

REPUBLIQUE DU SENEGAL
UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR



GM.0335



Ecole Supérieure Polytechnique
Centre de THIES

DEPARTEMENT GENIE ELECTROMECHANIQUE

PROJET DE FIN D'ETUDES

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGENIEUR DE CONCEPTION

Titre :

**CONCEPTION ET PRE DEVELOPPEMENT D'UN
LOGICIEL DE DIAGNOSTIC ENERGETIQUE DES
ENTREPRISES ET D'EVALUATION DE L'IMPACT
ENVIRONNEMENTAL.**

Auteurs : Mr Ousseynou NDOYE & Mr El Hadji Ndiaga FALL

Directeur : Mr Banda NDOYE

Codirecteurs : Mr Oumar NIANG et Mr Youssou NDIAYE

Année académique : 2005 / 2006

DEDICACES

Nous dédions ce travail :

A Nos Mères,

A Nos Pères,

Pour tous leurs sacrifices et inlassables efforts qu'ils ne cessent de déployer afin que nous réussissons.

A tous les Membres de Nos Familles

Pour leur soutien moral et matériel afin que nous accédons à une bonne formation.

REMERCIEMENTS

Après avoir rendu grâce à Dieu, pour nous avoir donné le courage et la grâce d'accomplir ce travail qui est certes le fruit des efforts personnels, mais l'appui des conseils de plusieurs personnes et institutions envers lesquelles nous tenons à témoigner toute notre gratitude, qu'il nous soit permis de remercier particulièrement :

- ✚ **Monsieur Banda NDOYE** Professeur à l'ESP (notre directeur de Projet) pour nous avoir proposé ce sujet
- ✚ **Messieurs Oumar NIANG** Professeur à l'ESP (Codirecteur du Projet), **Ngor SARR** (Professeur à l'ESP), **Massamba SY** (Technicien du CRI), pour leur disponibilité et leurs conseils.
- ✚ **Monsieur Youssou NDIAYE** (Responsable du service Energie de la SONACOS Etablissement Industrielle Lyndiane)
- ✚ **Le Groupe NETCAMPUS** pour la connexion permanente à Internet (Bibliothèque Universelle).
- ✚ **Tous ceux** qui de près ou de loin ont contribué à l'accomplissement de ce travail.

RESUME

Le but de ce travail est de faire la Conception et le Pré développement d'un logiciel de diagnostic énergétique et de l'évaluation de son impact sur l'environnement de l'Entreprise. C'est en fait l'élaboration d'un guide méthodologique et rationnel et d'un outil informatique pour les consultants et autres experts en énergie effectuant la plupart de leurs missions de diagnostic énergétique de manière empirique.

L'énergie occupe une place primordiale dans la vie d'une entreprise. Pour des raisons environnementales ou par souci de rentabilité, les économies d'énergie reviennent à la mode. Le diagnostic énergétique est l'occasion pour faire des économies d'énergie et optimiser la production de l'Entreprise. Il faut comprendre également que **le diagnostic énergétique est au cœur de tout programme de gestion énergétique d'une entreprise**. Il doit être accompagné en amont par l'engagement de la direction de l'entreprise envers une utilisation rationnelle de l'énergie, la nomination d'un responsable et la mise à sa disposition d'un certain nombre de ressources, alors qu'en aval se trouve la mise en œuvre des mesures et le contrôle des résultats.

D'importants gisements d'économie d'énergie existent au niveau du fonctionnement des installations industrielles des entreprises.

La mise en oeuvre de bonnes pratiques permet d'en améliorer sensiblement les performances énergétiques et ainsi de générer des gains.

Notre logiciel NRJ_MASTER propose une démarche méthodologique appropriée pour identifier ces gains avec la réalisation d'un diagnostic énergétique. Il s'agit de déterminer les modifications à apporter au niveau :

- des procédés,
- des utilités et fluides auxiliaires,
- du mode d'exploitation et de maintenance

afin de réaliser des économies d'énergie.

A la suite de ce travail, des recommandations sont formulées parmi lesquelles la sensibilisation de tous les acteurs de l'énergie quant à l'importance du diagnostic énergétique, l'incitation de toutes les entreprises à mener une politique de développement durable. Des perspectives seront également dégagées quant à l'évolution future du logiciel.

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
Dédicaces	I
Remerciements	II
Résumé	III
Table des matières	IV
Liste des figures	VIII
Liste des sigles et abréviations	X
Introduction	1
Chapitre1 : Elaboration de la méthodologie du diagnostic énergétique	3
I / Introduction	4
II / Le diagnostic	5
II.1 / Les objectifs du diagnostic énergétique	5
II.2 / La procédure du diagnostic énergétique	6
III / Les différentes phases du diagnostic énergétique des entreprises	7
IV / Description de la méthode	10
V / Les modalités de réalisation du diagnostic	12
V.1 / Visite du site et investigations préliminaires	12
V.2 / Campagne de mesure	12
V.3 / Détermination des économies	13
V.4 / Rapport d'étude	13
V.5 / Présentation des résultats	15
VI / Evaluation de l'impact environnemental	17
VI.1 / L'environnement de l'entreprise	17

VI.2. / Evaluation de l'impact environnemental	17
VI.2.1 / Le Bilan Carbone	18
VI.2.2 / Bilan Energétique	21
Chapitre2 : Les différentes phases de la conception du logiciel	25
I / Introduction	26
II / Approche orientée objet	26
II.1 / Première définition	26
II.2 / Identité : notion d'objet	27
II.3 / Classification : notion de classe	27
II.4 / Polymorphisme : notion de surcharge	28
II.5 / Héritage : notion de partage	28
III / L'analyse conceptuelle	29
III.1 / Modélisation	29
III.2 / Modélisation orientée objet	30
III.3 / Modélisation dynamique	32
III.4 / Modélisation fonctionnelle	35
IV / Présentation de la méthode de modélisation UML	37
IV.1 / La notation UML	37
IV.2 / Les diagrammes d'UML	38
V / Modélisation du logiciel	40
V.1 / Présentation sommaire de Power AMC	41
V.2 / Le MOO du logiciel	42
V.2.1 / Diagramme des classes	42
V.2.2 / Diagramme des cas d'utilisation	42
VI / Implémentation du logiciel	43

VI.1 / Visual Basic 6.0	43
VI.2 / DHTML	48
VI.3 / HTML	51
VI.4 / JavaScript	61
<u>Chapitre 3 : Présentation du logiciel et du support Web</u>	62
I./ Introduction	63
II / Présentation de NRJ_MASTER	63
II.1 / Entrée des données utiles pour le diagnostic	64
II.2/ Affichage des résultats et utilisation des modules accompagnant NRJ_Master	69
III / Présentation du support Web	72
III.1 / Page d'accueil	72
III.2 / La page de présentation Web du logiciel	73
III.3 / La page de présentation sommaire de l'énergie	73
III.4 / La page des perspectives	74
III.5 / La page des contacts	74
<u>Chapitre 4 : Recommandations et perspectives</u>	76
I / Recommandations	77
I .1 / Installations électriques	77
I.2 / La plomberie	78
I.3 / Autres consignes d'économie d'énergie	79
II / Les perspectives	80
<u>Conclusion générale</u>	81

Bibliographie 83

Annexes 84

LISTE DES FIGURES

	Pages
1) Environnement de l'entreprise	17
2) Périmètres de l'entreprise	19
3) Exemple d'un bilan énergétique	22
4) Exemple de courbe : rapport Investissement sur Gains	23
5) Différentes vues sur le modèle UML	- 38
6) Diagrammes structurels et comportementaux	39
7) Les quatre types de diagrammes structurels	39
8) Les cinq types de diagrammes comportementaux	39
9) 1 ^{ère} interface de VB6	45
10) Présentation d'un FORM de VB6	45
11) Ecran de démarrage de NRJ_MASTER	63
12) Ecran d'accueil	64
13) Formulaire ENTREPRISE	64
14) Formulaire USINE	65
15) Formulaire DEPARTEMENT	65
16) Formulaire SECTION	66
17) Formulaire UNITE CONSOMMATRICE (électricité)	66
18) Formulaire UNITE CONSOMMATRICE (Données de production)	67
19) Formulaire UNITE CONSOMMATRICE (Liste des déchets énergétiques)	67
20) Formulaire UNITE CONSOMMATRICE (Fiche technique)	68
21) Formulaire UNITE CONSOMMATRICE (Donnés énergétiques : combustibles liquides)	68
22) Menu déroulant ''Module''	69
23) Exemple de calcul de coût réel d'un investissement financé par crédit bail	69
24) Exemple de calcul de coût réel d'un investissement financé par emprunt	70
25) Bouton de commande d'affichage de formulaire de recommandations pour un département	70
26) Boîte de dialogue définissant les paramètres d'un formulaire	

de recommandations	71
27) Formulaire de recommandations pour un département	71
28) Page d'accueil (part1)	72
29) Page d'accueil (part2)	72
30) Page de présentation Web du logiciel	73
31) Présentation sommaire de l'énergie	73
32) Page des perspectives	74
33) Page des contacts (part1)	74
34) Page des contacts (part2)	75

LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS

CEREN : Centre d'Essais et de Recherche de l'ENTente

ADEME : Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie

EDF : Electricité De France

AFME : Agence Française pour la Maîtrise de l'Énergie

APAVE : partenaire dans la maîtrise des risques : vérification, contrôles, conseil, laboratoires essais mesures, formation, habilitations. Il accompagne entreprises et collectivités dans les démarches de mise en conformité de leurs équipements, de leurs installations ou de leurs process, au regard des référentiels en vigueur.

CETIAT : Centre Technique des Industries Aérauliques et Thermiques

TEP : Tonne Equivalent Pétrole

TCO₂ : Tonne equivalent CO₂

GES : Gaz à Effet de Serre

UML: Unified Modeling Language

OMG: Object Management Group

OMT : Object Modeling Technich

OOSE: Object Oriented Software Engineering

PHP: Hypertext Preprocessor

SQL: Structured Query Language

ASP: Active Server Page

MCD : Modèle Conceptuel de Données

MPD : Modèle Physique de Données

MOO : Modèle Orienté Objet

EJB : Entreprise JavaBeans

XML : eXtensible Markup Language

BASIC: Beginner's All-purpose Symbolic Instruction Code

MTM : Modèle de Traitement Merise

MPM : Modèle de Processus Métiers

MSL : Modèle XML

MGX : Modèle de Gestion des Exigences

MFI : Modèle de Fluidité de l'Information

MLB : Modèle libre

HTML: Hypertext Markup Language

DHTML: Dynamic Hypertext Markup Language

GUI : Graphical User Interface

VB : Visual Basic

CSS : Cascade Style Sheet

DOM : Document Object Model

HTTP : HyperText Transport Protocole

URL : Uniform Resource Locator

ECMA : European Computer Manufacturers Association

DTD : Définition de Type de Document

INTRODUCTION

L'énergie représente aujourd'hui pour l'entreprise un budget de fonctionnement de plus en plus important. Le coût des énergies en constante augmentation pousse les exploitants industriels à agir rapidement. Cette action passe par la maîtrise de la demande en énergie qui est la mise en oeuvre de solutions qui concourent à réduire tant les besoins des utilisateurs que les consommations énergétiques tout en maintenant le même niveau de production ou en l'améliorant. C'est dans ce cadre où s'insère le diagnostic énergétique des entreprises qui est un outil très performant pour faire des économies dans le cadre de l'optimisation de la production.

On parle des économies d'énergie. Celles-ci étaient tombées déjà en désuétude à la fin des deux grands chocs pétroliers des années 70. Elles reviennent sur le devant de l'actualité, par le contexte réglementaire d'abord (En ratifiant le protocole de Kyoto en 2002, la France s'est fait engagée à faire des économies d'énergie). La mise en place de certificats d'économies d'énergie pourrait inciter les fournisseurs d'énergie à répandre la bonne parole.

Il y a aussi la mise en place d'un marché de quotas d'émission de gaz à effet de serre qui conduira les industriels à moins polluer. Moins polluer veut dire forcément moins consommer.

Mais à qui s'adresser ? Il est difficile de cerner les acteurs qui interviennent sur ce marché du diagnostic énergétique. Aucun recensement de cette profession n'existe réellement. Il y a bien sûr les entreprises relativement importantes qui ont leur propre diagnostiqueur en interne. Il reste également des prestations au sein de centres techniques (comme le **Cetiat** en France) ou de bureaux de contrôle (comme **Apave** en France) mais ces activités, développées dans les années 70 ont pu être marginalisées par la suite. Enfin, il existe quelques sociétés privées indépendantes offrant un service global auprès des industriels pour l'optimisation de leur consommation d'énergie.

Il faut de la méthode. Le diagnostic énergétique peut être une opération relativement simple à exécuter. Néanmoins, il faut le faire de façon ordonnée. Il peut exister des disparités en fonction de l'origine des prestataires. Les consultants et autres experts en énergie effectuent la plupart de leurs missions de diagnostic énergétique des entreprises de manière empirique. C'est dans l'optique de proposer une solution à ce problème que nous

nous sommes engagés dans le cadre de notre projet de fin d'étude de concevoir le logiciel de diagnostic énergétique des entreprises NRJ_MASTER. Il s'agit d'élaborer un outil qui constitue un guide méthodologique rationnel et qui puisse être personnalisé selon la spécificité des cas. Il s'agit également de disposer d'un ensemble de données énergétiques utiles pour l'établissement des bilans.

Chapitre 1 :

Elaboration de la méthodologie du diagnostic énergétique

I / Introduction

Il peut être une opération relativement simple à exécuter. Il faut le faire de façon ordonnée. Il faut de la méthode. Pour cela, un plan d'action basé notamment sur le soutien aux études d'aide à la décision (pré diagnostics, diagnostics, études de faisabilité) dans l'industrie doit être mis en place. Cette démarche a pour objectif de permettre aux entreprises d'identifier les gisements d'économie d'énergie et de mettre en œuvre rapidement des actions de maîtrise des consommations d'énergie rentables économiquement.

La méthodologie que nous allons proposer concerne les diagnostics énergétiques des sites industriels. Elle précise le contenu et les modalités de réalisation de ces études qui seront effectuées par des prestataires techniques extérieurs à l'entreprise diagnostiquée ou par ses propres spécialistes en cas d'autodiagnostic. Elle met en exergue notamment les investigations à mener et les données minimales que ces acteurs du diagnostic doivent restituer aux responsables du site industriel concerné (bilans, ratios, etc.).

II / Le diagnostic

II.1/ Les objectifs

L'objectif premier du diagnostic énergétique dans l'industrie est de déterminer les modifications à apporter aux procédés et utilités (éclairage, climatisation, ...) d'une entreprise ou à leur mode d'exploitation, afin de réaliser des économies d'énergie.

Pour cela, il est nécessaire de déterminer, pour le site industriel concerné, les principaux postes de consommation énergétique et d'effectuer une analyse par comparaison ou par calcul avec la consommation qui serait obtenue par la mise en œuvre de solutions plus performantes. Il convient également de décrire ces solutions aussi précisément que possible et de donner une première approche du coût de mise en œuvre et de son temps de retour après investissement.

Cependant le diagnostic ne se substitue pas à une éventuelle étude de faisabilité ou d'ingénierie concernant les préconisations du prestataire.

En dehors du contexte réglementaire, les industriels qui ont déjà « tout fait » pour optimiser leur procédé se tournent aujourd'hui vers le poste « énergie ».

« Ceci n'est pas sans doute le poste le plus important pour eux, mais c'est celui où ils peuvent encore réaliser quelques gains », constate Olivier Barrault, gérant de Barrault Recherche, une entreprise spécialisée dans le diagnostic énergétique. Une étude réalisée par le Ceren pour l'Ademe (l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie) et EDF a évalué le potentiel d'économies d'énergie en 1999 à 12Mtep (1tep est égal à 11630KWh) soit environ 23% de la consommation énergétique actuelle de l'industrie. Les deux tiers de ce gisement pourraient être atteints par la mise en œuvre de techniques économes au niveau des process, le tiers grâce à des actions transversales (transmission de fluides caloporteurs, production de froid, chauffage et éclairage des locaux, moteurs, etc.). Sans compter les économies d'énergie relatives à la cogénération par exemple.^[25]

Le diagnostic énergétique a déjà fait ses preuves. Entreprises, Syndicats professionnels, organismes publics, centres techniques en France se penchent donc à

dessiner les pistes d'amélioration. Celui-ci est une étude approfondie des différents postes consommateurs d'énergie, qui doit permettre de découvrir les gisements d'économies d'énergie et d'établir des actions d'amélioration. Il porte à la fois sur les énergies primaires (fuel, gaz, électricité) mais aussi tous les autres fluides qui véhiculent de l'énergie (Vapeur, air comprimé, eau chaude, eau froide). Il touche bien sûr les équipements de production mais aussi tous les autres postes d'un bâtiment industriel (chaufferie, éclairage, chauffage, ventilation, climatisation, transport et autres utilités).

II.2/ La procédure

Les étapes essentielles d'un diagnostic énergétique sont :

- **Le pré diagnostic :** Cette étape consiste à faire l'analyse des données disponibles sur le site pour dresser une première évaluation des gisements d'économie d'énergie et les premières interventions les plus simples à mettre en œuvre. Il doit prendre un ou deux jours au plus. Il doit aussi pointer du doigt les points les plus faibles, là où une étude et une campagne de mesure approfondies devront être menées.

- **Le diagnostic :** A ce stade il faut tout mettre à plat : productions, factures énergétiques, caractéristiques des installations principales, schémas simplifiés des procédés... Mais ce n'est pas tout. Il faut maintenant des données plus précises. L'acquisition de données issues des mesures électriques, des mesures de débits (sur la vapeur, l'eau, l'air comprimé, ...), des mesures de températures... se fera lors d'une large campagne de mesure pour caractériser les conditions de fonctionnement d'installations ne faisant pas habituellement l'objet d'un suivi. Ces mesures se font de manière ponctuelle ou en enregistrement continu pendant une période suffisante (au minimum une semaine, week-end compris). Le spécialiste va reconstituer les flux énergétiques et établir des ratios caractéristiques. Un bilan énergétique pourra être dressé, ce qui permettra de visualiser les points d'utilisation de l'énergie sur le site et de cibler les grands consommateurs.

- **L'étude de faisabilité :** L'examen de l'ensemble des informations recueillies permet de dresser la liste des actions envisageables : actions simples et de bon sens (du type « éteindre la lumière en partant »), des actions d'entretien et de maintenance ou encore des actions nécessitant des investissements (transformation, achats

d'équipements neufs...). Le classement est effectué en fonction des enjeux énergétiques (actions qui économisent le plus d'énergie) et financiers (actions qui demandent le moins d'investissements).

III / Les différentes phases du diagnostic énergétique des entreprises

Le diagnostic énergétique des entreprises est constitué de trois grandes phases.

PHASE 1 : Connaissances précises en quantité des consommations.

Il n'y a pas de gestion de l'énergie sans connaissance des consommations, ni de connaissance sans mesure. Mais, que faut-il mesurer, avec quels moyens et avec quelles fréquences ?

Trois niveaux de mesures sont à distinguer dans cette phase :

- ✓ **Niveau 1** : Identification et mesure des consommations globales de l'entreprise.

A ce niveau, il faudra :

- identifier et recenser les énergies consommées marchandes et non marchandes ;
- calculer les quantités globales consommées sur une période de référence (l'année par exemple) ;
- ventiler les consommations par secteur de production homogène ;
- identifier et quantifier les unités produites de ces secteurs, afin de permettre l'établissement de ratios globaux de consommation spécifique.

- ✓ **Niveau 2** : Réalisation des bilans énergétiques et matières par secteur ou par atelier de l'entreprise.

- ✓ **Niveau 3** : Réalisation des bilans énergétiques et matières des opérations élémentaires les plus consommatrices d'énergie.

Pour l'établissement de ces bilans, il conviendra de :

- hiérarchiser les énergies par valeurs de consommation globales décroissantes (classification ABC) ;

- puis, pour chaque énergie, classer les quantités utilisées par ordre décroissant, par atelier ou secteur ou opération de l'entreprise en déterminant par des mesures (ou des calculs) une première approche de la répartition des consommations entre les points d'utilisation (éventuellement pour chaque régime de marche).

PHASE 2 : Etablissement des deux tableaux de bord

Cette phase consiste à valoriser en termes monétaires les quantités d'énergie mesurées et calculées dans la première phase. Elle permet d'avoir une meilleure appréciation des dépenses.

Tableau de bord N°1 :

Ce tableau donne le pourcentage en quantité et en valeur des différentes énergies utilisées dans l'entreprise durant une période bien précise. (Voir Annexe5, p9)

Tableau de bord N°2 :

Le tableau de bord N°1 permet de connaître les dépenses d'énergie pour une période, mais cette appréciation sur une seule période est statique. L'entreprise a besoin d'une vue dynamique lui permettant de mesurer soit l'aggravation de la situation (due à une augmentation continue du coût de la TEP), soit l'incidence en valeur des politiques d'économie d'énergie entreprises (efforts entrepris pour une réduction de la facture énergétique). D'où la nécessité de l'établissement du tableau de bord N°2 qui lui permettra d'avoir un bon suivi de l'évolution dans le temps des consommations d'énergie en quantité et en valeur.(Voir Annexe5, p10)

PHASE 3 : Comptabilité analytique de l'énergie de l'entreprise

Il ne peut y avoir de comptabilité analytique de l'énergie sans mesure des consommations ; mais la connaissance des quantités consommées ne signifie rien en soi, elle n'a d'intérêt que ramené à des quantités produites. La gestion de l'énergie implique la mise en place d'une comptabilité analytique capable de fournir les coûts de production d'énergie et d'imputer ces coûts au prix de revient des produits finis.

Dans cette partie on distingue trois points essentiels :

1 / Production interne d'énergie : Calcul des coûts

On calcule le coût d'une énergie transformée (vapeur, air comprimé ...) à l'intérieur de l'entreprise.

2 / Imputation du coût de l'énergie au prix de revient des produits

On compare le prix de revient de l'énergie contenue dans des produits finis sensiblement différents, pour pouvoir estimer le prix de revient à moyen terme.

3 / Calcul prévisionnel et suivi de rentabilité d'un investissement

On calcule la rentabilité d'un nouvel investissement susceptible, soit d'augmenter la productivité du personnel avec accroissement des consommations d'énergie, soit à productivité égale de diminuer les consommations d'énergie, soit enfin d'exercer une action simultanée sur les deux.

IV / Description de la méthode

Lors de ce diagnostic, les spécialistes feront l'analyse de l'existant, en prenant en compte l'ensemble des principaux postes de consommation énergétique dont notamment les procédés de fabrication, les services généraux ("utilités") et les locaux de travail sous tous leurs aspects énergétiques. Au cas où un pré diagnostic aurait déjà été réalisé, le diagnostic devra permettre de valider les préconisations du pré diagnostic et d'approfondir, notamment grâce à la mesure, les pistes d'investigation identifiées comme prioritaires lors du pré diagnostic.

