracer cette droite, on utilise une graduation spéciale pour ramener l'histogramme à une courbe, qui si la population est normale, est une droite.

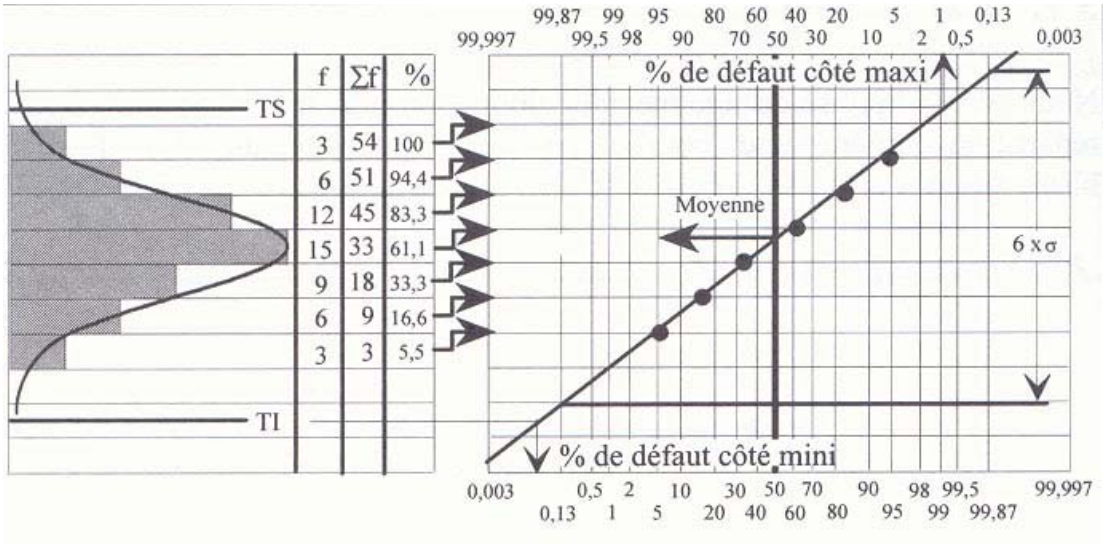


Figure 24 : La droite de Henry

Comme pour l'histogramme de distribution, on observe des effets particuliers selon les différents types de populations.

2. Le test du Chi2

Méthode numérique qui compare le nombre d'individus présents dans chaque classe de l'histogramme avec le nombre qu'il devrait y avoir pour une distribution normale.

Chi2 pratique = Somme ($(Ni – Npi)^2 / Npi$)
Où Ni = Nombre d'individus dans chaque classe
Npi = Nombre théorique d'individus qu'il devrait y avoir

On compare alors le Chi2 pratique (*idéalement nul*) avec le Chi2 théorique fixé par le seuil de confiance choisi (*souvent 95%*) et la table de Chi2 (*où le nombre de degrés de liberté est égal au nombre de classes –3*). Si Chi2Pratique < Chi2Théorique, on accepte la normalité.