Dans tous les cas, la proposition commerciale du spécialiste diagnostiqueur précisera le détail des opérations couvertes par le diagnostic proposé ainsi que les mesures qui seront effectuées.

Dans ce sens, la proposition établira également la liste des matériels de mesure nécessaires en précisant ceux qui auraient intérêt à être installés à demeure accompagnée le cas échéant d'une proposition financière concernant la fourniture desdits matériels.

Le prestataire pourra, dans le cas échéant, adapter son intervention en fonction des singularités d'un site industriel. Dans ce cas, il en expliquera clairement les raisons à ses interlocuteurs et les portera également dans le rapport.

L'établissement de la liste des gisements d'économie jugés intéressants et donc des secteurs et/ou équipements à diagnostiquer est ainsi un préalable au diagnostic énergétique et en détermine l'objet.

L'identification et la quantification des gisements potentiels d'économie d'énergie seront effectuées sur la base des données de consommation suffisamment précises et représentatives. Lorsque de telles données seront non disponibles ou encore incomplètes ou imprécises, des campagnes de mesures spécifiques seront réalisées et feront parties du diagnostic.

Les préconisations du diagnostiqueur pourront être classées en trois catégories :

- action immédiate, permettant une économie d'énergie sans nécessiter d'investissement ;
- action prioritaire, à mener à court terme car ayant un niveau de rentabilité élevé ;
- action utile, à mettre en œuvre car de rentabilité certaine mais pouvant être différée du fait d'implications sur le fonctionnement de l'entreprise plus lourdes à gérer ou

- action utile, à mettre en œuvre car de rentabilité certaine mais pouvant être différée du fait d'implications sur le fonctionnement de l'entreprise plus lourdes à gérer ou d'interactions avec des actions prioritaires.

Cette action ne manquera pas d'être mise en cohérence avec une éventuelle démarche de management environnemental (notamment le Plan Environnement Entreprise).

Les préconisations pourront porter (à titre indicatif non limitatif) sur les aspects suivants :

- modification d'un mode opératoire ;
- modification ou remplacement d'un ou plusieurs équipements particuliers ;
- modification et/ou création d'un système ou de tout ou partie d'une installation ;
- modification des modes de production ou de fourniture d'énergie ;
- adaptation éventuelle des différents contrats liant l'entreprise aux fournisseurs d'énergie, de fluides ou de services.

Cette détermination passe par une phase de réflexion préalable sur la réduction éventuelle des besoins énergétiques. Elle passe aussi par un contrôle du dimensionnement des équipements en place par rapport aux besoins et par l'analyse de l'état de fonctionnement, de leurs conditions d'exploitation et la recherche des modifications nécessaires.

Les conditions de mise en place de ces modifications (unité en marche, arrêt programmé, ...) et leur coût opératoire éventuel seront également comptabilisés.

Les investissements correspondants et leurs temps de retour seront précisés à partir de l'expérience de l'expert, des données existant sur le site et de quelques consultations préliminaires auprès des fournisseurs d'équipement permettant d'établir une estimation budgétaire à +/-20 %. La détermination précise des montants d'investissement est un des objets de l'étude de faisabilité qui, en cas de poursuite du projet, peut être décidé à l'issue du diagnostic. Cette dernière nécessitera alors, si sa réalisation est décidée, des études et moyens appropriés. ^[10]

V / Les modalités de réalisation du diagnostic

V.1 / Visite du site et investigations préliminaires

Le diagnostiqueur effectuera une visite détaillée du site industriel afin d'investiguer de manière précise les postes consommateurs d'énergie.

Pour le bon déroulement du diagnostic, l'entreprise (maître d'ouvrage) désignera une personne chargée de suivre le déroulement du diagnostic et de servir d'interlocuteur au diagnostiqueur. De même, le diagnostiqueur devra avoir accès aux données dont dispose l'entreprise exploitant le site en matière de consommations d'énergie (factures d'énergie, études déjà réalisées, rapports des contrôles réglementaires, procédés consommateurs mis en œuvre, schémas correspondants, ...).

La collecte des informations pourra se faire en amont de l'intervention sous forme d'échanges préalables qui permettront :

- ✓ de gagner du temps pendant la période d'expertise et donc de diminuer le coût d'intervention ;
- ✓ à l'intervenant de préparer son plan d'action et de rassembler des éléments de comparaison extérieurs ;
- ✓ de présenter un devis pour son intervention en explicitant la méthode qu'il se propose de suivre.

En tout état de cause, les informations et documents concernant les matériels et les consommations énergétiques devront être fournis par l'entreprise au diagnostiqueur au plus tard à son arrivée sur le site concerné.

V.2 / Campagne de mesure

Cette campagne concernera les paramètres caractéristiques du site industriel et des équipements à diagnostiquer. Le diagnostiqueur définira dans sa proposition les mesures et calculs à effectuer, ainsi que leur niveau de précision nécessaire. Il lui appartiendra de fournir les équipements de mesure et d'acquisition de données nécessaires, en complément de l'équipement de l'usine, et permettant un suivi continu, pendant la période déterminée, des paramètres retenus et des grandeurs à mesurer. Il en restituera une trace sous forme de tableaux de mesures, de calculs et de courbes.

Afin d'optimiser la qualité de la campagne de mesures, il devra préciser également les périodes de scrutation et d'enregistrement des données d'acquisition.

Au cas où certains matériels de mesure peuvent être installés à demeure afin de faciliter le suivi ultérieur des consommations de l'entreprise, il en fera la proposition écrite et chiffrée ou fournira lui même le matériel à l'entreprise, lequel se chargera de faire effectuer, à ses frais, la mise en place du matériel préalablement à l'intervention du diagnostiqueur.

Les campagnes de mesures à effectuer et les conditions particulières d'essais devront faire l'objet d'un document écrit avant toute intervention, pour validation préalable par l'entreprise, maître d'ouvrage.

Pour les fluides, les équipements de mesures devront être adaptés à la nature de la grandeur mesurée et aux conditions d'utilisation qui ont été identifiées lors de l'investigation préliminaire ou du pré diagnostic.

La démarche s'effectuera dans le respect des procédures d'intervention correspondant à la législation et aux usages du site.

V.3 / Détermination des économies

A partir des mesures et calculs effectués, le diagnostiqueur établira les bilans énergétiques correspondant aux différents secteurs et matériels étudiés et en fera l'analyse afin de déterminer les économies possibles pour chaque équipement ou secteur et de préciser les modifications éventuellement nécessaires. De même il chiffrera le coût et la rentabilité attendus de ses préconisations.

V.4 / Rapport d'étude

A l'issue de cette visite d'investigation, le diagnostiqueur procédera à une analyse des données recueillies sur le site et rédigera un rapport faisant état des résultats de son analyse.

Ce rapport contiendra notamment :

1 / La présentation de la situation :

Le rapport final du diagnostic devra faire apparaître les résultats de l'investigation préliminaire (ou du pré diagnostic) et, en particulier, rappeler les axes d'approfondissement qui en auront résulté.

Afin de situer le diagnostic, il sera précisé les secteurs et les équipements concernés, les campagnes de mesures et calculs associés réalisés ainsi que leurs conditions d'exécution, le matériel de mesure et d'acquisition de données mis en œuvre, les données et informations recueillies lors du diagnostic.

Il sera notamment fourni :

- ✓ **un descriptif des installations** concernées par le diagnostic ainsi que de la liste des documents remis par le maître d'ouvrage (données de base) ;
- ✓ **la liste des équipements audités**, leurs caractéristiques, leur dimensionnement, leur mode d'exploitation et leur environnement ;
- ✓ **le descriptif des mesures effectuées** avec la liste des instruments de mesure utilisés, les périodes de mesures, de scrutation, d'enregistrement, les conditions d'essais, les calculs effectués et le traitement des données (logiciels utilisés), les commentaires nécessaires à la compréhension des conclusions.

2 / Le résultat du diagnostic, à savoir :

- ✓ le coût global de fonctionnement des installations auditées, y compris les coûts de maintenance et d'exploitation afin de servir de référence pour le calcul des économies éventuelles à réaliser ;
- ✓ la liste des modifications à apporter aux installations et équipements pour la réalisation des économies, ainsi que leur description sommaire et leur dimensionnement estimé ;
- ✓ la liste des modifications à apporter aux modes opératoires ;
- ✓ les investissements correspondants (budget) et une première estimation du planning de réalisation ;
- ✓ les propositions d'organisation du travail et de formation du personnel ;

- ✓ les économies d'énergie attendues des modifications proposées, ainsi que les gains éventuels induits de productivité, de maintenance, de qualité de production ;
- ✓ les temps de retour bruts estimés des différentes solutions d'amélioration préconisées ;
- ✓ une analyse de l'impact de ces modifications sur l'environnement (émissions de gaz à effet de serre, effluents, résidus de production, cogénération, emploi éventuel d'énergies renouvelables, etc.).

3 / Une proposition d'équipements de mesures et de gestion (plan de comptage, indicateurs préconisés, calculs correspondants) nécessaires au suivi des économies qui seront réalisées par la mise en œuvre des actions retenues par l'industriel.

4 / Une fiche de synthèse sera rédigée. Placée en tête du rapport, elle rassemblera les principaux résultats issus du diagnostic ainsi que les préconisations faites par le prestataire au responsable du site industriel.

V.5 / Présentation des résultats

Le diagnostiqueur présentera au maître d'ouvrage le rapport de diagnostic. Lors de cette présentation, il précisera suivant les cas :

1 / *Les économies réalisables et les modifications à mettre en œuvre :*

- . modification d'un mode opératoire ;
- . modification ou remplacement d'un ou plusieurs équipements ;
- . modification et/ou création d'un système ou de tout ou partie d'une installation.

2 / *Les investissements à réaliser avec :*

- . un descriptif succinct ;
- . une évaluation budgétaire du coût ;
- . une rentabilité calculée suivant les modalités définies en annexe 5 ;
- . une première estimation du planning de réalisation et de ses contraintes.

3 / *Il proposera enfin un plan de suivi des résultats obtenus avec les tableaux de bord nécessaires.*

Cette présentation devra permettre de :

- commenter à l'ensemble des responsables représentant le maître d'ouvrage, les résultats du diagnostic ;
- faire réagir le maître d'ouvrage sur les résultats obtenus, et de les mettre en cohérence avec les objectifs stratégiques de l'entreprise ;
- convaincre de la pertinence des actions préconisées ;
- définir les priorités, les délais, les responsables de la mise en œuvre des actions au sein de l'entreprise.

VI / Evaluation de l'impact environnemental

On ne peut concevoir l'entreprise comme une entité isolée du milieu dans lequel elle agit. L'entreprise doit surveiller en permanence son environnement car, d'une part, elle s'intègre dans cet environnement et, d'autre part, elle agit et évolue sur ce même environnement.

VI.1 / L'environnement de l'entreprise

L'analyse de l'environnement par l'entreprise répond à un double objectifs :

- ✓ l'évaluation des différents éléments susceptibles d'affecter son activité,
- ✓ l'identification des opportunités ou des menaces environnementales.

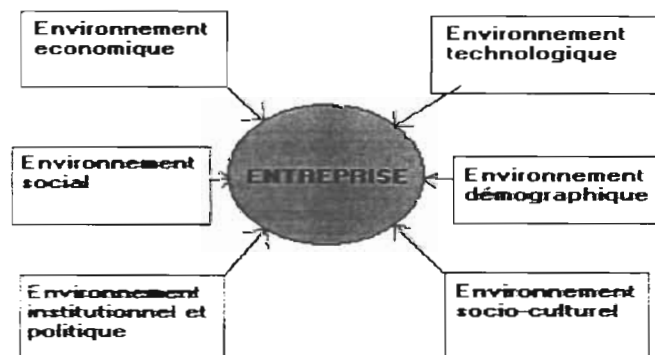


Fig.1 : Environnement de l'entreprise

Les composantes de l'environnement sont donc aussi bien économiques que politiques, socioculturelles, géographiques, démographiques et technologiques (comme illustré à la fig.1).

VI.2 / Evaluation de l'impact du diagnostic énergétique

L'évaluation de l'impact environnemental du diagnostic consiste à illustrer d'une part la réduction des rejets de gaz à effet de serre après diagnostic. Pour cela nous utiliserons la méthode **Bilan Carbone**. Le Bilan Carbone est une méthode de comptabilisation des GES (Gaz à Effet de Serre) développée par l'**ADEME** (Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de L'Energie). Elle permet de mesurer l'impact global d'une activité sur l'environnement, en utilisant une nouvelle unité de mesure : l'équivalent CO₂.

D'autre part cette évaluation revient à dresser un **Bilan Énergétique** de l'entreprise à l'issue de la comptabilité analytique de l'énergie de l'entreprise.

L'économie de 1Kg de pétrole a un impact direct sur l'environnement. En effet rappelons que le gaz carbonique (CO₂), en tant que principal Gaz à Effet de Serre (GES) contribue pour environ 50% au réchauffement global de l'atmosphère. Chaque Kg de combustible a besoin de plus de 19Kg d'air pour être consommé et par conséquent donne plus de 20Kg de fumées rejetées à l'atmosphère. Dans ces fumées, on retrouve bien entendu une grande partie d'azote qui n'entre pas en combustion (plus de 14Kg), mais également du CO₂ en quantité importante, soit 3.1Kg. ^[18]

Ainsi pour des gains totaux d'énergie identifiés lors du diagnostic s'élevant à xTEP/an, on évite la production de 3.1xTCO₂/an. Sachant par ailleurs qu'un arbre mature absorbe en moyenne annuellement 6Kg de CO₂, ces gains d'énergie ainsi identifiés lors de ces diagnostics correspondent en fait à la plantation de 3100x/6 ou 516.67x arbres.

VI.2.1 / Le Bilan Carbone

Le Bilan Carbone a été créé à l'issue de la ratification du protocole de Kyoto en 2004, afin de mesurer et de réduire l'impact de l'activité humaine sur l'enrichissement de l'atmosphère terrestre en Gaz à Effet de Serre, et d'évaluer notre responsabilité vis à vis des bouleversements climatiques à venir.

Présentation

La méthode Bilan Carbone permet de passer en revue tous les flux physiques qui concernent l'activité d'une société ou d'une administration (flux de personne, de marchandise, d'énergie, etc.) et d'évaluer les émissions de Gaz à Effet de Serre qu'ils engendrent. Ces émissions sont affectées poste par poste.

Les chiffres qui convertissent les actions données en émission de Gaz à Effet de Serre sont appelés les Facteurs d'émission. Les résultats sont exprimés en équivalent Dioxyde de Carbone (équivalent CO₂).

Trois périmètres sont pris en compte dans l'étude Bilan Carbone d'une activité :

- 1- Les émissions directes des établissements (électricité, gaz ou fioul de chauffage, etc.),
- 2- Les flux directement liés à l'activité (transport de marchandises depuis les prestataires et vers les clients, trajets domicile-travail des collaborateurs, approvisionnement en énergie, etc.),
- 3- La conception des bâtiments, le traitement des déchets, les investissements matériels, etc.

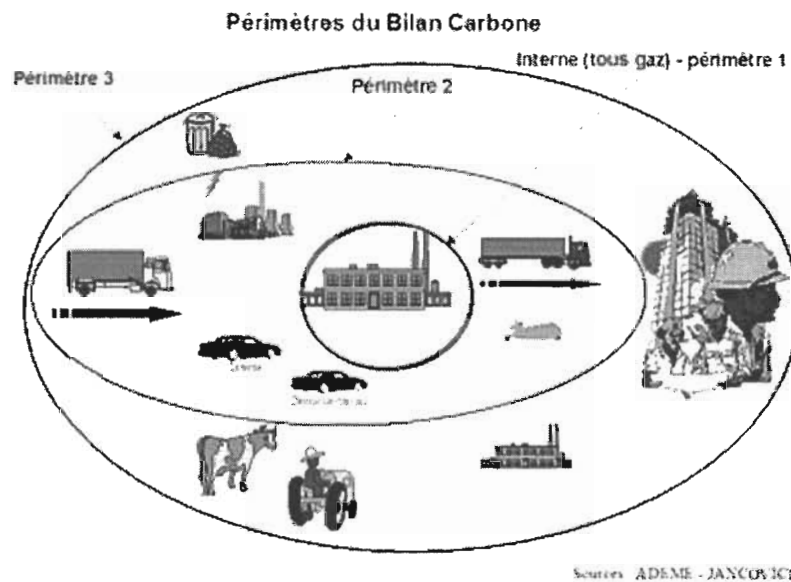


Fig.2 : Périmètres du bilan carbone^[18]

Objectifs

L'objectif d'une étude Bilan Carbone est d'évaluer le plus précisément possible **l'intensité d'émission** en équivalent CO₂ d'une activité.

L'intensité d'émission se calcule en rapportant les émissions globales de l'activité à une unité de mesure pertinente, telle que la tonne de produits vendus, le nombre de salariés, la surface occupée par l'activité, le chiffre d'affaires, etc.

Ainsi, la priorité de nos recommandations sera d'optimiser et de diminuer cette intensité d'émission. Cette notion permet notamment de ne pas impacter le potentiel de croissance, ce qui peut engendrer une hausse des émissions brutes de GES (par l'augmentation des flux physiques), tout en respectant les objectifs de diminution d'intensité d'émission par tonne vendue, par exemple.

Données

A titre d'exemple, 1 tonne d'émissions équivalent CO2 par an, c'est :

- 4 mois de chauffage au gaz pour un 3 pièces,
- 1 trajet simple Paris-New York en avion,
- 3 300 km en 4x4 Mercedes en ville.

Mais c'est aussi équivalent à notre droit individuel à polluer chaque année avec une population mondiale de 6,5 milliards d'individus, si nous souhaitons arrêter d'enrichir l'atmosphère en GES.

Méthodologie

Le Durée d'une étude Bilan Carbone dépend de la nature des activités étudiées. En général, une étude moyenne est effectuée en 6 à 10 jours répartis sur 1 à 3 mois, le temps de collecter et de traiter toutes les informations nécessaires.

Les étapes clés de l'étude :

- ✓ Visite de l'ensemble des sites concernés par l'étude,
- ✓ Remise d'un questionnaire à chaque salarié et d'un document présentant les informations à collecter,
- ✓ Organisation d'une conférence de sensibilisation au phénomène du réchauffement climatique et présentation du Bilan Carbone au personnel de la société,
- ✓ Collecte des informations et traitement des données,
- ✓ Organisation d'une réunion de validation intermédiaire des premiers résultats et entretien avec l'interlocuteur attiré sur les pistes de recommandation dans le cadre de l'étude,
- ✓ Collecte de données complémentaires afin d'affiner les résultats,
- ✓ Présentation orale des résultats et des recommandations, remise d'un rapport d'étude final.

Nos recommandations sont classées par priorité, en partant du meilleur rapport entre le coût économique et la diminution des émissions de GES.

VI.2.2 / Bilan Energétique

Malgré la hausse constante des prix de l'énergie (gaz, carburant, fioul, électricité, etc.), le Bilan Energétique permet de maîtriser, rationaliser puis diminuer la part des coûts énergétiques par unité de production ou de chiffre d'affaires.

Présentation

Le Bilan Energétique consiste à étudier la consommation de toutes les sources d'énergie utilisées dans le cadre de l'activité courante. Ces sources peuvent être regroupées en quatre catégories :

- 1- l'électricité,
- 2- les carburants (essence, gasoil, fioul, etc.),
- 3- les gaz industriels (gaz naturel, hydrogène, argon, etc.),
- 4- l'eau.

L'intérêt du bilan énergétique provient de la faible prise en considération du coût de l'énergie dans les prévisions budgétaires de nombreuses entreprises et administrations.

Pourtant, la consommation d'énergie représente en moyenne 10 à 20% des charges d'une entreprise du tertiaire ou d'une administration, et plus de 30% du budget d'une entreprise industrielle. Les conséquences économiques de la hausse des prix de l'énergie sont une diminution de la marge d'exploitation et une baisse de la compétitivité.

Le budget énergie représente ainsi une source de gain de rentabilité, aujourd'hui souvent sous-exploitée.

Exemple :^[25]

Un audit mené pendant plus de deux ans aux Forum des Halles à Paris a permis à la société d'exploitation de réduire de 17% sa facture ; 20% d'économie pour une usine de Saint-Gobain Desjonquères grâce aux investissements décidés à la suite d'un audit ; 20% de réduction de la consommation suite au re-dimensionnement d'une chaudière dans une usine agroalimentaire, avec un retour sur investissement inférieur à deux ans.

Un fabricant d'appareillages électriques a réduit de 755KWh sa consommation énergétique, induisant une baisse de 22% de sa facture énergétique et une réduction de ses émissions de CO₂ de 90 tonnes.

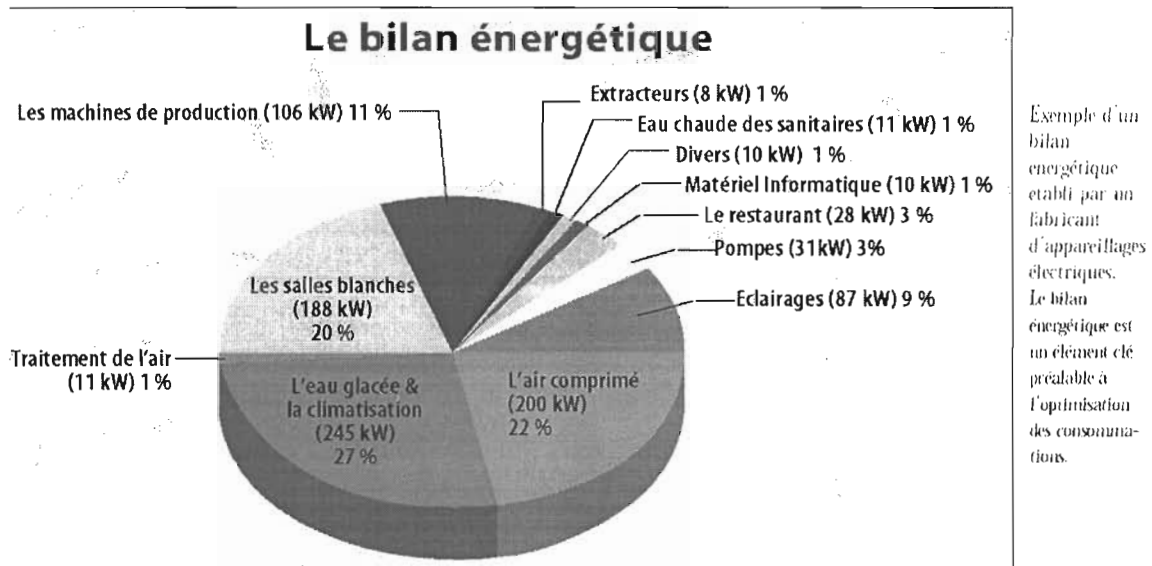


Fig.3 : Exemple d'un bilan énergétique^[25]

Objectifs

Le principal objectif d'une étude Bilan Energétique est d'éliminer les coûts improductifs et d'optimiser l'efficacité énergétique de l'ensemble des sources de consommation utilisées dans le cadre de l'activité.

Notre méthode globale s'inscrit ainsi dans le cadre d'une véritable offre gagnant- gagnant :

- ✓ Réduction des coûts énergétiques par la diminution des frais généraux et l'augmentation de la valeur ajoutée, d'où un accroissement de la compétitivité économique,
- ✓ Effets positifs sur l'environnement par la diminution des gaz à effet de serre,
- ✓ Impact favorable sur l'image de l'entreprise et de l'administration. Ce résultat est capitalisable en termes de communication interne et externe,
- ✓ Impact sur les acteurs amont et aval : fournisseurs, salariés, clients, etc.,
- ✓ Anticipation sur une réglementation de plus en plus contraignante.

La réduction des coûts correspondants est récurrente sur plusieurs années et n'impacte pas les capacités de développement économique de l'activité.

Méthodologie

Le Bilan Énergétique est une étude analytique de la consommation énergétique.

L'étude comporte plusieurs étapes :

- Analyse de la consommation énergétique de l'entreprise,
- Répartition analytique et affectation des coûts par poste de travail, bien produit et lieu géographique,
- Création d'un tableau de bord de gestion des coûts engendrés,
- Repérage et caractérisation des gisements de réduction de la consommation d'énergie,
- Etudes de solutions d'optimisation de l'efficacité énergétique,
- Elaboration de préconisation et détermination d'un budget optimum d'investissements,
- Mise en place d'une planification d'actions,
- Accompagnement de la mise en place de ces actions,
- Validation des économies réalisées.

L'ensemble de l'étude permet d'élaborer une courbe de rapport entre les gains attendus de diminution des consommations énergétiques, et les investissements nécessaires à leurs réalisations. Cette courbe est propre à chaque activité et permet de définir le potentiel d'optimisation énergétique global de l'entreprise ou de l'administration.

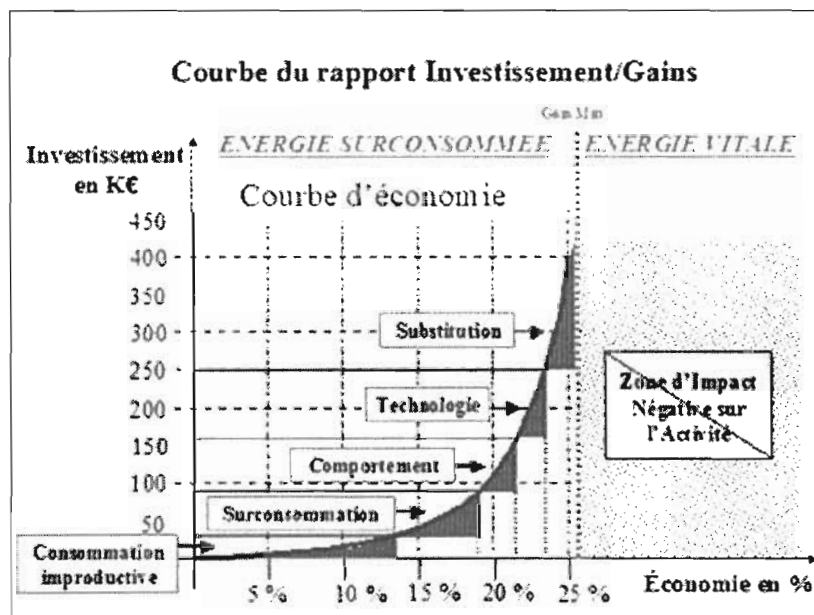


Fig.4 : Exemple de courbe de rapport : Investissement / Gains^[18]

La réduction de la consommation énergétique provient en premier lieu d'une rationalisation de la consommation improductive d'énergie, c'est-à-dire celle qui ne sert pas directement l'activité de l'entreprise ou de l'administration.

Dans un deuxième temps, le bilan établit les sources de gain potentiel d'efficacité énergétique. Il s'agit par exemple de mieux calibrer la puissance des chauffages et des climatisations en fonction des besoins et de l'isolation, ou d'optimiser l'éclairage de lieux de passage ou de bureaux.

Par la suite, il est étudié la possibilité de substituer des produits électriques par des produits de nouvelle génération, moins gourmands en énergie, ou de proposer de nouvelles sources d'énergie non polluantes en fonction des besoins, (comme des chauffe-eau solaires, des climatiseurs solaires, des chauffages géothermiques, etc.).

Enfin, il faut une sensibilisation et une formation de l'ensemble du personnel à l'optimisation de la consommation énergétique.

Chapitre 2 :

Les différentes phases de la conception du logiciel

I / Introduction

Avant de réaliser un projet informatique tel que le développement de logiciel, il faut pratiquer une analyse informatique. Cette analyse consiste à comprendre et modéliser le système d'information sur lequel on travaille. Ceci représente effectivement la phase conceptuelle du développement du logiciel. Un système d'information regroupe toutes les informations d'un domaine précis. En ce qui concerne notre projet le système d'informations regroupe toutes les informations concernant la gestion de l'énergie dans les entreprises.

Le choix des techniques utilisées dépend de la méthode de conception et de l'adéquation de la technique aux besoins précis (image d'ensemble, description d'algorithmes et de structures de données, etc.).

L'analyse conceptuelle de la base de données de notre domaine d'étude sera effectuée avec la méthode UML (Unified Modeling Language), une méthode de modélisation orientée objet .

II / Approche orientée objet

L'essence du développement orientée objet est l'identification et l'organisation des concepts du *domaine d'application*, plutôt que leur représentation terminale dans un langage de programmation qu'il soit orienté objet ou non. *Ce processus est une manière de penser et non pas une technique de programmation*, entre autres il est indépendant des langages de programmation jusqu'aux stades ultimes. Il se concentre sur la *modélisation* et non pas sur la *l'implantation* des concepts, ce qui permet de bien comprendre et organiser les concepts inhérents à l'application avant de chercher une implantation efficace des structures de données et des algorithmes. Aussi, en plus de préparer la programmation, la modélisation peut servir de support pour la documentation et l'interface avec le client.

II.1 / Première définition

L'approche orientée objet considère le logiciel comme une collection d'objets dissociés définis par des *propriétés*. Une propriété est soit un **attribut** : une entité élémentaire (donnée) de la description de l'état de l'objet, ou une opération : entité élémentaire de la description du *comportement* de l'objet. Un objet comprend donc à la fois *une structure de données* (son état sous forme de collection d'attributs) et *une collection d'opérations* (son comportement).

Cette définition permet de déterminer un certain nombre de caractéristiques pour qu'une approche soit dite orientée objet. Parmi les caractéristiques considérées par les différents génie logiciens nous retenons les suivantes : *l'identité, la classification, le polymorphisme et l'héritage.*

II.2/ Identité : notion d'objet

Un objet est un concept, une abstraction ou une chose ayant des limites très claires et un sens bien précis dans le contexte du problème étudié.

Le principe de l'**identité** stipule qu'un objet est une entité discrète et distincte.

Un objet peut être concret tel un fichier, un paragraphe dans un document, un véhicule donné, un pneu ou le moteur de ce véhicule, ou conceptuel tel une politique d'ordonnancement ou les performances du véhicule. Dans tous les cas un objet possède sa propre identité, mais, contrairement au monde réel, *dans un langage de programmation il est nécessaire de disposer d'une clé* (adresse, indice dans un tableau ou valeur unique d'un attribut) pour pouvoir référencer un objet sans ambiguïté.

La définition d'objet s'appuie largement sur les principes d'abstraction et d'encapsulation.

L'**abstraction** signifie que l'on se concentre sur ce qu'est un objet et ce qu'il fait en mettant l'accent sur ses propriétés essentielles, inhérentes (dans le domaine d'application), et en ignorant les propriété accidentelles (ce qui relève des détails d'implantation).

L'**encapsulation** (ou le *masquage de données*) signifie la séparation entre les propriétés externes, visibles des autres objets, et les aspects internes, propres aux choix d'implantation d'un objet. Elle permet de modifier, redéfinir ou même remplacer un objet par un autre sans avoir à faire des modifications sur les objets qui communiquent avec lui. Le **regroupement** de l'état et du comportement simplifie largement l'application de ce principe.

II.3 / Classification : notion de classe

La classification signifie le regroupement d'objets de même nature (mêmes description d'état, même comportement) dans une classe.

Une **classe** est une abstraction qui décrit un ensemble potentiellement infini d'objets individuels caractérisés par des propriétés similaires. Chaque objet membre de l'ensemble est dit **instance** de la classe.

Attributs

Un **attribut** de données est définie par un nom unique pour une classe (mais deux attributs de deux classes différentes peuvent avoir le même nom) et par une valeur pour *chaque instance* d'objet de la classe. L'ensemble des attributs définit l'*état* de la classe.

Opérations et méthodes

Une **opération** est une action ou une transformation qu'un objet peut effectuer ou subir. L'ensemble des opérations définit le *comportement* de l'objet.

Une opération est une abstraction définie par sa **signature** : le nom de l'opération, le type de valeur de retour et le nombre et les types de ses arguments. Concrètement une opération peut être implantée de manières différentes dans différentes classes. Une telle implantation est appelée **méthode**. Une opération a un objet cible comme argument implicite permettant ainsi d'identifier la méthode à appeler.

II.4 / Polymorphisme : notion de surcharge

Le **polymorphisme** signifie qu'une même opération peut se comporter différemment sur différentes classes. L'opération déplacer agira de manières différentes sur un fichier, une fenêtre graphique ou un véhicule.

Le polymorphisme signifie que les différentes méthodes d'une opération ont la même signature. Lorsqu' une opération est invoquée sur un objet, celui-ci « connaît » sa classe et par conséquent est capable d'invoquer automatiquement la méthode correspondante. Pour qu'une nouvelle classe supporte une opération existante il lui suffit de fournir la méthode correspondante sans avoir à se soucier des autres méthodes déjà définies.

II.5 / Héritage : notion de partage

L'héritage permet un *partage hiérarchique* des propriétés (attributs et opérations). Une **sous-classe** (ou *classe fille* peut incorporer, ou *hériter*, des propriétés d'une **superclasse** (ou *classe*

mère). Généralement une superclasse définit les **grands traits d'une abstraction**, une sous-classe hérite de cette définition et peut la modifier, raffiner et/ou rajouter ses propres propriétés.

Remarque

En programmation on distingue les langages objet ou orientés objet (ex : Java, C++ ...) des langages classiques ou normaux (C, Fortran,...). On peut résumer l'affaire en disant qu'un langage objet possède toutes les caractéristiques d'un langage traditionnel, avec deux grands aspects supplémentaires.

Un objet peut être considéré comme une structure supplémentaire d'information, une espèce de super variable. En effet, nous savons qu'une variable est un emplacement en mémoire vive, caractérisé par une adresse – un nom – et un type (entier, réel, caractère, booléen, etc.). Dans une variable, on ne peut stocker qu'une information et une seule. **Même dans le cas où l'on emploie une variable indicée – un tableau – les différents emplacements mémoire ainsi définis stockeront tous obligatoirement des informations de même type.**

Un objet est un groupe de variables de différents types. Il rassemble ainsi couramment des dizaines d'informations très différentes les unes des autres au sein d'une même structure, rendant ainsi ces informations plus faciles à manier.

III / Analyse conceptuelle

Cette phase consiste à produire un modèle sous trois aspects :

- Modèle objet
- Modèle dynamique
- Modèle fonctionnel

III.1 / Modélisation

Un **modèle** est une abstraction de quelque chose de réel qui permet de comprendre avant de construire, ou de retrouver les informations nécessaires pour effectuer des entretiens, modifications et extensions. Il est plus aisé de se référer à un modèle qu'à l'entité d'origine car le modèle simplifie la gestion de la complexité en offrant des points de vue et des niveaux d'abstractions plus ou moins détaillés selon les besoins.

Il n'y a pas de « modèle correct unique » pour une situation donnée, mais un modèle est plus ou moins adéquat selon qu'il réussisse à saisir les aspects cruciaux et négliger les autres en fonction du but recherché. L'*abstraction* dans ce contexte signifie l'examen sélectif de certains aspects du problème ; c'est l'outil qui permet de délimiter notre connaissance de l'univers aux entités et aux interactions qui nous concernent dans une situation donnée. La modélisation est utilisée en Génie Logiciel à différents niveaux.

III.2 / Modélisation orientée objet

Modèle objet

Le *modèle objet* comporte la description des objets, leurs attributs et les associations qui les relient. La démarche consiste à identifier les objets, leurs associations et leurs attributs, puis raffiner de différentes manières pour obtenir un *diagramme d'objets*.

Identification des objets

Pour commencer on énumère toutes les classes susceptibles d'exister, sans se soucier de leur organisation ni de l'héritage.

Pour ce faire on se réfère à l'énoncé du problème (ou le cahier des charges) et on exploite nos connaissances sur le domaine de l'application.

Sélection des classes pertinentes

Certaines classes peuvent être éliminées, on peut les classer dans différentes catégories.

Préparation d'un dictionnaire de données

Décrire, dans un *dictionnaire de données*, les classes obtenues dans l'étape précédente.

Identification des associations

Une **association** est une relation de dépendance entre classes. Il vaut mieux utiliser les associations plutôt que les attributs lorsque possible, car il existe différentes manières (dont les attributs) pour implanter une association.

Sélection des bonnes associations

Supprimer les associations non pertinentes. À la fin de cette phase on obtient le diagramme d'objets initial.

Identification des attributs

Les attributs sont identifiables dans les phrases où le nom est suivi d'une expression de possession, l'adjectif dans cette expression est la valeur de l'attribut : la voiture à la couleur rouge.

Sélection des attributs

Certains attributs inutiles doivent être éliminés selon les critères suivants :

Affinage en utilisant l'héritage

L'héritage sert à partager les ressources communes, il peut être établi par deux méthodes : *généralisation* qui consiste à regrouper les aspects communs dans une superclasse (approche *de bas en haut*) ; et *spécialisation* qui s'obtient par l'affinement des classes en sous-classes (approche *de haut en bas*).

Remarque

Les mêmes superclasses peuvent être trouvées par l'une ou l'autre approche. Il vaut mieux éviter l'héritage multiple qui, en général, simplifie l'écriture du code mais augmente considérablement la complexité de la conception et de l'implantation. Il est cependant souvent utile de définir une superclasse regroupant les informations communes à toutes les classes.

Vérification des chemins d'accès

Avant de raffiner le modèle objet il faut vérifier l'obtention des résultats :

Itération de la modélisation objet

Une fois le modèle objet est terminé il faut faire des retours en arrière, même après la construction des modèles dynamique et fonctionnel, pour corriger, compléter, etc.

Détection de manque d'objets

Indices

Classes inutiles : elles se manifestent par le défaut d'attributs, associations et opérations.

Associations inutiles : elles peuvent être détectées par mauvais placement d'une association.

Le résultat de ces améliorations est le diagramme, plus claire et plus simple.

Groupement des classes en modules

Il s'agit de diviser le système en feuillets de taille uniforme ce qui le rend plus claire pour les perspectives de dessin, de compréhension, etc.

Un **module** est un ensemble de classes (plusieurs feuillets) représentant une vue logique d'un sous-ensemble du modèle.

Certaines classes joueront le rôle de *ponts* reliant les différents feuillets, il faut les choisir judicieusement de manière à minimiser le nombre de passerelles et à limiter les références croisées entre modules. Une des organisations possibles est l'*organisation en étoile* qui est composée d'un noyau autour duquel sont disposés les modules (structures de haut niveau). Chaque module est une extension de classe représentant une hiérarchie de généralisations avec ses associations.

Pour les objectifs de *réutilisation* il faut faire confiance à son « bon sens » comme point de départ.

III.3 / Modélisation dynamique

Objectif : description des aspects temporels et dynamiques du système et des objets.

Un **événement** est un stimulus *externe* visible, avec ses réponses. On commence la modélisation dynamique par l'extraction d'un résumé des séquences d'événements ; pour chaque objet il faut établir un *diagramme d'états* avec les événements entrants et sortants et qui montre les interactions entre objets. On n'établit pas d'algorithme, ce qui relève de l'implantation, si l'événement n'est pas externe. Ces diagrammes sont essentiels pour les systèmes interactifs, contrairement aux systèmes statiques comme les Bases de Données. Il faut aussi noter qu'ils ne sont pas suffisants pour les systèmes *temps réel*.

Un **scénario** est une séquence type d'événements, il permet de décrire les interactions courantes pour l'extraction des événements et l'identification des objets cibles. Le suivi des séquences et des états permet d'établir les diagrammes d'états et de les comparer afin d'obtenir la correspondance événement-objet. L'ensemble des diagrammes d'état définit le **modèle dynamique**.

La modélisation dynamique passe par les phases suivantes :

Préparation des scénarios

Pour établir un scénario on part d'un dialogue type qui décrit le comportement du système *du point de vue de l'utilisateur*, on y décrit les informations importantes, les formats d'affichage et les échanges d'informations. Un événement est *déclenché* lorsqu'on opère un tel échange entre un objet et un élément extérieur tel l'utilisateur, des capteurs ou une tâche externe. Le cas échéant, les valeurs des informations forment les *paramètres de l'événement*.

Dans ce processus, il faut éviter de décrire directement le modèle général (à cause de sa complexité). Il faut par contre étoffer ou inventer des interactions qui correspondent à l'énoncé du problème, et y ajouter les cas d'exceptions. Ces derniers peuvent être des oublis ou des défauts, des conditions limites ou des erreurs humaines comme les dépassements des valeurs et la nature des données. Pour chaque événement il faut identifier l'acteur mais sans se soucier, dans un premier temps, du format du message. Ceci laisse la liberté d'imaginer d'autres cas d'exception. Il faut aussi envisager les scénarios qui correspondent à tous les types d'interactions.

Format d'interface

Les opérations d'un logiciel interactif peuvent être partagés en deux catégories : la logique de l'application et *l'interface utilisateur*. Le découplage de ces deux aspects permet d'effectuer des tests indépendants et donc de réaliser les deux parties en parallèle. Il est important de noter qu'il s'agit de deux aspects très différents : pour l'interface c'est l'ergonomie et non pas la logique qu'on cherche à optimiser. L'interface est aussi importante pour les évaluations.

L'analyse permet la description des flots de données et de contrôle quelque soit le format de présentation (ligne de commande, fichier, interface graphique, communication distante, etc.). Le modèle dynamique décrit ce qui se passe et non pas comment cela se passe ; il doit se concentrer sur la logique de contrôle de l'application.

L'interface peut par contre être simulée par l'utilisation de procédures factices pour la simulation du système. Dans l'interface ce sont les informations échangées et non pas leurs formats qui sont importantes par exemple la séquence des touches pour entrer un mot de passe est beaucoup moins importante que l'information elle-même.

Identification des événements

Les événements comprennent les signaux, les entrées, les décisions, les transitions et les actions avec l'utilisateur, mais pas les séquences internes. En plus des événements normaux il faut considérer ceux inhabituels ainsi que les cas d'erreur.

Remarque :

Le diagramme d'objets décrit les flots *d'informations* possibles, le diagramme d'états décrit les flots de *contrôle* possibles.

Construction des diagrammes d'états

Un **état** est une abstraction des valeurs des attributs et des liens d'un objet. Ces valeurs sont groupées selon les propriétés qui affectent le comportement de l'objet. Il faut établir, pour chaque objet non trivial un diagramme d'états qui décrit ses événements d'entrées et de sortie. Un scénario correspond à un chemin dans un tel diagramme. Pour ce faire il faut considérer un objet unique et ses interactions type, ce qui définit un chemin constitué d'un ensemble d'arcs étiquetés par les événements d'une colonne du suivi. L'intervalle entre deux événements correspond à une activité continue ou qui prend du temps ; c'est un état, représenté par un noeud et auquel on peut donner un nom si nécessaire. La modification d'un état par un événement donne lieu à une *transition*.

Il faut repérer les boucles et bien distinguer celles où l'objet « mémorise » son passage : dans ce cas l'état final de la boucle n'est pas nécessairement le même d'un passage à l'autre. Ensuite les autres scénarios doivent être « accrochés » au diagramme à partir de l'état où ils diffèrent du scénario d'origine. Il faut veiller à distinguer les chemins semblables mais non identiques. Par exemple un système peut s'arrêter après un certain nombre d'erreurs d'entrée de la part de l'utilisateur, si cette différence est masquée par un attribut, nombre d'échecs, une des sorties de l'état final doit en dépendre. Il est ainsi possible de largement simplifier un diagramme d'états. Une autre approche consiste à développer deux sous-diagrammes ; l'un pour le fonctionnement normal et l'autre pour les cas spéciaux.

Il faut aussi ajouter les événements survenant à des instants indéfinis, comme l'annulation, et ceux produits par l'absence de réponse après un certain délai. Le traitement des erreurs humaines demande beaucoup plus de réflexion et de code que les cas normaux, mais elle doit

être faite. Le diagramme d'états est terminé quand il peut répondre à toutes les questions de la forme : « Que se passe-t-il si... ? ». Dans certain cas (les plus complexes) il peut s'avérer nécessaire d'utiliser des diagrammes imbriqués.

Toutes les classes ne nécessitent pas de diagrammes d'états : pour les objets qui ne mémorisent pas leur passé et n'affectent pas le contrôle on peut se satisfaire d'établir la liste d'événements d'entrée et de sortie. On peut aussi ne pas passer par les suivis d'événements mais dans tous les cas un nombre minimum de scénarios est nécessaire.

Vérification de la correspondance des événements entre les objets

L'ensemble des diagrammes d'états pour les classes ayant un comportement dynamique important constitue le modèle fonctionnel. Il faut suivre à travers les modèles l'influence d'un événement et vérifier qu'il a toujours un émetteur et un récepteur. Vérifier aussi que tout état n'ayant pas de prédécesseur (resp. successeur) est un état initial (resp. final). La *concurrency* est inhérente aux objets : il faut vérifier la *synchronisation* pour les événements qui peuvent surgir à des moments aléatoires.

III.4 / Modélisation fonctionnelle

Modèle fonctionnel

Le modèle fonctionnel s'intéresse au traitement des données sans tenir compte du séquençement, des décisions ni de la structure des objets. Il montre les dépendances et les relations entre les valeurs.

Le modèle fonctionnel est représenté par des *diagrammes à flot de données* où, par comparaison avec les diagrammes d'état des classes, les traitements correspondent aux activités et aux actions, et les flots correspondent aux objets et aux valeurs d'attributs.