II. Architecture de la base de donnée de CAP Vision

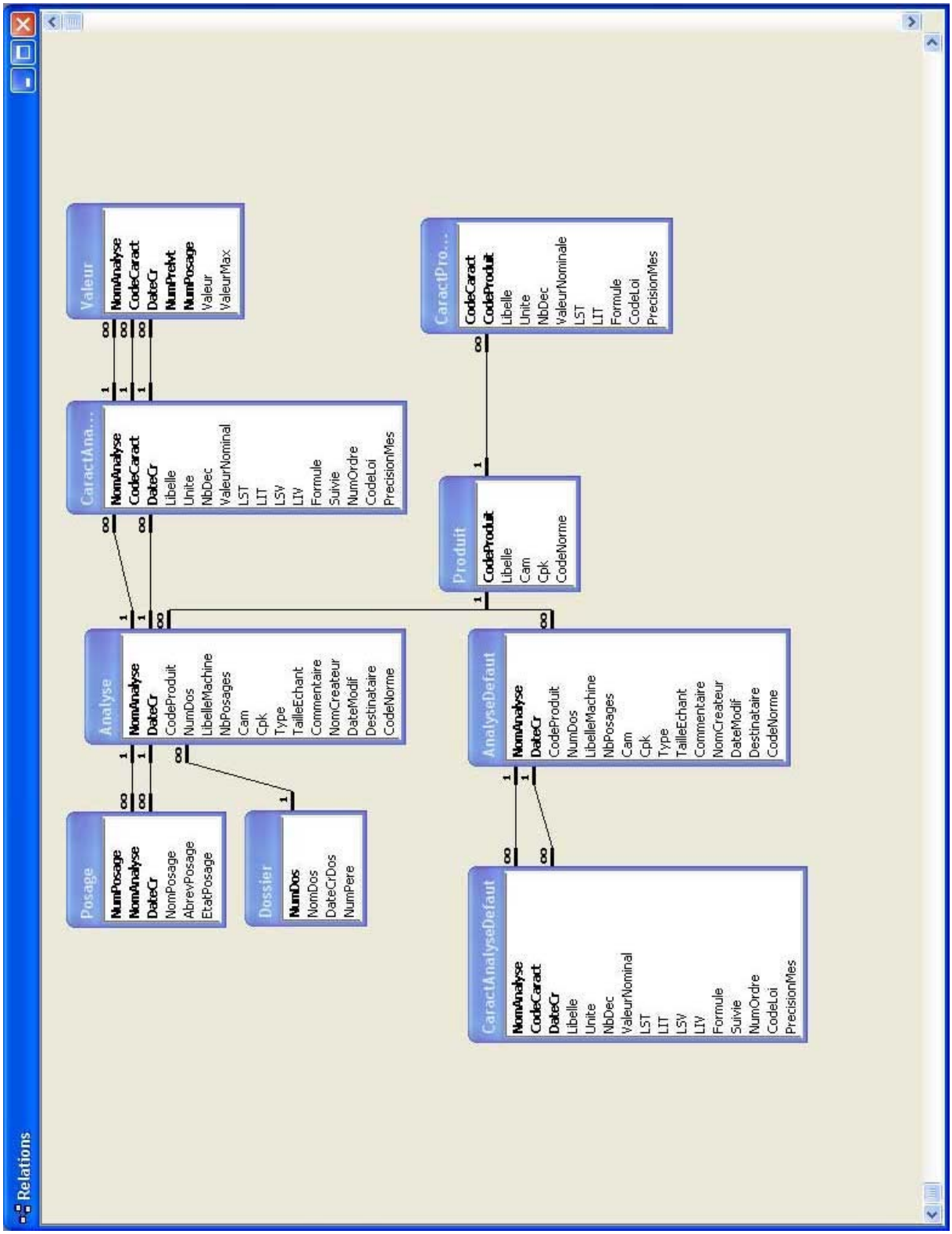


Figure 25 : Structure de la base de données

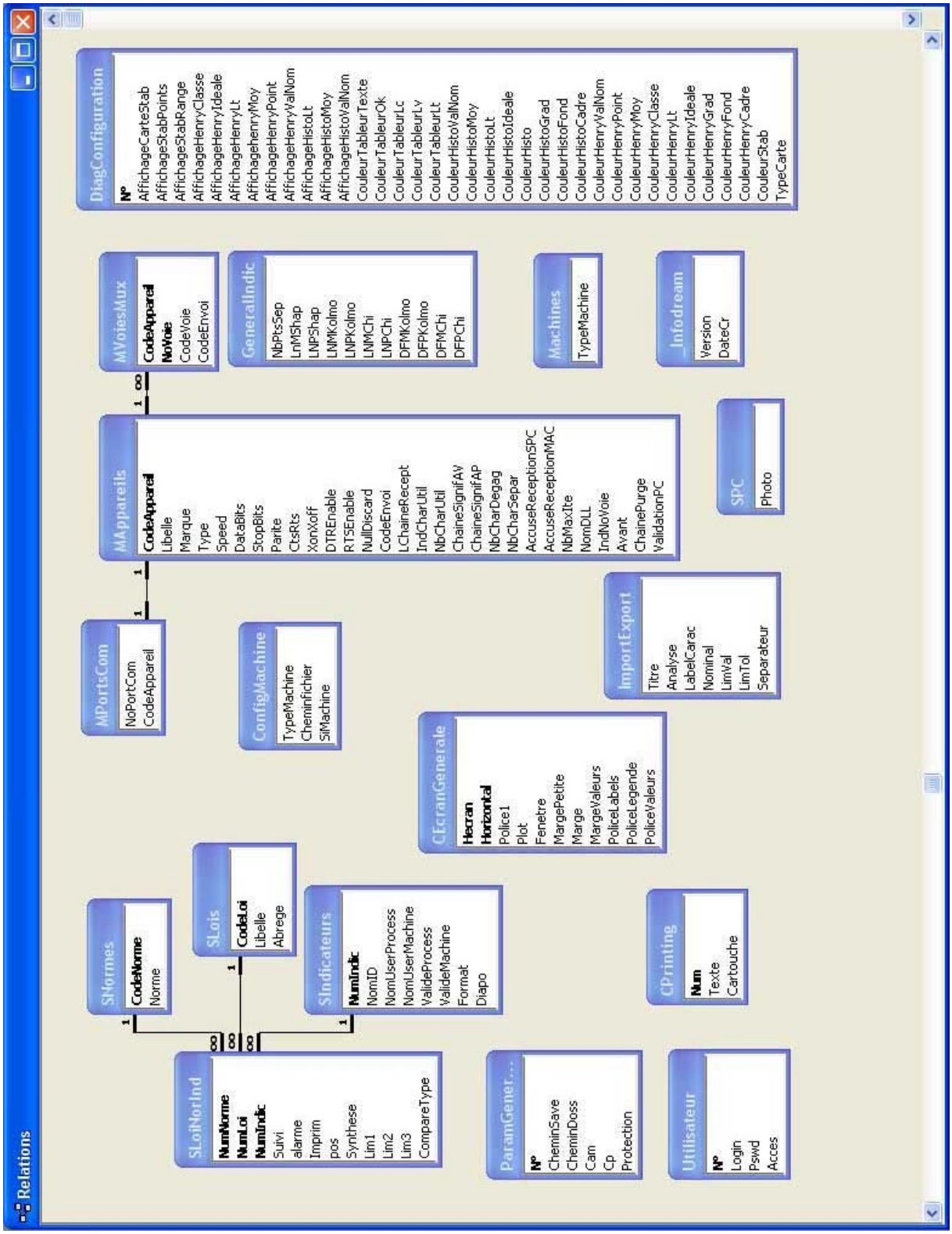


Figure 26 : Structure de la base de données (suite)

III. Algorithme de calcul de la transformation de Johnson

- Moyenne : $\bar{x}$
- Ecart type : σ
- Calcul des moments Centré d'ordre 2, 3 et 4

  Formule : $\mu_q = \frac{1}{N}\sum\left(x_i - \bar{x}\right)^q$

- Calcul pour l'aplatissement

  Formule : $K = \frac{\mu_4}{(\mu_2)^2}$

- Calcul pour la dissymétrie

  Formule : $S = \frac{\mu_3}{\sqrt{(\mu_2)^3}}$

- Calcul pour p(X = 0,135)

	A	S'	B
C	E	I	F
K'		L	
D	G	J	H

$$K' = abs(K)$$
$$S' = abs(S)$$
$$A = floor(S' \times 10)/10$$
$$B = (floor(S' \times 10)+1)/10$$
$$C = floor(K' \times 10/2) \times 2/10$$
$$D = (floor(K' \times 10/2)+1) \times 2/10$$

$$E = valeurTab0135(A, C)$$
$$F = valeurTab0135(B, C)$$
$$G = valeurTab0135(A, D)$$
$$H = valeurTab0135(B, D)$$

$$\Delta_{AB} = B - A$$
$$\Delta_{CD} = D - C$$
$$\Delta_{EF} = F - E$$
$$\Delta_{GH} = H - G$$
$$\Delta_{IJ} = I - J$$

$$I = \frac{\Delta_{EF}}{\Delta_{AB}} \times (S' - A) + E$$
$$J = \frac{\Delta_{GH}}{\Delta_{AB}} \times (S' - A) + G$$
$$L = \frac{\Delta_{IJ}}{\Delta_{CD}} \times (K' - C) + I$$

$$p(X = 0{,}135) = \bar{x} - L \times \sigma = p_1$$

- Calcul pour p(X = 99,865)