Identification des valeurs d'entrée et de sortie

Constituer la liste des valeurs d'entrée et de sortie qui sont les paramètres des événements entre le système et le monde extérieur.

Construction du diagramme à flot de données

Un **diagramme à flot de données** montre comment les valeurs de sorties sont obtenues à partir des valeurs d'entrée, il est généralement constitué en couches qui raffinent successivement les traitement non triviaux : tout traitement non trivial doit être décrit par un sous-diagrammes. La couche de plus haut niveau peut présenter un seul traitement ou une décomposition en *entrée, traitement et sortie*.

Pour développer le diagramme il faut suivre le cheminement des valeurs de la sortie vers l'entrée de préférence. Il est important de distinguer les données *réservoirs* qui servent à stocker des valeurs pour des traitements ultérieurs.

Les décisions sur le séquençement des opérations font partie du modèle dynamique et ne doivent pas figurer ici car certaines opérations, comme la vérification du mot de passe, elles peuvent être optionnelles ou s'exclure mutuellement. Néanmoins, les fonctions de décision peuvent être indiquées (par des flèches sortantes en pointillé) sur le diagramme à flot de données pour souligner un traitement complexe, mais elles affectent le flot de contrôle et non pas les valeurs des données.

Description des fonctions

La *description des fonctions* doit se concentrer sur ce que fait la fonction et non pas sur la façon de l'implanter. Elle peut être réalisée de différentes manières : en langage naturel, en pseudo code, en formulation mathématique, par des tables de décision, etc. Elle peut aussi avoir une forme procédurale ou déclarative. C'est cette dernière qui est préférable lors de la phase d'analyse car elle ne suggère pas d'implantation particulière. Dans le cas contraire on décrit uniquement le but de l'algorithme, laissant le choix effectif à la réalisation.

Identification des contraintes entre objets

Les **contraintes** sont des dépendances fonctionnelles entre des objets non liés par une dépendance entrée-sortie. Elles peuvent s'appliquer à deux objets en même temps, à un même objet à deux instants différents ou à deux objets différents à deux instants différents. Les conditions d'entrée (resp. de sortie) sur des fonctions sont des contraintes sur les valeurs d'entrée (resp. de sortie). Il faut établir les instants ou les conditions sous lesquels les contraintes doivent s'appliquer.

Pour inclure « ce qui se passe en cas de dépassement » les contraintes doivent être incorporées dans les modèles dynamique et fonctionnel.

Spécification des critères d'optimisation

Il s'agit de préciser les valeurs à minimiser, maximiser ou optimiser, sans être trop précis. En cas de conflit entre les critères d'optimisation il faut indiquer comment prendre la décision.

IV / Présentation de la méthode de modélisation UML

UML (Unified Modeling Language) est une méthode modélisation orientée objet développée en réponse à l'appel aux propositions lancée par l'OMG (Object Management Group) dans le but de définir la notation standard pour la modélisation des applications construites à l'aide d'objets. Elle est héritée de plusieurs autres méthodes telles que OMT (Object Modeling Technic) et OOSE (Object Oriented Software Engineering) et Booch. Les principaux auteurs de la notation UML sont Graady Booch, Ivar Jakobson et Jim Rumbaugh.

IV.1 / La notation UML

La notation UML est une fusion des notations de Booch, OMT, OOSE et d'autres notations. UML est conçue pour être lisible sur des supports très variés comme les tableaux blancs, les feuilles de papier, les nappes de restaurants, les écrans d'ordinateurs, etc. Les concepteurs de la notation ont recherché avant tout la simplicité ; UML est intuitif, homogène et cohérent. Les symboles embrouillés, redondants ou superflus ont été éliminés en faveur d'un meilleur rendu visuel.

UML se concentre sur la description des artefacts de modélisation logicielle, plutôt que sur la formalisation du processus de développement lui-même : elle peut ainsi être utilisée pour décrire les éléments logiciels, obtenus par l'application de différents processus de développement. UML n'est pas une notation fermée : elle est générique, extensible et configurable par l'utilisateur. UML ne recherche pas la spécification à outrance : il n'y a pas une représentation graphique pour tous les concepts imaginables ; en cas de besoin, des précisions peuvent être apportées au moyen de mécanismes d'extension et de commentaires textuels. Une grande liberté est donnée aux outils pour le filtrage et la visualisation d'information. L'usage de couleurs, de dessins et d'attributs graphiques particuliers est laissé à la discrétion de l'utilisateur.

Nous vous proposons un survol de la sémantique et de la notation des éléments de modélisation d'UML.

Dans cette partie, nous avons pour objectif d'introduire les principaux concepts de modélisation et de montrer leur articulation au sein de la notation UML. Les éléments de visualisation et les éléments de modélisation sont présentés conjointement, en se servant de la notation comme d'un support pour faciliter la présentation de la sémantique. UML définit neuf sortes de diagrammes pour représenter les différents points de vue de modélisation. L'ordre de présentation de ces différents diagrammes ne reflète pas un ordre de mise en œuvre dans un projet réel, mais simplement une démarche pédagogique qui essaie de minimiser les pré requis et les références croisées.

IV.2 / Les diagrammes d'UML

Un diagramme donne à l'utilisateur un moyen de visualiser et de manipuler des éléments de modélisation. UML définit des diagrammes structurels et comportementaux pour représenter respectivement des vues statiques et dynamiques d'un système

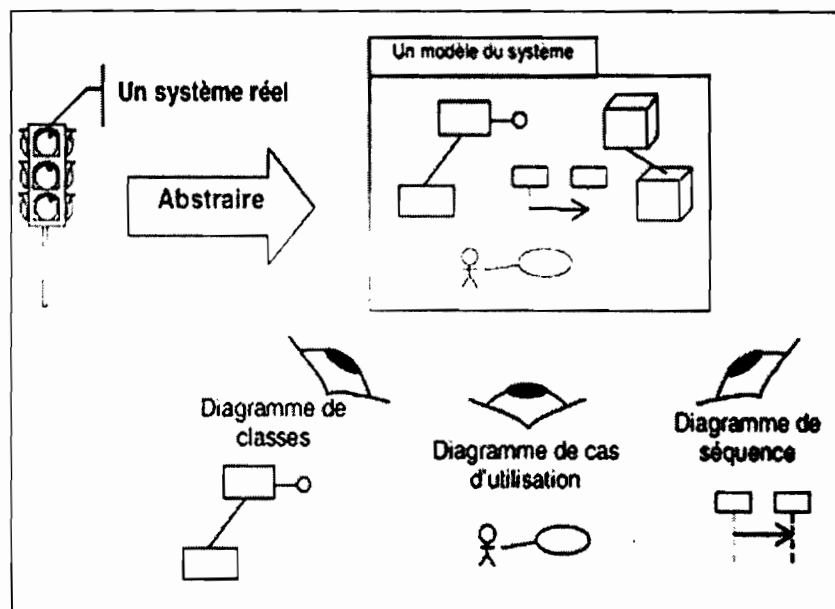


Fig.5 : différentes vue sur le modèle UML

UML propose des diagrammes structurels et fondamentaux. Au total UML définit neuf types de diagrammes, quatre structurels et cinq comportementaux.

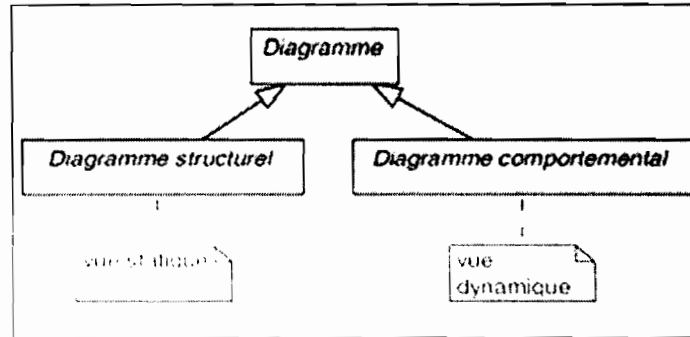


Fig.6 : Diagrammes structurels et comportementaux

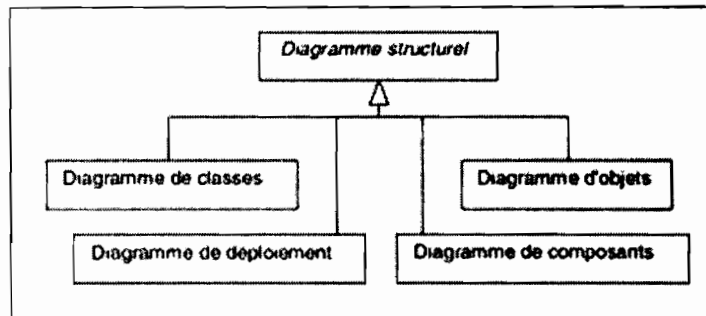


Fig.7 : Les quatre types de diagrammes structurels

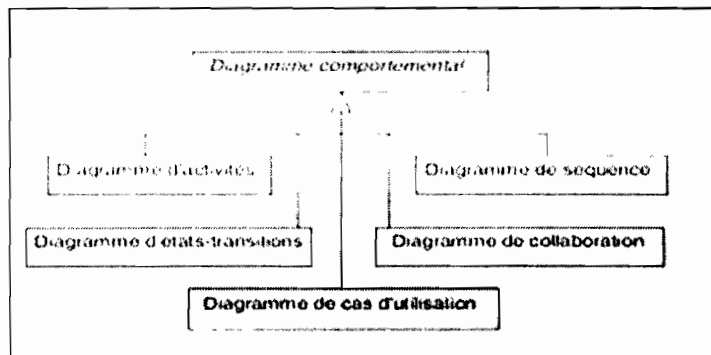


Fig.8 : Les 5 types de diagrammes comportementaux

Il est important de bien choisir les diagrammes, les abstractions et les niveaux de détails représentés par ces diagrammes pour modéliser au mieux le système, ses caractéristiques et pour mettre en évidence les points essentiels et délicats à prendre en compte.

- 1) *les diagrammes d'activités* représentent le comportement d'une méthode ou d'un cas d'utilisation, ou un processus métier ;
- 2) *les diagrammes de cas d'utilisation* représentent les fonctions du système du point de vue des utilisateurs ;
- 3) *les diagrammes de classes* représentent la structure statique en termes de classes de relations ;



- 4) **les diagrammes de collaboration** sont une représentation spatiale des objets, des liens et des interactions ;
- 5) **les diagrammes de composants** représentent les composants physiques d'une application ;
- 6) **les diagrammes de déploiement** représentent le déploiement des composants sur les dispositifs matériels ;
- 7) **les diagrammes d'états-transitions** représentent le comportement d'un classificateur ou d'une méthode en terme d'états ;
- 8) **les diagrammes d'objets** représentent les objets et leurs liens et correspondent à des diagrammes de collaboration simplifiés, sans représentation des envois de message ;
- 9) **les diagrammes de séquence** sont une représentation temporelle des objets et de leurs interactions

Les diagrammes de collaboration et les diagrammes de séquence sont appelés diagrammes d'interaction. Les diagrammes d'états-transitions sont également appelés *Statecharts* (nom donné par leur auteur, David Harel).

Des diagrammes personnels peuvent être définis si nécessaire ; toutefois, il est probable que les neuf types de diagrammes standard suffisent à la modélisation des différents aspects de la majorité des systèmes.

V / Modélisation du logiciel

Pour la modélisation du logiciel, nous avons utilisé la méthode orientée objet UML. La tendance actuelle veut que le développement de logiciel soit fait avec dans un espace objet (modélisation orientée objet et programmation orientée objet), utilise une base de données relationnelle .D'où la nécessité d'utiliser la technologie du Mapping Objet Relationnel qui est une technique de transformation des modèles objet en modèles relationnels. Dans tout ceci, il noter que le modèle UML est plus riche qu'un modèle de base de données.

Ainsi nous avons opté d'intégrer la technologie Objet Relationnel pour la conception du logiciel. Un choix lié d'une part à la nouveauté de cette technologie et d'autre part à son efficacité pour mieux cerner le sujet avec la co-utilisation des deux modèles.

vous avons utilisé l'outil de modélisation orientée objet Sybase Power AMC version 1.1 pour élaborer le MCD (Modèle Conceptuel de Données).

V.1 / Présentation sommaire de Power AMC

Power AMC est un logiciel fourni par Sybase Inc. C'est un outil de développement très efficace. Il permet d'effectuer les opérations suivantes :

- Construire un modèle orienté objet (MOO) à l'aide des diagrammes UML.
- Utiliser les éléments de modélisation dans des diagrammes
- Vérifier le modèle, fusionner des modèles et importer un modèle Rose.
- Effectuer le Reverse Engineering des fichiers Java, d'objets PowerBuilder ou de fichiers EJB, Java et XML.
- Générer des fichiers pour Java, PowerBuilder, XML, C++, Visual Basic ou d'autres langages.
- Générer un Modèle Conceptuel de Données (MCD), un Modèle Physique de Données (MPD) ou un Modèle Orienté Objet à partir d'un MOO.
- Générer des EJBTM, JSPTM, des servelets, ASP.NET.
- Créer des Services web dans des plateformes Java et .Net.

Power AMC possède un environnement qui prend en charge plusieurs types de modèles :

- **Modèle Conceptuel de données (MCD)** qui permet de modéliser la structure générale d'une base de données, sans tenir compte des considérations logicielles et des contraintes relatives au stockage des données.
- **Modèle Physique de données (MPD)** pour modéliser la structure physique générale d'une base de données en tenant compte des considérations logicielles ou des contraintes relatives au stockage des données
- **Modèle Orienté Objet (MOO)** pour modéliser un système logiciel avec une approche orientée objet pour Java ou d'autres langages orienté objet
- **Modèle de traitement Merise (MTM)** pour modéliser en détail les traitements en tenant compte des contraintes de l'environnement du système

- **Modèle de Processus Métiers (MPM)** pour modéliser les différents moyens mis en œuvre dans la réalisation d'un ou de plusieurs processus en gestion opérationnelle.
- **Modèle XML (MSL)** pour modéliser la structure d'un fichier XML à l'aide d'une DTD ou d'un schéma XML.
- **Modèle de Gestion de Exigences (MGX)** qui permet de répertorier et de documenter les besoins des utilisateurs qui doivent être satisfaits lors d'un processus de développement.
- **Modèle de Fluidité de l'Information (MFI)** pour modéliser la réplication des informations depuis une base de données source vers une ou plusieurs bases de données distantes en utilisant des moteurs de réplication
- **Modèle libre (MLB)** pour créer tout type de graphique ou diagramme dans un environnement ouvert.

V.2 / Le MOO du logiciel

Pour la modélisation du logiciel, nous avons d'abord élaboré le MOO du logiciel et à partir de ce MOO, nous générons le MCD.

Pour ce qui est du MOO, nous n'avons pas élaboré tous les neuf diagrammes d'UML Ce qui n'est pas d'ailleurs recommandé. Nous avons tout juste établi les diagrammes à chaque fois qu'on sent le besoin pour mieux avancer dans le développement. De ce fait nous avons constitué le diagramme des classes qui est le diagramme statique le plus utilisé de la modélisation UML et le diagramme des cas d'utilisation.

V.2.1/ Diagramme des classes (Voir annexe 4, p4)

V.2.2 / Diagramme des cas d'utilisation (Voir l'annexe 5)

Remarque

Après le MCD, nous passons au MPD. C'est là où nous nous étions arrêtés un moment pour réorienter notre conception. Au niveau du MPD il y a beaucoup d'éléments qui demandent des spécifications de l'entreprise. Au début, nous avons pensé au paramétrage de ces éléments ce qui n'est pas d'ailleurs aussi évident. C'est bien possible mais il faut une étude très poussée de l'outil et une définition plus précise du cahier des charges.

C'est ainsi que nous avons décidé de mettre de côté pour le moment l'idée d'intégrer une base de données au logiciel. En fait tout ceci relève d'une analyse décisionnelle pure qu'il faut bien maîtriser pour pouvoir l'intégrer à la machine. Toujours est-il que nos ambitions restent les mêmes. Dans un premier temps on veut mettre en place l'application Web (à partir du MOO que nous avons déjà établi) pour répondre au besoin présent, vu qu'il s'agit d'abord d'un projet de fin d'étude et qu'il ne nous reste plus beaucoup de temps pour le soutenir. Par la suite, lorsqu'on aura plus de temps qu'on sera plus en contact avec les entreprises, nous pourrons y intégrer des bases de données et développer d'autres possibilités de l'outil pour mieux cerner le problème actuel de l'énergie sur notre sphère terrestre.

VI / Implémentation du logiciel

Après l'analyse conceptuelle, nous sommes passé à la réalisation du logiciel. Pour cela nous avons utilisé comme outil de travail la plate forme Visual Basic 6.0 qui nous a permis avec ses nombreuses fonctionnalités d'élaborer l'application proprement dite. Par ailleurs, nous avons utilisé des technologies Web comme DHTML, HTML, Javascript, CSS pour développer le support web du logiciel.

Nous allons vous proposer dans la suite une présentation sommaire de chacun de ces outils de travail.

VI.1 / Visual Basic 6.0

VI.1.a / Introduction

VB6 est un outil de Microsoft pour développer facilement des applications fonctionnant sous **Microsoft Windows**. Il est, comme son nom l'indique, un outil visuel permettant de créer sans notion de programmation l'interface graphique (*GUI* - Graphical User Interface) en disposant à l'aide de la souris des éléments graphiques (boutons, images, champs de texte, menus déroulants,...).

L'intérêt de ce langage est de pouvoir associer aux éléments de l'interface des portions de code associées à des événements (clic de souris, appui sur une touche, ...). Pour cela, Visual Basic utilise un petit langage de programmation dérivé du BASIC (signifiant *Beginners All-Purpose Symbolic Instruction Code*, soit *code d'instructions symboliques multi-usage pour les*

débutants). Le langage de script utilisé par Visual Basic est nommé à juste titre **VBScript**, il s'agit ainsi d'un sous-ensemble de Visual Basic. De plus, ce langage est utilisé pour de nombreuses autres applications Microsoft© que Visual Basic:

- Microsoft Access
- Microsoft Active Server Page
- Microsoft Excel
- Microsoft Internet Explorer
- Microsoft Word

Ainsi, pour créer un utilitaire, il suffit de créer son interface graphique à l'aide de la bibliothèque d'éléments en les assemblant tels un puzzle, puis de programmer à l'aide de VBScript les événements associés aux éléments de l'interface.

VI.1.b / Les possibilités de Visual Basic

De par le nombre de composants fournis avec Visual Basic, les possibilités en terme d'interface graphique sont très grandes. D'autre part, les contrôles ActiveX, des composants actifs utilisables dans nos applications, permettent d'avoir accès à des fonctions avancées:

- accès à des bases de données
- accès à des fonctionnalités réseau
- accès à des fonctions d'entrée-sortie
-

VI.1.c / L'environnement Visual Basic

C'est une série d'objets (fenêtres, programmes, menus, etc.) qui travaillent sur un même sujet. On appelle application un Projet.

En démarrant VB on doit choisir de travailler sur un projet existant ou d'en créer un nouveau. Il y a différentes sortes de projets mais, pour l'instant nous allons créer un *Standard EXE*.

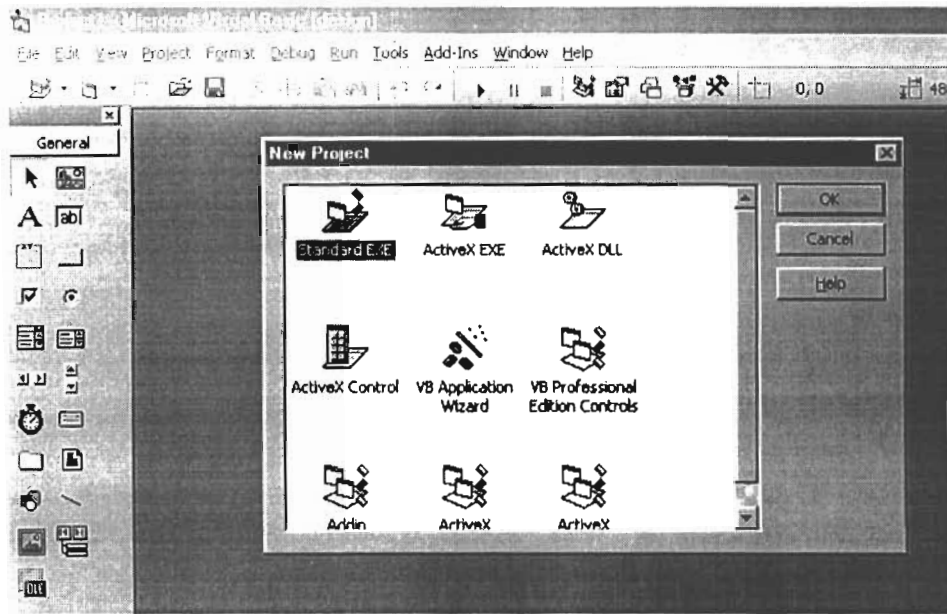


Fig.9 : 1ère Interface de VB6

Tout d'abord, remarquons qu'en lançant VB nous avons une première feuille, un *Form*, qui s'ouvre. La feuille est l'objet le plus visible de VB. Nous utilisons la feuille pour créer l'interface avec l'utilisateur. Pour créer une feuille on y place des *Controls* tels que ceux du *Toolbox* à la gauche de l'écran.

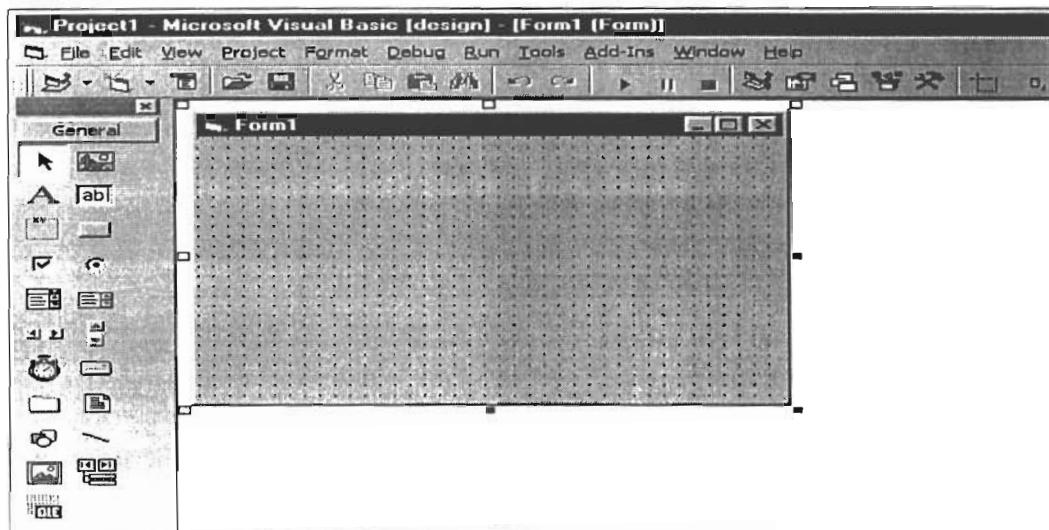


fig.10 : Présentation d'un « FORM »

VI.1.d / Le langage VB : Technique de base

Lignes de code

Le langage VB n'est pas très rigide: les espaces, indentations, etc. n'ont pas d'importance pour le compilateur. Cependant, on doit respecter les techniques de base concernant la lisibilité du code.

En général on écrit une commande par ligne; pour la lisibilité il est parfois préférable de mettre la commande sur 2 lignes en utilisant le caractère de continuation (espace underscore) `_`. L'utilisation de majuscules ou minuscules n'a pas d'importance, sauf pour la lisibilité.

Commentaires

Le caractère de commentaire est l'apostrophe `'`. L'usage de commentaires dans les codes ou des explications est recommandé. Les commentaires peuvent être au début d'une ligne ou après le code comme: `' Ceci est un commentaire.`

Noms de variables

- Le nom doit commencer par une lettre.
- Maximum de 40 caractères.
- Ne doit pas contenir d'espaces; peut contenir des signes excepté ceux qui décrivent un data type : `!` single, `#` double, `%` integer, `$` string, `&` long, `@` currency (le trait d'union - quoique légal est fortement déconseillé car il porte à confusion avec l'opération moins; utilisez plutôt le underscore comme : nom_famille ou les majuscules comme : NomFamille).
- Ne doit pas être un mot réservé (qui fait partie du code).

Types de données

Data type	Storage size	Range
Byte	1 byte	0 to 255
Boolean	2 bytes	True or False
Integer	2 bytes	-32,768 to 32,767
Long (long integer)	4 bytes	-2,147,483,648 to 2,147,483,647
Single (single-precision floating-point)	4 bytes	-3.402823E38 to -1.401298E-45 for negative values; 1.401298E-45 to 3.402823E38 for positive values
Double (double-precision floating-point)	8 bytes	-1.79769313486232E308 to -4.94065645841247E-324 for negative values; 4.94065645841247E-324 to 1.79769313486232E308 for positive values
Currency (scaled integer)	8 bytes	-922, 337, 203, 685,477.5808 to 922, 337, 203, 685,477.5807
Decimal	14 bytes	+/-79,228,162,514,264,337,593,543,950,335 with no decimal point; +/-7.9228162514264337593543950335 with 28 places to

Une constante est une valeur qui ne change pas au cours de l'exécution d'une procédure; on la déclare avec **Const** comme: Const ValeurPi = 3.1416.

Portée des variables (Scope)

Une variable déclarée dans une procédure avec l'instruction Dim est **locale**; lorsqu'on sort de la procédure la variable n'existe plus. Si on déclare la variable dans la section General/Declarations avec Dim, la variable est **locale au module** ; elle est disponible pour toutes les autres procédures de la feuille. Si on déclare la variable dans la section General/Declarations d'un module (et non d'une feuille), avec l'instruction **Public au lieu de Dim**, la variable est **globale** et elle est disponible à l'application toute entière.

Opérateurs

Les opérateurs arithmétiques habituels sont disponibles: +, -, *, /, ^ .

Le signe & est utilisé pour une concaténation de chaînes.

Les opérateurs de comparaison habituels sont utilisés: =, >, <, <=, >=, <>, ainsi que **AND, OR, NOT, IS** et **LIKE**.

VI.2 / DHTML

Présentation

Le DHTML (*D*ynamic *H*yper*T*ext *M*arkup *L*anguage) n'est pas à proprement parler un langage de balises pour Internet, il n'existe d'ailleurs aucune norme DHTML à part entière. En réalité, *le DHTML est un ensemble de technologies Internet associées afin de fournir des pages HTML plus interactives, c'est-à-dire dont le contenu peut être modifié grâce à des événements (mouvements de la souris, survol d'un objet par le curseur, ...) après le chargement de la page .*

Les technologies que le DHTML met en oeuvre sont:

- **Le HTML**, nécessaire pour présenter le document
- Les feuilles de style (**CSS**), permettant de définir un style pour plusieurs objets et le positionnement de ceux-ci sur la page
- Le modèle objet de document (**DOM**), proposant une hiérarchie d'objets, afin de faciliter leur manipulation

- Le **Javascript**, un petit langage de script essentiel pour définir des événements utilisateur
- (éventuellement le **VBScript**)

La notion de couche

Qu'est ce qu'une couche ?

Le DHTML est basé sur une fonctionnalité provenant de la norme 4.0 du HTML: les **feuilles de style en cascade de positionnement**, aussi appelée **CSS-P** (*Cascade Style Sheets Positioning*). Celles-ci permettent de définir des "couches" contenant des éléments et pouvant être positionnées sur l'écran. Il s'agit en réalité de balises HTML spéciales pouvant contenir elles-mêmes d'autres balises HTML, et dont les attributs sont entre-autres:

- La position par rapport au haut du navigateur
- La position par rapport à la bordure gauche du navigateur
- La largeur
- La hauteur
- Le Z-Index, c'est-à-dire le niveau de superposition de la balise

En effet, on appelle ces conteneurs HTML "*couches*" car il s'agit d'éléments HTML pouvant être superposés à l'écran comme des carrés de papier calque et pouvant être déplacés séparément (chaque calque est repéré par un identifiant unique que l'on définit comme attribut) dans la fenêtre du navigateur grâce à du Javascript. De plus, le Z-index définit l'ordre de superposition des calques, c'est-à-dire quel calque se trouve au-dessus des autres

Les balises DIV, SPAN et LAYER

Les balises permettant de constituer des couches sont les balises LAYER, SPAN et DIV.

La première (LAYER) est une balise spécifique à Netscape Navigator, et dont le fonctionnement est très proche de celle énoncée ci-dessus, c'est-à-dire la superposition de transparents (*layer* signifie justement *couche*). Les balises *DIV* et *SPAN* sont plus génériques mais sont toutefois mieux supportées par Internet Explorer que Netscape Navigator.

La balise LAYER

La syntaxe de la balise *LAYER* est la suivante:

```
<LAYER NAME="Nom de la couche" LEFT="Distance au bord gauche"
TOP="Distance au haut">
```

éléments HTML

```
</LAYER>
```

Les balises DIV et SPAN

Avec Internet Explorer (versions 4 et supérieures), le positionnement des éléments se fait selon le concept des CSS-P, au moyen des balises DIV et SPAN. Etant donné que le navigateur Internet Explorer 4 est apparu après Netscape Navigator 4, les possibilités "dynamiques" qu'il offre sont plus vaste que celles de Netscape, c'est-à-dire qu'il offre plus d'attributs au niveau de ses balises, pouvant être modifiées par l'intermédiaire d'un code écrit en Javascript après chargement de la page (d'où la notion de HTML dynamique).

Avec les balises DIV et SPAN, le positionnement peut se faire de deux façons:

- **Le positionnement absolu** se détermine par rapport au coin supérieur gauche de la fenêtre du navigateur. Les coordonnées d'un point s'expriment alors de haut en bas (top) et de gauche à droite (left).
- **Le positionnement relatif** se fait par rapport à d'autres éléments, comme une image, c'est-à-dire que les éléments contenus dans la balises DIV ou SPAN seront positionnés à la suite des éléments HTML après lesquels ils se trouvent.

La syntaxe des balises *DIV/SPAN* est la suivante:

```
<DIV style="position: absolute; top: 99 px;
```

```
left: 99 px; visibility: visible-index: 2;">
```

éléments HTML

```
</DIV>
```

(***) Animer les éléments en DHTML

Le principe

L'animation des éléments présents sur une page Web se fait en modifiant leur propriété (position, hauteur, largeur, visibilité, z-index, ...) ou en utilisant leur méthodes (fonctions associées à un élément). Cela ne peut se faire qu'à l'aide d'un code **Javascript**, permettant de modifier les propriétés des éléments suite à des événements utilisateurs (clic sur la souris, déplacement de la souris, ...), et cela grâce à une structuration des éléments dans la page définie par le **DOM** (*Document Object Model*).

Le Document Object Model (DOM)

Le *Document Object Model* est un principe consistant à représenter le navigateur et le document qui y est affiché comme une hiérarchie d'objets (dans une approche orientée objet), possédant des propriétés intrinsèques et auxquels on peut accéder en décrivant la hiérarchie qui mène à chaque objet.

Toutefois, le *Document Object Model* ayant été implémenté de manière "sauvage" dans les deux navigateurs concurrents (ie *Netscape* et *Internet Explorer*), la hiérarchie et les propriétés diffèrent quelque peu entre les deux navigateurs.

VI.3 / HTML

Le HTML ("HyperText Markup Language") est un système qui formalise l'écriture d'un document avec des balises de formatage indiquant la façon dont doit être présenté le document et les liens qu'il établit avec d'autres documents.

Il permet, entre autre, la lecture de documents sur Internet à partir de machines différentes grâce au protocole http (HyperText Transport Protocole) permettant d'accéder via le réseau à des documents repérés par une adresse unique, appelée URL (Uniform Resource Locator).

En effet le Web est une énorme archive vivante de textes formatés, d'images, de sons, de vidéo ... Ces documents sont **organisés** autour d'une page d'accueil qui guide les visiteurs vers d'autres pages HTML grâce à des liens hypertextes

1 / Le HTML est un langage à balises

Le HTML n'est pas un langage de programmation, c'est un simple fichier texte contenant des **balises** permettant de mettre en forme le texte, les images

Une balise est une commande (un nom) encadrée par le caractère inférieur (<) et le caractère supérieur (>) par exemple "<H1>".

Comment utiliser les balises HTML ?

Les balises HTML peuvent être uniques; la balise
 représente par exemple un retour à la ligne.

Les balises HTML peuvent également fonctionner par paire afin d'agir sur le texte qu'ils encadrent (la balise de fin est alors précédé d'un /) :

<marqueur> Votre texte formaté </marqueur>

Ainsi les balises et permettent de mettre en gras le texte qu'elles encadrent :

 Ce texte est en gras

Remarque : Les balises ne sont pas sensibles à la casse, c'est-à-dire qu'on peut les écrire indifféremment en minuscules ou en majuscules

La page HTML minimum

Une page HTML est un simple fichier texte commençant par la balise <HTML> et finissant par la balise </HTML>. Elle contient également un *en-tête* décrivant le titre de la page, puis un *corps* dans lequel se trouve le contenu de la page.

L'en-tête est délimité par les balises <HEAD> et </HEAD>

Le corps est délimité par les balises <BODY> et </BODY>.

Ainsi la page HTML minimum peut être représentée comme suit :

<HTML>

<HEAD>

<TITLE> Le titre </TITLE>

</HEAD>

<BODY>

Contenu de la page

</BODY>

</HTML>

2 / Les balises de structure

Les balises peuvent être réparties en deux classes : celles qui modifient la structure de la page et celles qui modifient le style du texte.

Parmi les balises de structure on trouve les en-têtes, les paragraphes, les listes ...

Les en-têtes

Les balises d'en-tête fonctionnent par paire (<balise></balise>), il en existe 6 niveaux: H1, H2, H3, H4, H5, H6.

Les attributs

Les attributs suivants sont placés dans les balises de structure pour permettre une disposition plus précise des éléments HTML : ALIGN, NOWRAP, ID, LANG, CLASS et CLEAR.

Les attributs s'utilisent de la manière suivante:

<BALISES ATTRIBUT1=XXXXX ATTRIBUT2=XXXX> Texte </BALISE>

Par exemple:

<H1 ALIGN=LEFT> Texte aligné à gauche </H1>

Paragraphes

HTML considère les paragraphes comme des blocs de texte. Les browsers répartissent au mieux leur contenu dans leur fenêtre à moins qu'ils n'aient rencontré un attribut NOWRAP ou NOBR.

A l'intérieur d'un paragraphe, les espaces, tabulations et retours chariot comptent pour un seul espace (il ne sert à rien de mettre plusieurs espaces, il faut recourir à un autre moyen).

La mise en page par blocs de texte est réalisée par l'intermédiaire de la paire de balises <p> et </p>.

Cette balise accepte n'importe lequel des attributs vus précédemment.

Le retour chariot (retour à la ligne simple) est réalisé grâce à la balise
.

On peut aussi insérer une ligne horizontale grâce à la balise <hr>.

Blocs d'éléments

Il existe des balises servant à indenter le texte : ce sont des conteneurs.

Les listes

Une liste est un paragraphe structuré contenant une suite d'articles. Il en existe trois types:

- Ordonnée
- Non ordonnée
- De définition

3 / Les tableaux en HTML

Utilisation des tableaux

On a souvent besoin de présenter des informations mieux structurées qu'avec des listes. Les tableaux permettent de les afficher en lignes et en colonnes.

Les tableaux sont définis comme étant des suites de lignes.

Le tableau est encadré par les balises <TABLE> et </TABLE>.

Le titre du tableau est encadrée par <CAPTION> </CAPTION>.

Chaque ligne est encadrée par <TR> </TR> (*Table Row*, traduisez par *ligne du tableau*).

Les cellules d'en-tête sont encadrées par <TH> </TH> (pour *Table Header* : En-tête de tableau).

Les cellules de valeur sont encadrées par <TD> </TD> (*Table Data*: Donnée de tableau).

4 / Les liens hypertextes et ancrage

Les **ancrages** (*liens hypertextes*) sont des éléments d'une page HTML (soulignés lorsqu'il s'agit de texte) qui emmènent dans un autre endroit lorsqu'on clique dessus. C'est ce qui permet de lier des pages Web entre elles.

Les liens hypertextes permettent de naviguer:

- vers un autre endroit du document
- vers un fichier HTML situé à un emplacement différent sur la machine qui héberge la page
- vers une autre machine

L'attribut principal des ancrages est *href*. Il s'écrit sous la forme:

```
<a href="Adresse ou URL"> .. </a>
```

Lien externe

Il crée un lien vers une page dont on spécifie l'URL.

Par exemple

```
<a href="http://www.rewmi.com"> Rewmi? </a>
```

Lien local

On peut créer un lien vers une page située sur le même ordinateur en remplaçant l'URL par le fichier cible. Ce lien peut être fait de façon relative, en repérant le fichier cible par rapport au fichier source. Si le fichier cible est "index.html" situé dans le répertoire parent, son lien s'écrira :

```
<a href=" ../index.html"> ... </a>
```

Ce lien peut aussi être fait de façon absolue, en écrivant l'adresse du fichier cible de façon locale:

```
<a href="file:///lecteur:/répertoire/index.html"> ... </a>
```

Les signets

On peut créer un signet dans une page c'est-à-dire marquer un endroit précis d'une page pour s'y rendre par hypertexte. Cela se fait grâce à l'attribut NAME ou ID (pour les browsers plus récents).

Par exemple:

```
<p id="signet"> ... </p>
```

On l'appellera grâce au lien suivant:

```
<a href="#signet"> ... </a>
```

On peut ainsi se déplacer à un endroit précis sur une autre page:

```
<a href="url/nom_du_fichier.html#signet"> ... </a>
```

6 / Les images

Quelques images sur un site Web le rendront plus attractif. Cependant il ne faut pas sombrer dans l'excès car les images impliquent un temps de chargement assez long.

Les images peuvent être sur le même ordinateur que la page ou bien ailleurs sur un autre site (il faudra veiller à ce que l'image soit alors accessible).

Il y a grossièrement deux formats d'images qu'on pourra inclure dans sa page:

- Les images **JPEG (.JPG)**: les images ayant un grand nombre de couleurs seront bien compressées, c'est-à-dire qu'elles prendront moins de place, donc nécessiteront un temps de chargement moindre) ;
- Les images **GIF**: Leur taille est faible dans le cas d'images avec peu de couleurs, ce format permet en outre d'avoir des images entrelacées (qui s'affichent progressivement) et des images dont on définit une couleur comme transparente ;

On utilise la balise pour inclure une image, il ne crée pas de retour à la ligne. Ses trois principaux attributs sont :

- **SRC**: Indique l'emplacement de l'image (il est obligatoire) ;
- **ALIGN**: Spécifie l'alignement de l'image par rapport au texte adjacent. Il peut prendre les valeurs: TOP, MIDDLE, et BOTTOM (au-dessus, au milieu et en dessous)
- **ALT**: Permet d'afficher un texte lorsque l'image ne s'affiche pas.

Ainsi pour insérer une image, il faudra saisir une balise du type suivant :

```
<IMG SRC="url/image.gif|url/image.jpg" ALT="Texte remplaçant l'image">
```

5 / Les formulaires

Intérêt d'un formulaire

Les formulaires interactifs permettent aux auteurs de pages Web de dialoguer avec leurs lecteurs, un peu comme les coupons-réponse que l'on trouve dans les magazines.

Le lecteur saisit des informations en remplissant des champs ou en cliquant sur des boutons, puis appuie sur un bouton de soumission (submit) pour l'envoyer soit à un URL, c'est-à-dire de façon générale à une adresse e-mail ou à un script CGI (Common Gateway Interface, traduisez "Interface de passerelle généralisée") stocké sur un serveur et écrit dans un langage de programmation comme un shell UNIX, PERL, TCL, Applescript, etc.

La balise FORM

Les formulaires sont délimités par la balise `<FORM> ... </FORM>`, une balise qui permet de regrouper plusieurs éléments de formulaire (boutons, champs de saisie,...) et qui possède les attributs obligatoires suivants:

- **METHOD** indique sous quelle forme seront envoyées les réponses "POST" est la valeur qui correspond à un envoi de données stockées dans le corps de la requête, tandis que "GET" correspond à un envoi des données codées dans l'URL, et séparées de l'adresse du script par un point d'interrogation .
- **ACTION** indique l'adresse d'envoi (script CGI ou adresse email (mailto:adresse.email@machine))

La balise FORM possède comme attribut facultatif *ENCTYPE* qui spécifie le codage des données dans l'URL, toutefois il n'est pas nécessaire de le préciser car la valeur attribuée par défaut (application/x-www-form-urlencoded) est la seule valeur valide. L'attribut facultatif *ACCEPT* permet de définir les types MIME (Multipurpose Internet Mail Extensions) des données pouvant être envoyées par le formulaire.

Voici la syntaxe de la balise FORM:

```
<FORM METHOD="POST" ou "GET" ACTION="url" ENCTYPE="x-www-form-urlencoded">
```

```
...
```

```
</FORM>
```

A l'intérieur de la balise FORM...

La balise *FORM* constitue en quelque sorte un conteneur permettant de regrouper des éléments qui vont permettre à l'utilisateur de choisir ou de saisir des données, ensemble de

données qui seront envoyées à l'URL indiqué dans l'attribut *ACTION* de la balise *FORM* par la méthode indiquée par l'attribut *METHOD*.

Il est possible d'insérer n'importe quel élément HTML de base dans une balise *FORM* (textes, boutons, tableaux, liens,...) mais il est surtout intéressant d'insérer des éléments interactifs. Ces éléments interactifs sont:

- La balise *INPUT*: un ensemble de boutons et de champs de saisie
- La balise *TEXTAREA*: une zone de saisie
- La balise *SELECT*: une liste à choix multiples

Envoi des données

Lorsqu'un formulaire est soumis (appui sur le bouton de soumission), les données présentes dans le formulaire sont envoyées au script CGI sous forme de paires nom/valeur, c'est-à-dire un ensemble de données représentées par le nom de l'élément de formulaire, le caractère "=", puis la valeur associée. L'ensemble de ces paires nom/valeur étant séparées entre elles par des esperluettes (caractère &). Les données envoyées ressembleront donc à ceci :

```
champ1=valeur1&champ2=valeur2&champ3=valeur3
```

Dans le cas de la méthode GET (envoi des données à travers l'URL), l'URL ressemblera à une chaîne du genre:

```
http://www.commentcamarche.net/cgi-bin/script.cgi?champ1=val1&champ2=val2
```

La balise INPUT

La balise *INPUT* est la balise essentielle des formulaires, car elle permet de créer un bon nombre d'éléments "interactifs". La syntaxe de cette balise est la suivante:

```
<INPUT type="Nom du champ" value="Valeur par défaut" name="Nom de l'élément">
```

L'attribut *name* est essentiel car il permettra au script CGI de connaître le champ associé à la paire nom/valeur, c'est-à-dire que le nom du champ sera suivi du caractère "=" puis de la valeur entrée par l'utilisateur, ou dans le cas contraire de la valeur par défaut repéré par l'attribut *value*.

L'attribut *type* permet de préciser le type d'élément que représente la balise *INPUT*, voici les valeurs que ce champ peut prendre:

- **Checkbox** : il s'agit de *cases à cocher* pouvant admettre deux états: *checked* (coché) et *unchecked* (non coché). Lorsque la case est cochée la paire nom/valeur est envoyée au CGI
- **hidden** : il s'agit d'un *champ caché*. Ce champ non visible sur le formulaire permet de préciser un paramètre fixe qui sera envoyé au CGI sous forme de paire nom/valeur
- **file**: il s'agit d'un *champ* permettant à l'utilisateur de préciser l'emplacement d'un fichier qui sera envoyé avec le formulaire. Il faut dans ce cas préciser le type de données pouvant être envoyées grâce à l'attribut *ACCEPT* de la balise *FORM*
- **image**: il s'agit d'un *bouton de soumission personnalisé*, dont l'apparence est l'image située à l'emplacement précisé par son attribut *SRC*
- **password**: il s'agit d'un *champ de saisie*, dans lequel les caractères saisis apparaissent sous forme d'astérisques afin de camoufler la saisie de l'utilisateur
- **radio**: il s'agit d'un *bouton* permettant un choix parmi plusieurs proposés (l'ensemble des boutons radios devant porter le même attribut *name*. La paire nom/valeur du bouton radio sélectionné sera envoyée au CGI. Un attribut *checked* pour un des boutons permet de préciser le bouton sélectionné par défaut
- **reset**: il s'agit d'un *bouton de remise à zéro* permettant uniquement de rétablir l'ensemble des éléments du formulaire à leurs valeurs par défaut
- **submit**: il s'agit du *bouton de soumission* permettant l'envoi du formulaire. Le texte du bouton peut être précisé grâce à l'attribut *value*
- **text**: il s'agit d'un *champ de saisie* permettant la saisie d'une ligne de texte. La taille du champ peut être définie à l'aide de l'attribut *size* et la taille maximale du texte saisi grâce à l'attribut *maxlength*

La balise TEXTAREA

La balise *TEXTAREA* permet de définir une zone de saisie plus vaste par rapport à la simple ligne de saisie que propose la balise *INPUT*. Cette balise possède les attributs suivants:

- **cols**: représente le nombre de caractères que peut contenir une ligne
- **rows**: représente le nombre de lignes



- **name**: représente le nom associé au champ, c'est le nom qui permettra d'identifier le champ dans la paire nom/valeur
- **readonly**: permet d'empêcher l'utilisateur de modifier le texte entré par défaut dans le champ
- **value**: représente la valeur qui sera envoyée par défaut au script si le champ de saisie n'est pas modifié par une frappe de l'utilisateur

La balise SELECT

La balise *SELECT* permet de créer une liste déroulante d'éléments (précisés par des balises *OPTION* à l'intérieur de celle-ci). Les attributs de cette balise sont :

- **name** : représente le nom associé au champ, c'est le nom qui permettra d'identifier le champ dans la paire nom/valeur
- **disabled** : permet de créer une liste désactivée, c'est-à-dire affichée en grisée
- **size**: représente le nombre de lignes dans la liste (cette valeur peut être plus grande que le nombre d'éléments effectifs dans la liste)
- **multiple**: marque la possibilité pour l'utilisateur de choisir plusieurs champs dans la liste

6 / Les Méta-tags

Qu'appelle-t-on "Méta Tag" ?