	A	S'	B
C	E	I	F
K'		L	
D	G	J	H

$$K' = abs(K)$$
$$S' = abs(S)$$
$$A = floor(S' \times 10)/10$$
$$B = (floor(S' \times 10)+1)/10$$
$$C = floor(K' \times 10/2) \times 2/10$$
$$D = (floor(K' \times 10/2)+1) \times 2/10$$

$$E = valeurTab99865(A, C)$$
$$F = valeurTab99865(B, C)$$
$$G = valeurTab99865(A, D)$$
$$H = valeurTab99865(B, D)$$

$$\Delta_{AB} = B - A$$
$$\Delta_{CD} = D - C$$
$$\Delta_{EF} = F - E$$
$$\Delta_{GH} = H - G$$
$$\Delta_{IJ} = I - J$$

$$I = \frac{\Delta_{EF}}{\Delta_{AB}} \times (S' - A) + E$$
$$J = \frac{\Delta_{GH}}{\Delta_{AB}} \times (S' - A) + G$$
$$L = \frac{\Delta_{IJ}}{\Delta_{CD}} \times (K' - C) + I$$

$$p(X = 99{,}865) = \bar{x} + L \times \sigma = p_2$$

- Capabilité

Formule : $$Cp = \frac{IT}{Dispersion\ intraseque} = \frac{LST - LIT}{p_2 - p_1}$$

- Médiane Standardisée

	A	S’	B
C	E	I	F
K’		L	
D	G	J	H

$$K' = abs(K)$$
$$S' = abs(S)$$
$$A = floor(S' \times 10)/10$$
$$B = (floor(S' \times 10) + 1)/10$$
$$C = floor(K' \times 10/2) \times 2/10$$
$$D = (floor(K' \times 10/2) + 1) \times 2/10$$

$$E = valeurTabMediane(A, C)$$
$$F = valeurTabMediane(B, C)$$
$$G = valeurTabMediane(A, D)$$
$$H = valeurTabMediane(B, D)$$

$$\Delta_{AB} = B - A$$
$$\Delta_{CD} = D - C$$
$$\Delta_{EF} = F - E$$
$$\Delta_{GH} = H - G$$
$$\Delta_{IJ} = I - J$$

$$I = \frac{\Delta_{EF}}{\Delta_{AB}} \times (S' - A) + E$$
$$J = \frac{\Delta_{GH}}{\Delta_{AB}} \times (S' - A) + G$$
$$L = \frac{\Delta_{IJ}}{\Delta_{CD}} \times (K' - C) + I$$

$$MS = \bar{x} + L \times \sigma$$

- Cpk

Formules : $$Cpk_1 = \frac{LST - MS}{p_2 - MS} \qquad Cpk_2 = \frac{MS - LIT}{MS - p_1}$$

$$Cpk = \min(Cpk_1, Cpk_2)$$

ValeurTab0135() : fonction de récupération des valeurs dans la table des fractiles standardisés des courbes de Pearson pour p(X = 0,135)

ValeurTab99865() : fonction de récupération des valeurs dans la table des fractiles standardisés des courbes de Pearson pour p(X = 99,865)

ValeurTabmediane() : fonction de récupération des valeurs dans la table des médianes standardisées des courbes de Pearson pour p(X = 99,865)

Lexique

Capabilité (ou aptitude) : La capabilité se mesure entre la performance demandée et la performance réelle d'un procédé. Elle permet de mesurer la capacité d'une machine ou d'un procédé à réaliser des pièces dans l'intervalle de tolérance fixé par le cahier des charges

Caractéristique : La caractéristique est un élément mesurable du produit (*longueur, diamètre, rugosité, ...*) que l'on souhaite observer.

Droite de Henry : Représentation graphique permettant de tester la normalité d'une population (***voir Annexe I.C.1 La droite de Henry***).

Machine : Référence physique d'une unité de production.

Mode métrologie : Mode de calcul où les données son traitées par échantillons de plusieurs valeurs (*opposé de qualification machine*)

Mode qualification machine : Mode de calcul où les données sont traitées séparément les unes des autres (*opposé de métrologie*)

Maitrise statistique des procédés (ou MSP) : Méthode de contrôle permettant une amélioration de la qualité des produits (***voir Chapitre I Initiation à la Maîtrise Statistique des Procédés***).

Multiposage (ou multiempreinte) : Création de plusieurs posages par une même machine lors d'un cycle de production.

Norme : Ensemble de méthodes et de calculs définit afin d'obtenir des résultats significatifs et comparables avec l'ensemble des utilisateurs utilisant cette norme.

Norme CNOMO : Norme française qui a été mise au point principalement par les constructeurs automobiles. Très semblables au autres normes elle diffère par le calcul de certains indicateurs.

Parsage : Technique d'analyse d'un ensemble de valeurs (*par exemple d'une chaîne de caractères*) pour en récupéré des valeurs précises (*par exemple chaque mot*) en suivant un ensemble de règles pré-définies.

Population : Ensemble de valeurs théoriques calculés à partir d'échantillons permettant d'avoir une idée de la valeur réel des éléments suivis

Posage : Création d'une pièce par moulage ou usinage.

Procédé : Terme général désignant un ensemble grâce auquel on peut produire (*ex : une machine + son environnement en train de fabriquer un produit*)

Produit : Référence identifiant « l'objet » (*le type de pièce*) fabriqué.

Bibliographie

Appliquer la maîtrise statistique des procédés MSP/SPC
Maurice Pillet
Edition d'organisation, 2000

Contrôle de la qualité
Luan Jaupi
L'usine Nouvelle – Dunod, 2002

Application de la Statistique – Cartes de contrôle – Principe Généraux
AFNOR Norme NF X06-031-0

Mouvement français pour la qualité
http://www.mfq.asso.fr/

Afnor
http://www.afnor.fr

Description des normes
http://www.iso.ch

Etudiant :
Olivier CHAUSSINAND

Année 2002-2003
RICM 3

Entreprise : INFODREAM
Adresse complète : ZAC de l'échangeur
73 100 Grésy-sur-Aix

Téléphone (standard) : 04 79.34.31.20 ***Télécopie :*** 04.79.34.31.29

Responsable administratif : Mme. Corinne CLESSE,
Gérante d'INFODREAM
Téléphone : 04 79.34.31.22 ***Télécopie :*** 04.79.34.31.29
E-Mail : Infodream@aol.com

Maître de stage : M. Frédéric HENRIONNET
Responsable technique
Téléphone : 04 79.34.31.23 ***Télécopie :*** 04.79.34.31.29
E-Mail : Infodream@aol.com

Tuteur enseignant : M. Georges-Pierre BONNEAU
Téléphone : ***Télécopie :***
E-Mail : Georges-Pierre.Bonneau@imag.fr

Titre :

Développement informatique pour l'industrie : les différents aspects

Résumé :

Fournisseur de services informatiques et créateur de logiciels dans le domaine du contrôle et de la maîtrise statistique des procédés, la société INFODREAM m'a proposé un stage de 6 mois afin de me permettre de découvrir les différents aspects du développement informatique pour l'industrie.

Mon stage avait donc pour but de réaliser un contrat d'évolution du logiciel maison CAP Vision en y incorporant différents modules. Après une rapide initiation au milieu de la MSP et une découverte des outils utilisés, je me suis lancé dans le développement des modules menant à la réalisation successive de deux nouvelles version 2.0 et 2.1 du logiciel CAP Vision.

A la fin du stage, tous les principaux objectifs ont été réalisés mais des extensions sont envisageables par l'ajout de nouveaux modules de lois et représentations statistiques.