Les méta-tags sont des balises spéciales situées dans l'en-tête (c'est-à-dire la balise *HEAD*, avant la balise *BODY*) de votre document HTML, servant à aider les moteurs de recherche à indexer votre site Web.

Il est possible d'écrire plusieurs métags les uns après les autres dans l'en-tête de la page, en utilisant la notation suivante:

```
<META HTTP-EQUIV="Nom du tag" CONTENT="Attribut">
```

Il en existe d'autres s'écrivant de la manière suivante:

```
<META NAME="Nom du tag" CONTENT="Attribut">
```


VI.4 / JavaScript

1 / Qu'est-ce que le Javascript?

Javascript a été mis au point par Netscape en 1995. A l'origine, il se nommait LiveScript et était destiné à fournir un langage de script simple au navigateur *Netscape Navigator 2*. Il a à l'époque longtemps été critiqué pour son manque de sécurité, son développement peu poussé et l'absence de messages d'erreur explicites rendant dure son utilisation. Le 4 décembre 1995, suite à une association avec le constructeur Sun, Netscape rebaptise son langage *Javascript* (un clin d'oeil au langage Java développé par Sun). A la même époque, Microsoft mit au point le langage *Jscript*, un langage de script très similaire. Ainsi, pour éviter des dérives de part et d'autre, un standard a été défini pour normaliser les langages de script, il s'agit de l'*ECMA 262*, créé par l'organisation du même nom (ECMA, *European Computer Manufactures Association*).

2 / A quoi ressemble un script?

Un script est une portion de code qui vient s'insérer dans une page HTML. Le code du script n'est toutefois pas visible dans la fenêtre du navigateur car il est compris entre des balises (ou tags) spécifiques qui signalent au navigateur qu'il s'agit d'un script écrit en langage JavaScript. Les balises annonçant un code Javascript sont les suivantes:

```
<SCRIPT language="Javascript">
```

```
Placez ici le code de votre script
```

```
</SCRIPT>
```

3 / Implantation du code Javascript

(*) A quel emplacement insérer le Javascript dans votre page HTML ?

Il existe plusieurs façons d'inclure du JavaScript dans une page HTML:

- Grâce à la balise <SCRIPT>
- En mettant le code dans un fichier
- Grâce aux événements

Chapitre 3 :

Présentation du logiciel NRJ_MASTER et de son support
Web

I / Introduction

NRJ_MASTER version 1.0.0 a été édité sous Visual Basic 6. Conçu d'une manière très ergonomique avec son environnement convivial afin que les futurs utilisateurs puissent l'employer aisément, il a nécessité environ 6000 lignes de codes pour l'instant.

Ce logiciel est un outil très performant et répond aux réalités industrielles de nos jours.

Cet outil innovant et efficace pour tout diagnostiqueur énergétiste, en allège grandement sa tâche.

A l'état actuel, 2 logiciels concurrents sont disponibles dans le marché : *XPER energy* et *NRJMARKET*. Ces derniers bien qu'étant utiles, sont trop restreints, car ils se limitent tout simplement qu'à l'analyse des factures d'électricité. D'autres part, l'une de ces deux applications ne peut être utilisée qu'en ligne (sur internet). Par contre **NRJ_MASTER** ne se limite pas seulement à l'énergie électrique, il traite aussi d'autres sources d'énergie. En plus de ces avantages, il possède : des modules d'analyse de rentabilité de nouveaux investissements, des grilles de synthèse (tableau des dépenses énergétiques, tableau de suivi des consommations énergétiques dans le temps), des tableaux de recommandations préétablis, etc.

II / Présentation de NRJ MASTER 1.0.0

En lançant l'application depuis son raccourci sur le bureau, ou bien en passant successivement dans le menu "Démarrer", "Tous les programmes", "NRJ_MASTER", on aperçoit son écran de démarrage (voir Fig.1).



Fig.11 : Ecran de démarrage

Quelques secondes après, il disparaît pour laisser apparaître l'écran d'accueil (voir fig.2).

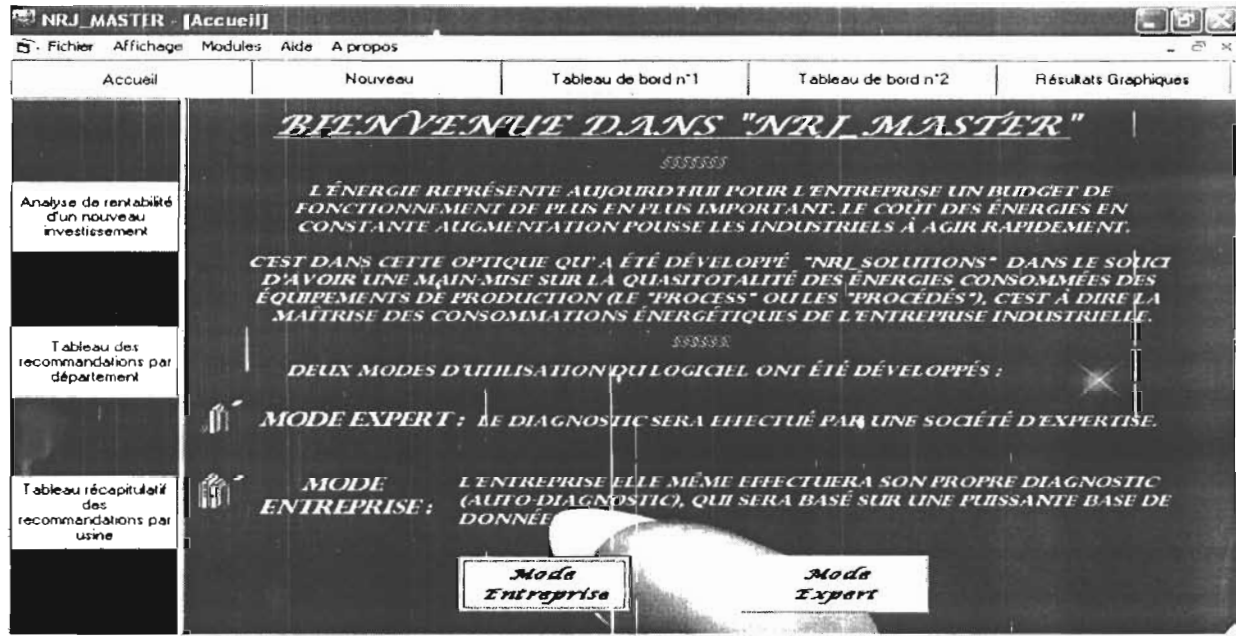


Fig.12 : Ecran d'accueil

Au niveau de la page d'accueil, l'utilisateur a deux possibilités pour effectuer son diagnostic (comme expliqué à la Fig.2). Rappelons que durant ce pré développement, seul le mode expert a été implémenté.

II.1 / Entrée des données utiles pour le diagnostic

Pour débiter le diagnostic, on clique sur le bouton "Mode Expert". L'interface de renseignement de l'entreprise (voir Fig.3) s'affiche. On remplit ce formulaire dont certains champs sont obligatoires ("Raison sociale de l'entreprise", "Nombre d'usine (s)").

Fig.13 : Formulaire ENTREPRISE

Ensuite, on remplit successivement les formulaires : *USINE*, *DEPARTEMENT*, *SECTION* et *UNITE CONSOMMATRICE* (Voir : Fig.4 jusqu'à Fig.11).

La structure de navigation pour entrer des données utiles à l'établissement du bilan énergétique, du formulaire entreprise jusqu'à la plus petite unité consommatrice est décrite à l'annexe 5.

Fig.14 : Formulaire USINE

Fig.15 : Formulaire DEPARTEMENT

Fig.16 : Formulaire SECTION

Fig.17 : Formulaire UNITE CONSOMMATRICE (électricité)

NRJ_MASTER - [Unité consommatrice 1]

Fichier Affichage Modules Aide A propos

Accueil Nouveau Tableau de bord n°1 Tableau de bord n°2 Résultats Graphiques

Nom de l'unité consommatrice : 1

Données énergétiques **Données de production** Listes des déchets énergétiques Fiche Technique

DONNEES DE PRODUCTION

Nature des coûts	Montant
Amortissement	<input type="text"/>
Frais d'entretien	<input type="text"/>
Frais de personnel	<input type="text"/>
Consommation d'énergie	<input type="text"/>
Total	<input type="text"/>
Temps de fonctionnement	<input type="text"/>

Fig.18 : Formulaire UNITE CONSOMMATRICE (Données de production)

NRJ_MASTER - [Unité consommatrice 1]

Fichier Affichage Modules Aide A propos

Accueil Nouveau Tableau de bord n°1 Tableau de bord n°2 Résultats Graphiques

Nom de l'unité consommatrice : 1

Données énergétiques Données de production **Listes des déchets énergétiques** Fiche Technique

LISTE DES ENERGIES RECUPERABLES

Le tableau ci des sous sert à l'enregistrement de tous les déchets énergétiques produits par cette unité consommatrice:

Désignation	Teneur en eau %	PCI (th/T brut)	Quantité

Ajouter une nouvelle Ligne

Supprimer une ligne

Fig.19 : Formulaire UNITE CONSOMMATRICE (Liste des déchets énergétiques)

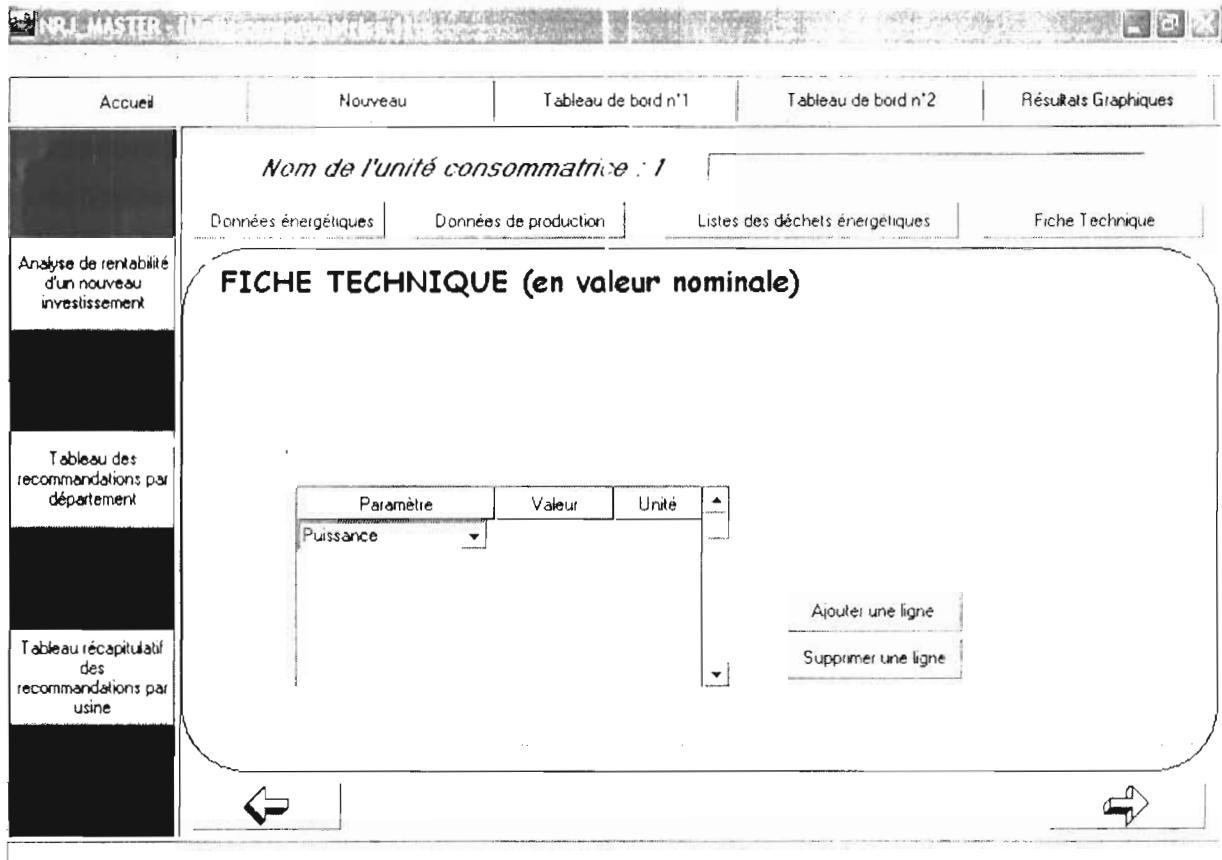


Fig.20 : Formulaire UNITE CONSOMMATRICE (Fiche technique)

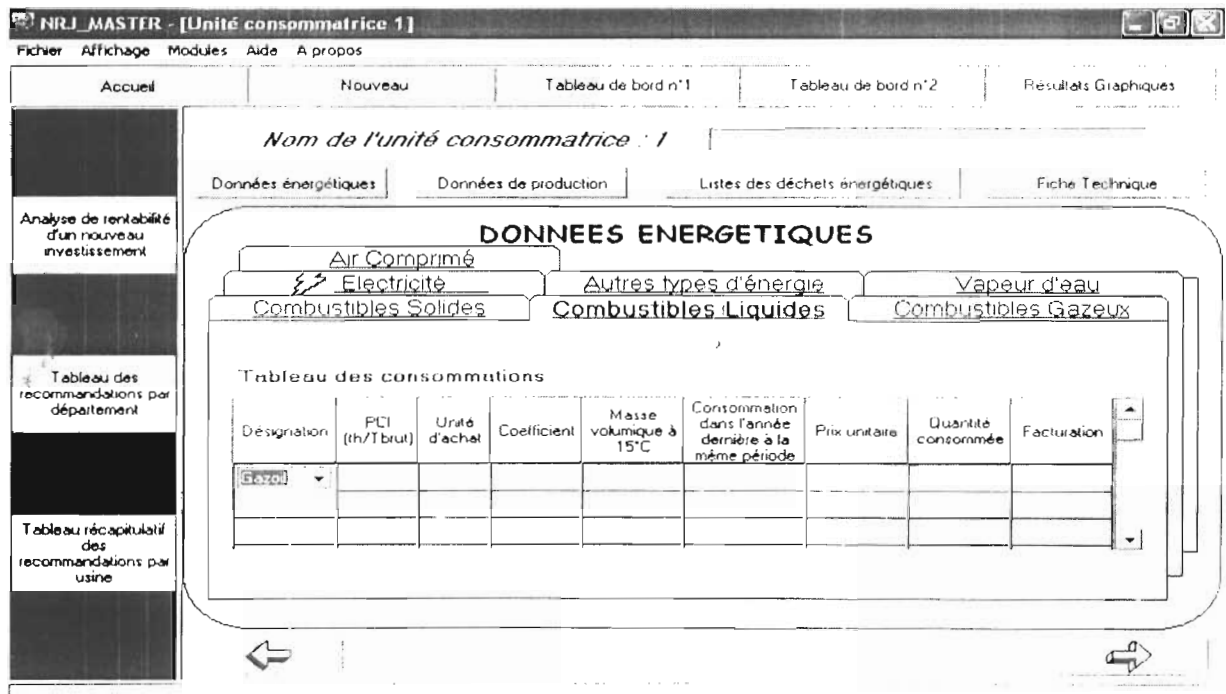


Fig.21 : Formulaire UNITE CONSOMMATRICE (Données énergétiques : combustibles liquides)

II.2 / Affichage des résultats et utilisation des modules accompagnant NRJ Master

- Pour faire l'analyse d'un investissement, on clique sur "Modules" qui se trouve dans la barre des menus, puis sur "Analyse de rentabilité d'investissement", enfin on choisit son type de financement.

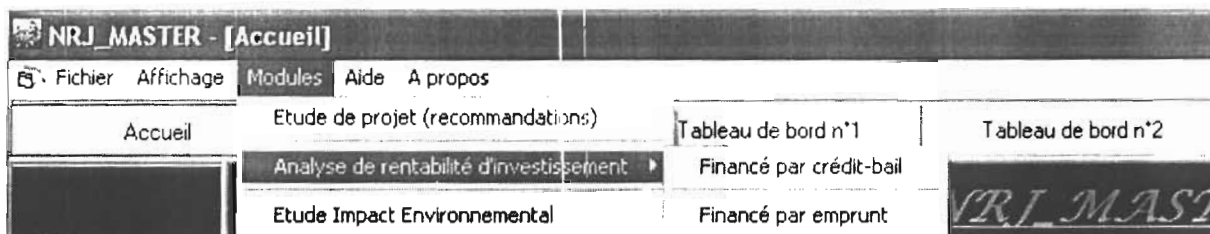


Fig.22 : Menu déroulant "Module"

- Clic sur : "Financé par crédit-bail"

On saisit les paramètres de l'investissement, puis en cliquant sur le bouton "Résultats", le tableau détaillé du calcul de coût réel s'affiche automatiquement.

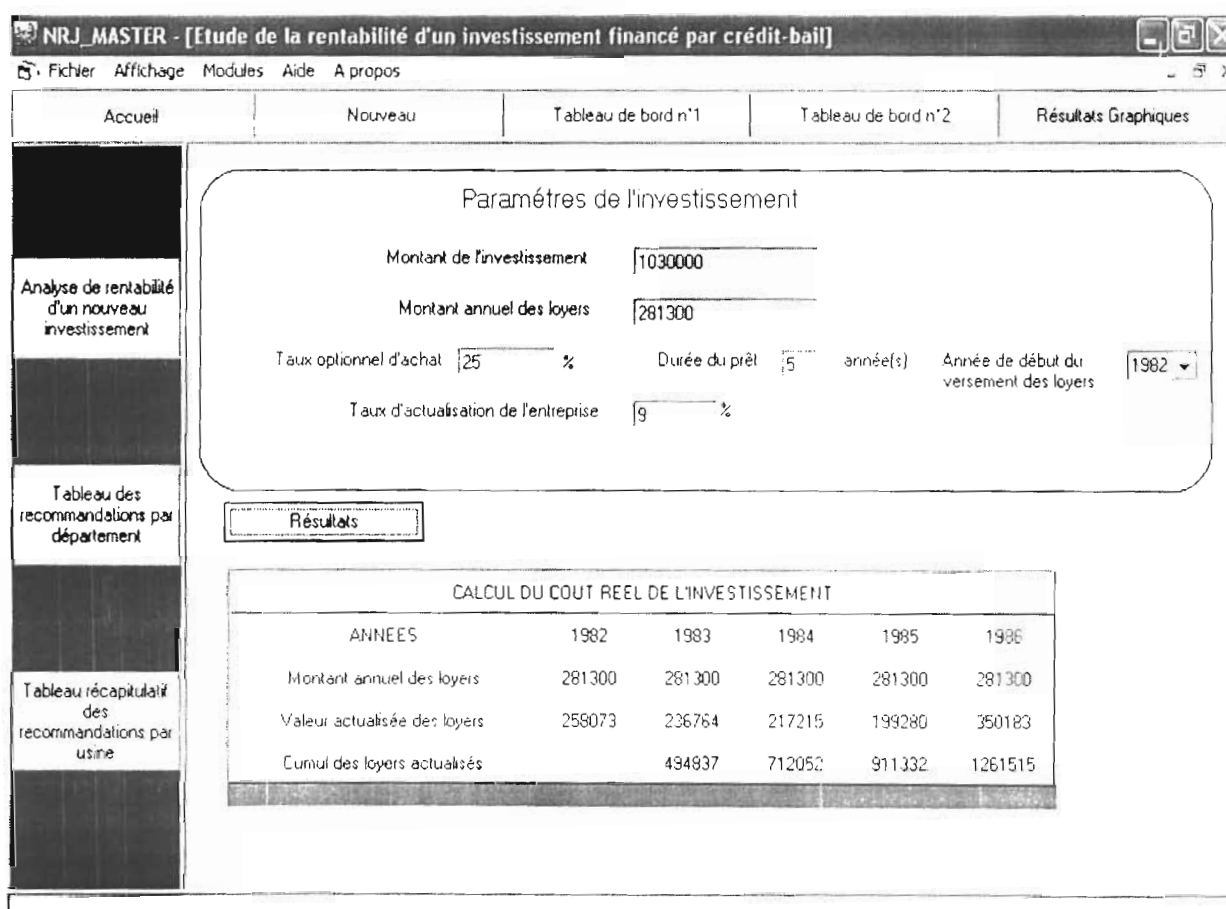


Fig.23 : Exemple de calcul de coût réel d'un investissement financé par crédit bail

- Clic sur : "Financé par emprunt"

On procède de la même manière que précédemment avec l'investissement financé par crédit bail.

The screenshot shows the 'Paramètres de l'investissement' (Investment Parameters) window. The parameters are as follows:

- Montant de l'investissement: 1030000
- Montant pouvant être financé par emprunt: 721000
- Taux préférentiel: 14.5 %
- Durée du prêt: 5 année(s)
- Taux d'actualisation de l'entreprise: 9 %
- Bonification: Bonification: 1 Points

Below the parameters is a table titled 'COÛT REEL DE L'INVESTISSEMENT' (Real Cost of Investment).

Calcul du coût réel de l'investissement		Montant en FCFA
Montant à financer		1030000
Emprunt	Montant	721000
	Taux préférentiel	13,5
	Durée de prêt	5 ans
Remboursement	Montant de l'annuité	207497
	Taux d'actualisation	9
	Valeur actualisée du remboursement total	807092
Montant devant être autofinancé		309000
Coût réel actualisé de l'investissement		1116092

Fig.24 : Exemple de calcul de coût réel d'un investissement financé par emprunt

➤ Pour afficher les formulaires de recommandations, on clique sur un des boutons de recommandation situés à gauche de l'interface de l'application.

Par exemple : pour effectuer des recommandations relatives à un département, on clique sur le bouton mis en relief suivant :



Fig 25 : Bouton de commande d'affichage de formulaire de recommandations pour un département

Ainsi, il apparaîtra d'abord une première boîte de dialogue (voir Fig.16) demandant les paramètres du futur formulaire de recommandations. Après avoir renseigné cette boîte, on valide. Le formulaire ainsi paramétré s'affiche dans l'écran (Voir Fig.17).

Notons que les valeurs des cellules de la colonne "TCO2 évitées" sont générées automatiquement par l'application (Le logiciel effectue directement la conversion des TEP évitées en TCO2 évitées).

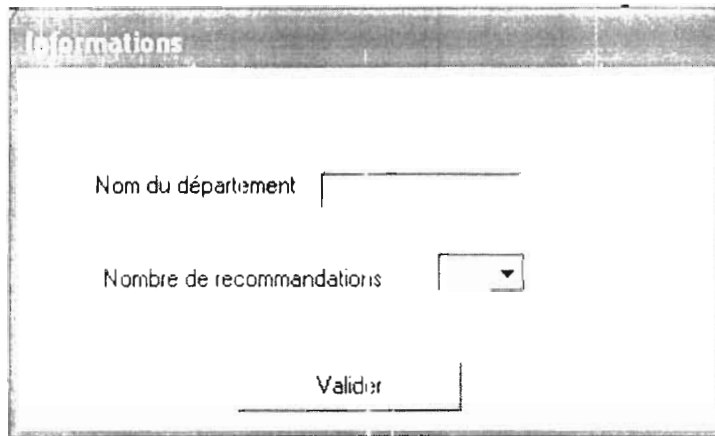


Fig.26 : Boîte de dialogue définissant les paramètres d'un formulaire de recommandations

TABLEAU DES RECOMMANDATIONS D'AMELIORATION DES CONSOMMATIONS PAR DEPARTEMENT							
TABLEAU DES RECOMMANDATIONS D'AMELIORATION DES CONSOMMATIONS D'ENERGIE DU DEPARTEMENT :							
N°	Libellé	TEP évitées	TCO2 évitées	Gains	% Facture	Investissement	Temps de retour

Fig.27 : Formulaire de recommandations pour un département

III / Présentation du support Web

III.1 / Page d'accueil

Cette page plonge le visiteur du site dans le contexte du diagnostic énergétique de l'entreprise. C'est un résumé des différentes rubriques du site.

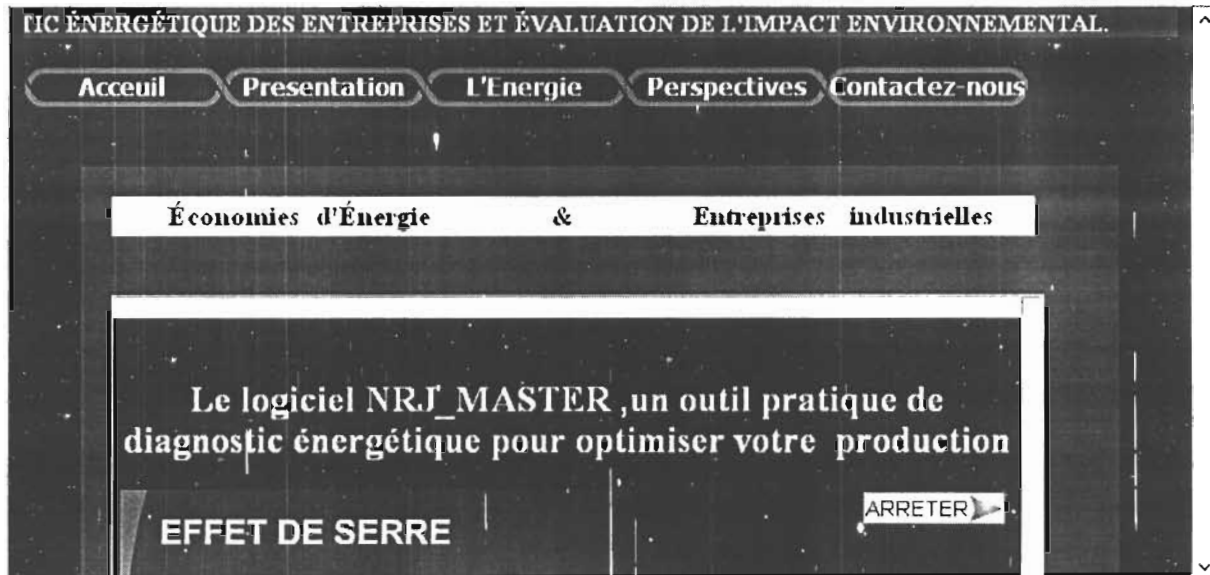


Fig.28 : Page d'accueil (part1)

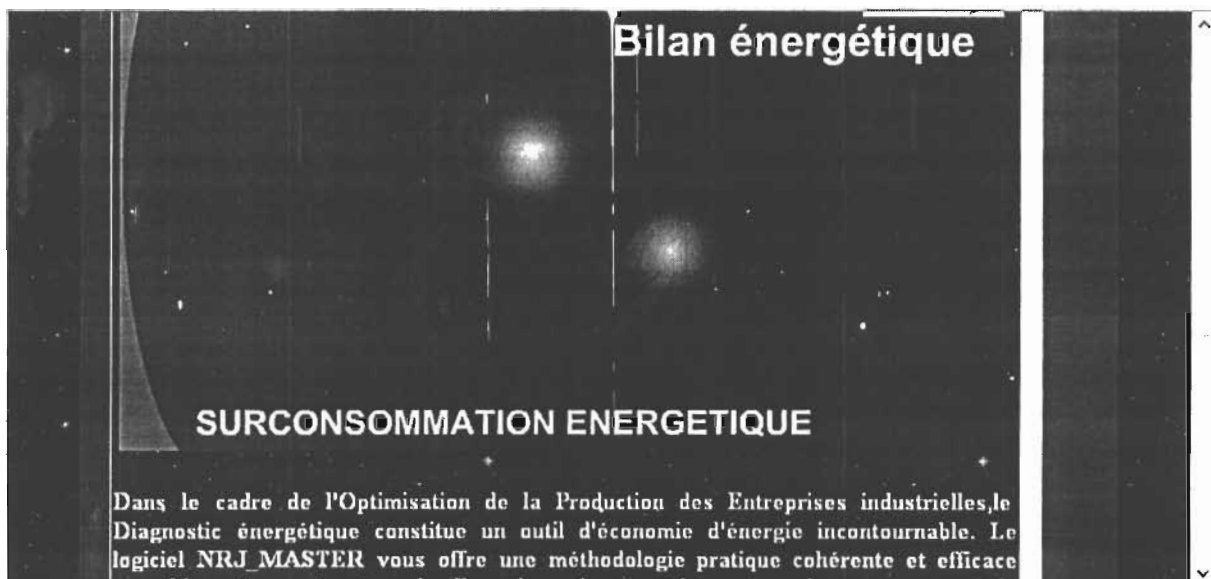


Fig.29 : Page d'accueil (part2)

III.2 / La page de présentation Web du logiciel

Dans cette page nous présentons le logiciel dans un fichier power point (lien qui est tout à fait à gauche), dans une version démo (lien qui est au milieu) et enfin la version complète (lien qui est tout à fait à droite qui mène le visiteur à la page des contacts).

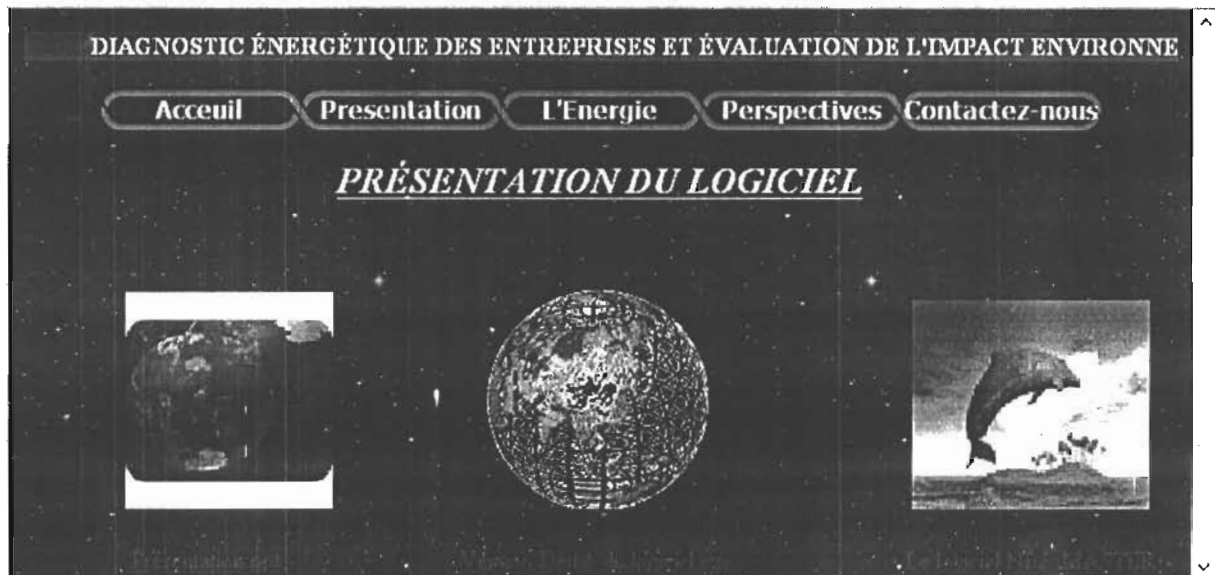


Fig.30 : Page de présentation Web du logiciel

III.3 / La page de présentation sommaire de l'énergie

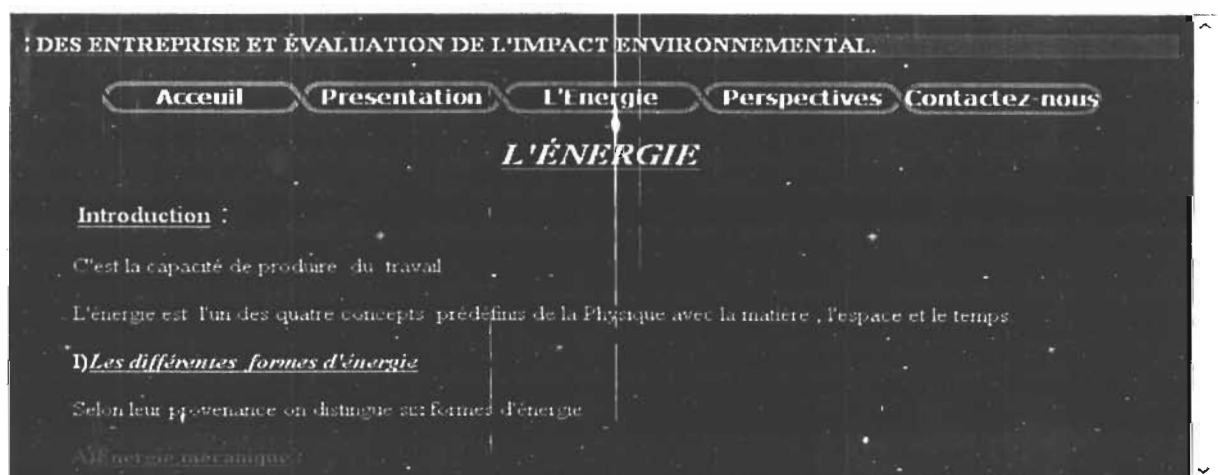


Fig.31 : Page de présentation sommaire de l'énergie

III.4 / La page des perspectives

Dans cette page nous présentons notre vision future du logiciel et nos ambitions.

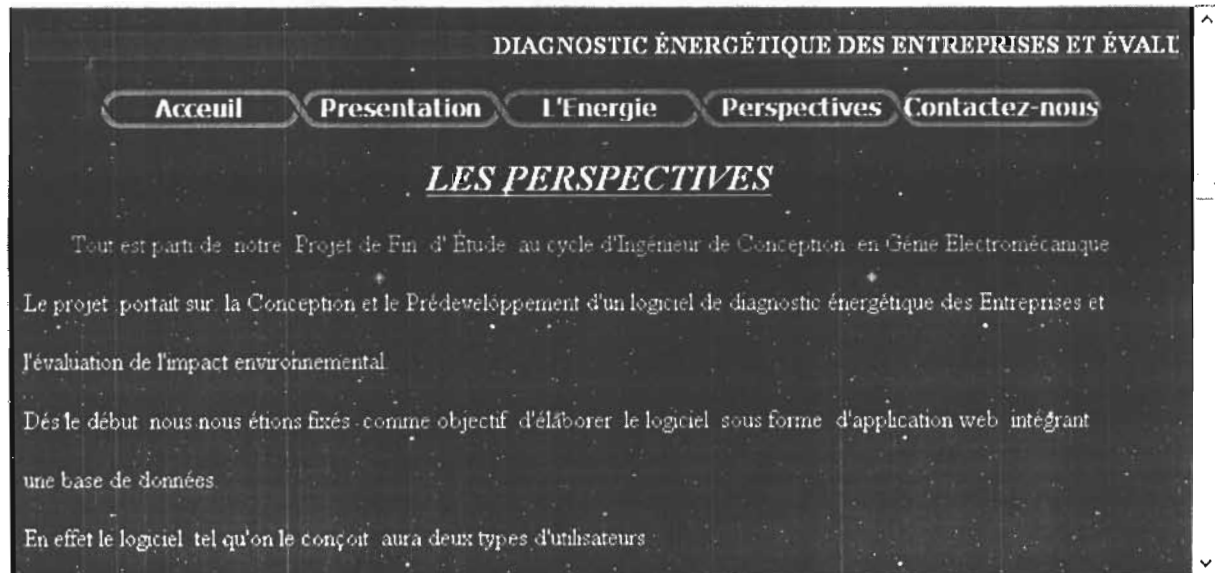


Fig.32 : Page des perspectives

III.5 / La page des contacts

Cette page se présente à tout visiteur qui désire des informations supplémentaires sur le logiciel et sur notre groupe SphèreNRJ.

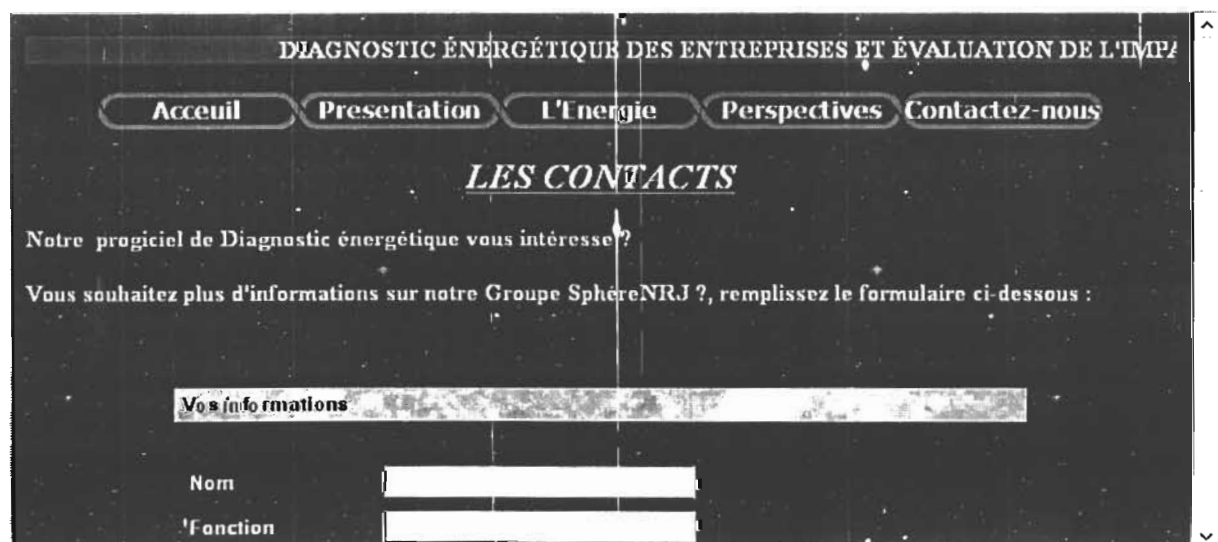


Fig.33 : Page des contacts (part1)

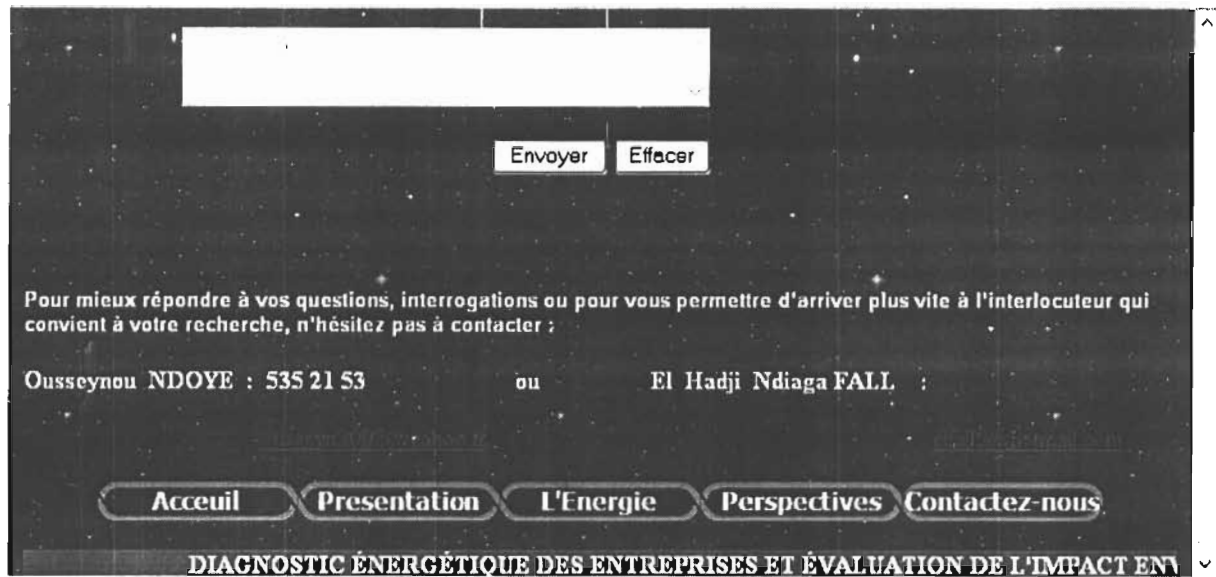


Fig.34 : Page des contacts (part2)

Chapitre 4 :
Recommandations et perspectives

I / Recommandations

Le premier objectif d'un exploitant est avant tout, de réduire sa facture d'énergie. Et ceci tout en assurant le bon fonctionnement de tous les services nécessaires à l'activité pratiquée.

Afin de faciliter la tâche au diagnostiqueur, nous proposons dans la suite du document quelques consignes à adopter pour réaliser des économies d'énergie.

I.1 / Installations électriques^[11]

L'électricité constitue une source d'énergie relativement coûteuse. Dans de nombreux cas, l'utilisation d'appareils et de méthodes, qui étaient encore acceptables auparavant, n'est présentement plus justifiée en raison des progrès technologiques et des coûts actuels de l'énergie.

➤ Eclairage intérieur et extérieur :

L'éclairage est un consommateur d'énergie électrique à ne pas négliger. Il est heureusement le domaine qui a le plus évolué et permet, dans bien des cas, des économies importantes. Pensons aux lampes fluorescentes à haute efficacité, aux fluorescents compacts en remplacement de l'incandescent, aux ballasts électroniques, à l'éclairage à la tâche.

➤ Minuterie et cellule photoélectrique :

Il s'agit grâce à des minuteries et des cellules photoélectriques, de limiter l'éclairage électrique au besoin, donc d'en limiter la consommation aux périodes d'occupation et lorsque l'apport d'éclairage naturel est insuffisant.

➤ Délestage et répartition des charges :

Lorsqu'on analyse une facture d'électricité au tarif commercial, on se rend vite compte qu'il y a en fait deux coûts : un pour l'énergie consommée et l'autre pour la puissance maximum appelée. Ces coûts sont généralement du même ordre de grandeur ; il y a donc intérêt à limiter la puissance appelée grâce au délestage ou à la répartition des charges.

➤ Correction du facteur de puissance^[9] (cf. Annexe 7 : Exemple d'économie d'énergie par amélioration du facteur de puissance) :

Lorsque le consommateur utilise plusieurs charges inductives (moteur, ballast d'éclairage, etc.), le courant utilisé est plus élevé pour une même énergie consommée et le fournisseur

d'électricité pénalise le client car un courant élevé l'oblige à surdimensionner ses équipements. La solution générale est d'utiliser de façon contrôlée des capacités (batteries de condensateur) afin d'améliorer le facteur de puissance.

➤ Réduction de la puissance d'un moteur :

Un moteur a des pertes qui, à toutes fins utiles, sont constantes, peu importe le régime : pertes dans le fer, dans les roulements, dans le ventilateur de refroidissement (sauf les pertes dans le cuivre). Ces pertes sont d'autant plus importantes que le moteur est gros, il faut donc éviter d'installer inutilement des moteurs de puissance supérieure aux besoins.

➤ Minuterie et dispositifs d'asservissement :

Il s'agit de limiter l'utilisation des équipements (éclairage, chauffage, ventilation, conditionnement d'air etc.) aux besoins. Il est à noter que ces périodes coïncident généralement avec des périodes hors pointes, donc les économies générées font que ces techniques de contrôle sont des plus rentables.

➤ Contrôle de moteur à vitesse variable :

Partout où les débits fluctuent dans le temps (air, vapeur, etc.), il est intéressant de regarder l'économie pouvant être réalisée en asservissant aux besoins la puissance appelée au moteur, évitant ainsi les pertes inutiles inhérentes au mécanisme de modulation telles que les volets modulants.

➤ Système de réfrigération par compresseur :

Dans quelques cas, il est peu rentable d'utiliser des machines à absorption pour climatiser. Il y a intérêt à utiliser des systèmes à compresseur qui demandent de trois à cinq fois moins d'énergie.

I.2 / La plomberie^[11]

La plomberie englobe les installations servant à l'approvisionnement en eau, en air comprimé ou en vapeur, à son conditionnement et à son évacuation. Les mesures visant à réduire le chauffage, le refroidissement et l'utilisation de l'eau offrent toutes les possibilités d'économie.

➤ Réduire le débit et la pression :

On a souvent besoin soit d'un caloporteur pour chauffer ou refroidir dans une zone éloignée de la source ou encore d'une pression pour faire fonctionner correctement des appareils. L'énergie à fournir est directement proportionnelle à la pression et aux débits. Il est donc essentiel de se limiter au besoin. De plus, en cas de fuite, les pertes sont d'autant plus importantes que la pression est importante, autre raison pour limiter la pression au besoin.

➤ Réduire l'utilisation :

En plus de limiter la puissance et l'énergie nécessaire pour fournir un certain débit dans le cas de l'eau, les coût d'achats et de traitement sont alors abaissés. Pour diminuer un débit, il s'agit en général de le faire varier en fonction d'un paramètre d'exploitation (température..).

I.3 / Autres consignes d'économie d'énergie

➤ A l'intérieur d'une même zone, éviter les consommations énergétiques contradictoires telles que chauffer et refroidir simultanément.

➤ Optimiser les systèmes afin d'utiliser les surplus de certaines zones pour combler le déficit d'autres est également un moyen de rationaliser la consommation.

➤ Les entretiens préventifs (contrôle, nettoyage, remplacement de filtres, ajustement de courroies, etc.) peuvent être une source d'économies considérables.

➤ Optimisation de combustion : Par exemple, une chaudière devrait utiliser l'énergie fournie par le combustible au maximum. Un des éléments essentiels est d'assurer une efficacité de combustion optimale par un ajustement de l'excès d'air aux brûleurs, et par le choix des brûleurs. Dans certains cas, il est conseillé de changer le type de combustible. Il est facile et peu dispendieux de vérifier l'efficacité de combustion à l'aide d'instruments spécialisés.

➤ La cogénération ^[9] (Voir Annexe 6) :

Etant définie comme la génération associée d'énergie électrique et thermique à partir de la même source de combustible, elle peut être très économe dans certain cas.

II / Les perspectives

Trop tôt de s'arrêter à ce stade de pré développement, nous comptons faire converger nos efforts au-delà de cette étape de début. Dans le futur, nous envisageons renforcer le mode d'utilisation du logiciel déjà pré développée « Mode Expert » et implémenter l'option « Mode Entreprise » qui sera un outil propre aux entreprises industrielles. Cette dernière option fera appel à l'élaboration d'une base de données puissante et fiable capable d'enregistrer et de restituer des consommations énergétiques durant des périodes bien définies, d'afficher un tableau de suivi et d'évaluation des consommations (Voir Annexe 5). Pour cela nous utiliserons PHP et MySQL comme plate forme de développement dans l'ensemble {J2E/Oracle,.Net/SQL Server, ASP/Access, PHP/MySQL}. Ce choix s'explique aussi par le fait que PHP et MySQL soient des outils libres et ils sont actuellement très sollicités pour le développement d'applications web, avec surtout l'utilisation du pack EasyPHP {Serveur Apache et MySQL, Outil d'administration de bases de données PHPMyAdmin}.

Nous comptons aussi faire héberger notre site web pour créer des ouvertures (publicité de notre produit), car rien ne sert à faire un produit méconnu de tous. Aussi des politiques de marketing seront planifiés pour sensibiliser les industriels de l'importance que revêt le diagnostic énergétique.

Enfin toutes ces actions seront pilotées par un groupe solide, c'est ainsi que nous avons décidé de former un cabinet d'expertise en relation avec notre encadreur, et éventuellement avec des professionnels qui ont des talents orientés dans ce sens.

CONCLUSION GENERALE

D'importants gisements d'économie d'énergie existent au niveau du fonctionnement des installations industrielles des Entreprises.

La mise en oeuvre de bonnes pratiques permet d'en améliorer sensiblement les performances énergétiques et ainsi de générer des gains.

Notre logiciel NRJ_MASTER intègre le domaine de la gestion énergétique des entreprises avec deux modes de fonctionnement. D'une part, le mode Expert, établi comme un outil d'aide à la décision aux experts du diagnostic énergétique des entreprises à travers l'analyse des résultats générés et la structuration des informations. D'autre part le mode Entreprise qui en plus du diagnostic va permettre à l'entreprise d'avoir un bon suivi et une bonne maîtrise de son patrimoine énergétique.

Cette étude nous a permis de mettre en application certaines de nos compétences acquises lors de notre formation et surtout d'avoir une vision plus large du domaine énergétique. A travers ce travail, nous avons pu développer beaucoup de nos aptitudes utiles à l'entreprise, surtout l'utilisation de l'outil Informatique dans le cadre du Génie logiciel et du Développement d'applications relatives à notre domaine de compétence. Nous avons profité de cette opportunité pour enrichir notre culture scientifique et renforcer notre expérience du secteur professionnel. Il nous a révélé toutes les difficultés qu'il y a à mener une étude de bout en bout, surtout celles liées à l'analyse conceptuelle d'un logiciel.

De ce fait, comme toute œuvre scientifique de recherche, ce travail comporte certainement des insuffisances, mais il est à noter que ceci n'est qu'un logiciel en phase de pré développement. Nous comptons alors parfaire ce logiciel en lui dotant de toutes les potentialités d'une bonne maîtrise de l'énergie.

C'est également l'occasion pour lancer un appel à toutes les Entreprises et à tous les Experts du diagnostic énergétique qui veulent un outil de travail méthodologique et rationnel spécifique à leur domaine et leur milieu professionnel. De ce fait nous aurons un cahier de charge bien défini. Et il nous serait possible de développer les capacités de stockage du logiciel en y intégrant une base de données ou bien même un entrepôt de données. En effet il est à noter que l'usage d'un tel outil relève du domaine du décisionnel et la qualité d'une décision est intimement liée à la qualité et à la quantité des informations.

La consommation énergétique mondiale augmente d'environ 2% par an alors que l'on assiste à une réduction des ressources énergétiques fossiles et à un risque majeur concernant l'avenir de notre planète avec le changement climatique. La maîtrise des consommations énergétiques au même titre que le recours aux énergies renouvelables, constitue une alternative à ces problèmes.^[16]

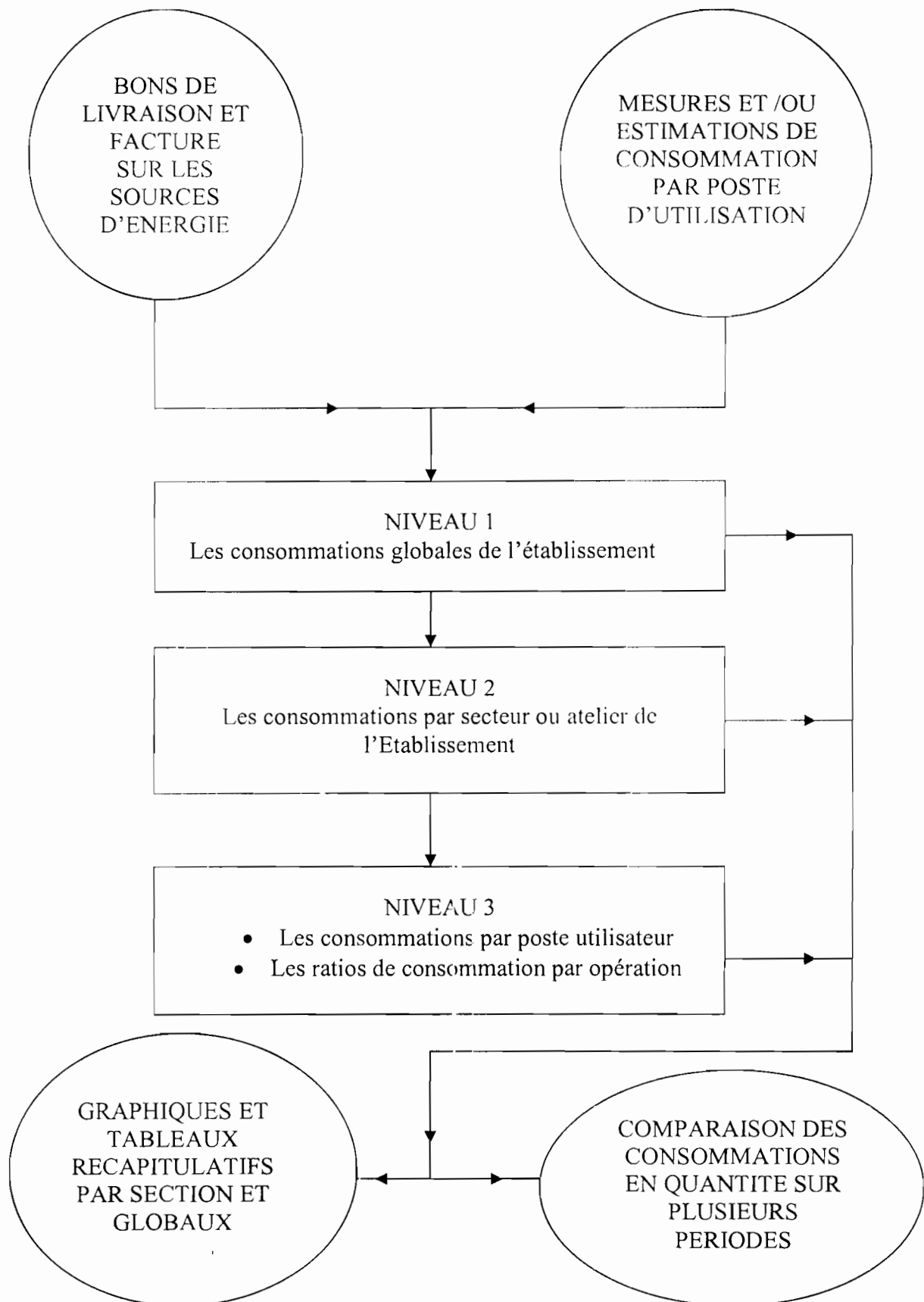
BIBLIOGRAPHIE

- [1] AGENCE POUR LES ECONOMIES D'ENERGIE, Mesure et Comptabilité de l'énergie dans l'Entreprise, 1981.
- [2] GAUCHER PRINGLE, Etude et Expertise énergétique d'Entreprises au Sénégal, 1981
- [3] LUCIEN BOREL, Thermodynamique et énergétique , Presses Polytechniques et universitaires.
- [4]PIERRE-ALAIN MULLER, Modélisation objet avec UML, Eroylles 1997.
- [5]BRUNO BOUZY, Notes de cours UML.
- [6]EL MERNISSI AMAL-BENNANI ABDELKRIM, Rapport de synthèse :Diagnostic énergétique et économie d'eau au sein des cinq entreprises de MOHAMEDIA, 2004.
- [7]LOU TYLEE, Learn Visual Basic 6.0, 1998.
- [8]SARR NGOR, Notes de cours Gestion des opérations et de la Production I & II , Ecole Supérieure Polytechnique Centre de Thiès.
- [9] SCHNEIDER ELECTRIC, Les économies d'énergie dans le bâtiment, 2003.
- [10]ADEME, Diagnostic Energétique Dans L'industrie : Cahier des charges, 2000.
- [11] SOHEL ZARIFA, Guide méthodologique du diagnostic énergétique dans le bâtiment, Mars 1993.
- [12] FRANCESCO BALENA, Programming Microsoft Visual Basic 6, 1999.
- [13]<http://www.webprofesseur.com>
- [14]<http://www.info-3000.com/>
- [15]<http://www.developpez.com/>
- [16]<http://www.energie-plus.com/>
- [17]<http://www.energy.gov.on.ca/>
- [18]<http://www2.ademe.fr>
- [19]<http://www.educ21.com/Environn/>
- [20]<http://www.pg-conseil.fr/ingenierie-fluides/etudes/diagnostic-energetique>
- [21]<http://www.france-elec.com/>
- [22]<http://www.visualbasic6.org/>
- [23]<http://www.vbfrance.com/>
- [24]<http://www.ofee.fr/>
- [25] <http://www.mesures.com/>

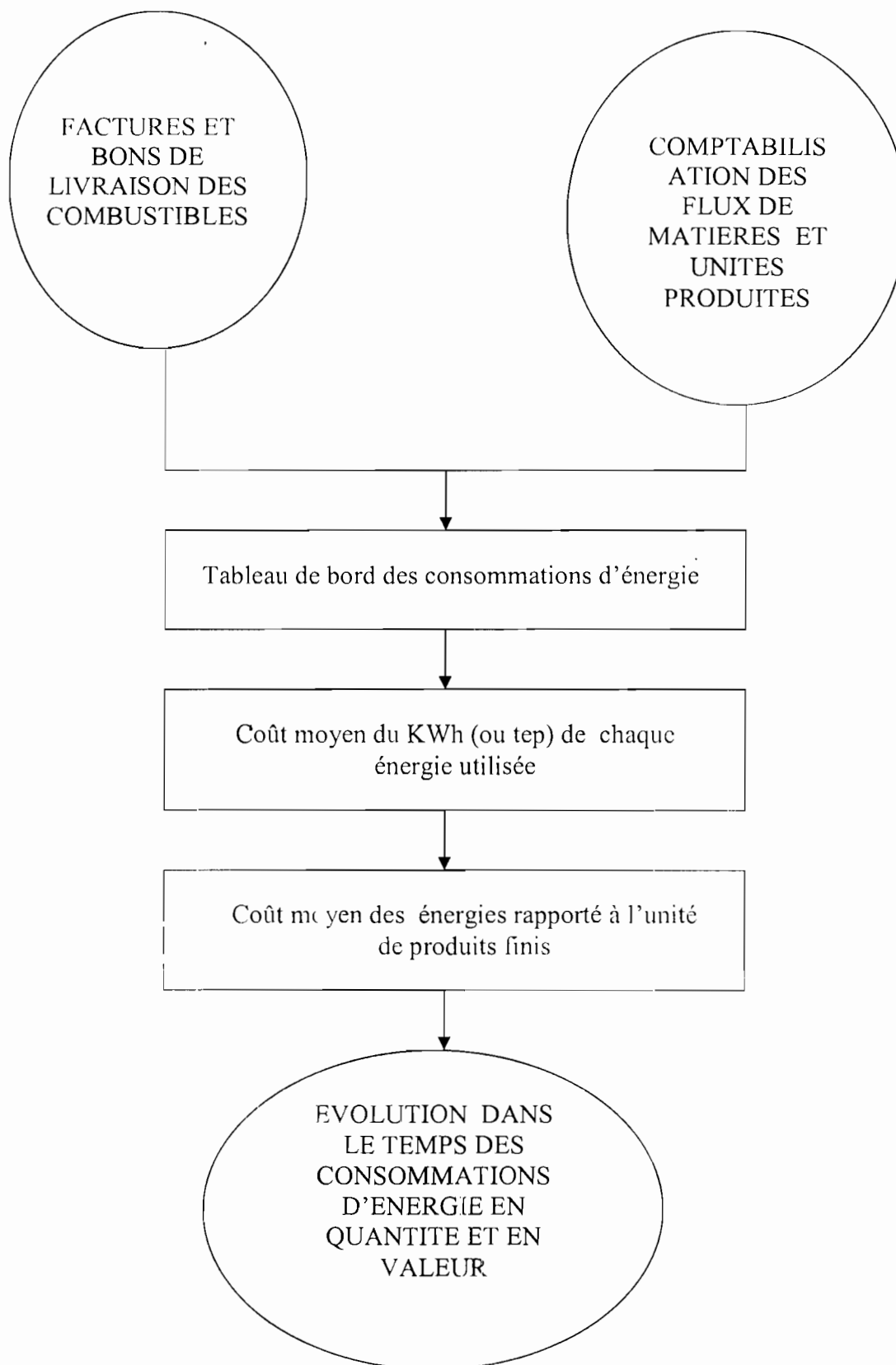
ANNEXES

	Pages
<u>ANNEXE 1</u> : <u>PHASE 1</u> : Connaissance précise en quantité des consommations	1
<u>ANNEXE 2</u> : <u>PHASE 2</u> : Etablissement des deux tableaux de bord	2
<u>ANNEXE 3</u> : <u>PHASE 3</u> : Comptabilité analytique de l'énergie de l'entreprise	3
<u>ANNEXE 4</u> : Diagramme des classes	4
<u>ANNEXE 5</u> : Diagramme des cas d'utilisation	5
<u>ANNEXE 6</u> : La cogénération	17
<u>ANNEXE 7</u> : Economie d'énergie par amélioration du facteur de puissance	19

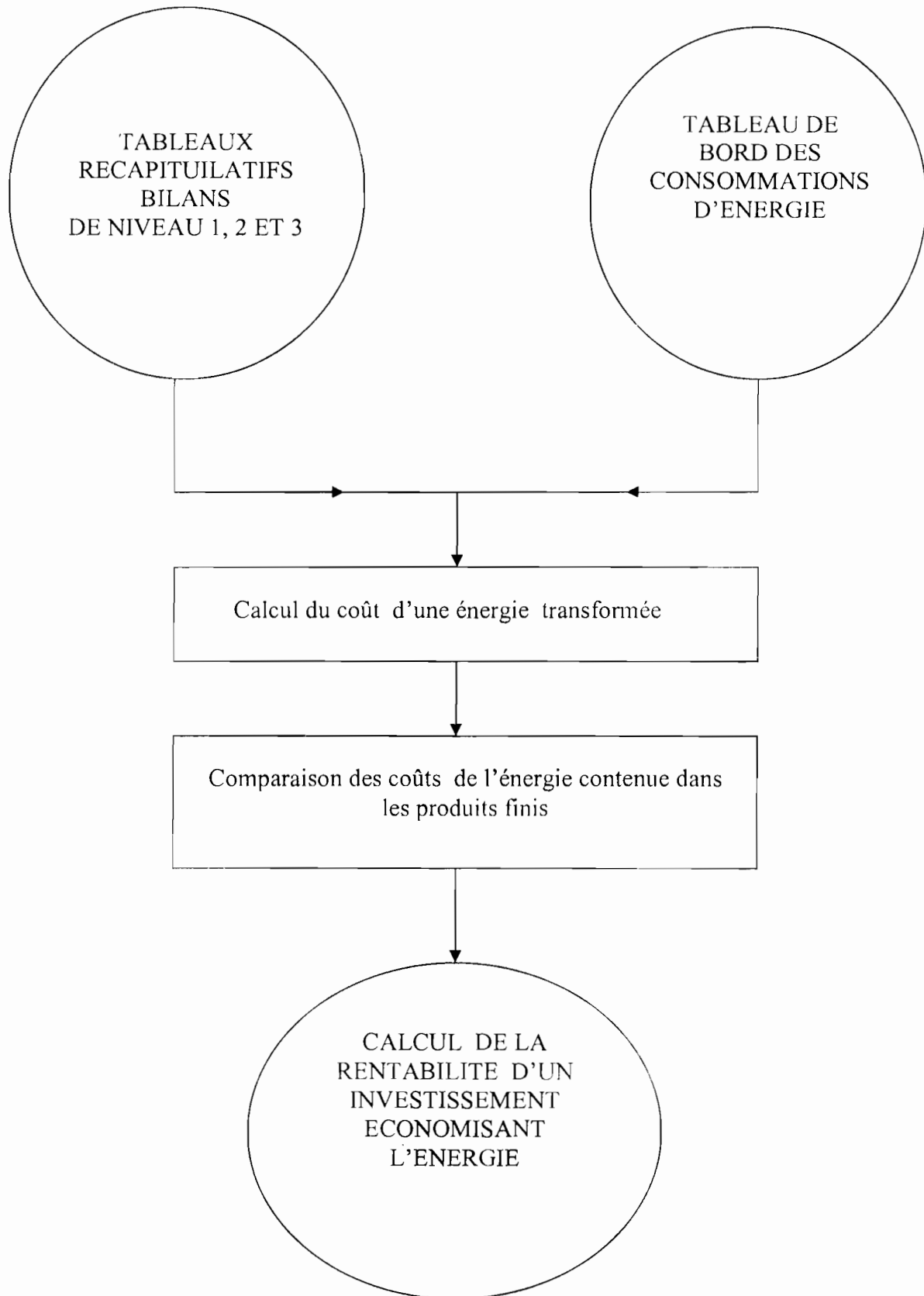
Phase 1 : Connaissances précises en quantité des consommations



Phase 2 : Etablissement des deux tableaux de bord



Phase 3 : Comptabilité analytique de l'énergie de l'entreprise



Entreprise	
- Raison sociale	:String
- Forme juridique	:String
- Capital social	:int
- Date de création	:int
- Adresse	:String
- Tel	:String
- Fax	:String
- site WEB	:int
- Email	:String
- Situation économique	:String
- Evolution actuelle	:String
- Vision de la direction	:String
- Effectif permanent	:int
- Nom du Responsable	:String
- Secteur d'activité	:String
- Désignation des produits fabriqués	:String
- Marché ciblé	:String
- Nombre d'usines	:int
+ Cumul_val_par_liq ()	:float
+ Cumul_val_par_gaz ()	:float
+ Cumul_val_par_sol ()	:float
+ Cumul_val_Elec ()	:float
+ Cumul_Val_Autre ()	:float
+ Total_Val ()	:float
+ Pourcentage_Val_par_liq ()	:float
+ Pourcentage_Val_par_gaz ()	:float
+ Pourcentage_Val_par_sol ()	:float
+ Pourcentage_Val_Elec ()	:float
+ Pourcentage_Val_Autre ()	:float
+ Diagramme_circ_Val ()	:void
+ Diagramme_en_bande_Val ()	:void
+ Cumul_Quantite_par_liq ()	:float
+ Cumul_Quantite_par_gaz ()	:float
+ Cumul_Quantite_par_sol ()	:float
+ Cumul_Quantite_Elec ()	:float
+ Cumul_Quantite_Autre ()	:float
+ Total_Quantite ()	:float
+ Pourcentage_Quantite_par_liq ()	:float
+ Pourcentage_Quantite_par_gaz ()	:float
+ Pourcentage_Quantite_par_sol ()	:float
+ Pourcentage_Quantite_Elec ()	:float
+ Pourcentage_Quantite_Autre ()	:float
+ Diagramme_circ_Quant ()	:void
+ Diagramme_en_bande_Quant ()	:void

Usine	
- Raison sociale	:String
- Capital social	:int
- Date de création	:int
- Adresse	:String
- Tel	:String
- Fax	:String
- site WEB	:int
- Email	:String
- Situation économique	:String
- Evolution actuelle	:String
- Vision de la direction	:String
- Effectif permanent	:int
- Nom du Responsable	:String
- Secteur d'activité	:String
- Désignation des produits fabriqués	:String
- Marché ciblé	:String
- Nombre de départements	:int
+ Cumul_val_par_liq ()	:float
+ Cumul_val_par_gaz ()	:float
+ Cumul_val_par_sol ()	:float
+ Cumul_val_Elec ()	:float
+ Cumul_Val_Autre ()	:float
+ Total_Val ()	:float
+ Pourcentage_Val_par_liq ()	:float
+ Pourcentage_Val_par_gaz ()	:float
+ Pourcentage_Val_par_sol ()	:float
+ Pourcentage_Val_Elec ()	:float
+ Pourcentage_Val_Autre ()	:float
+ Diagramme_circ_Val ()	:void
+ Diagramme_en_bande_Val ()	:void
+ Cumul_Quantite_par_liq ()	:float
+ Cumul_Quantite_par_gaz ()	:float
+ Cumul_Quantite_par_sol ()	:float
+ Cumul_Quantite_Elec ()	:float
+ Cumul_Quantite_Autre ()	:float
+ Total_Quantite ()	:float
+ Pourcentage_Quantite_par_liq ()	:float
+ Pourcentage_Quantite_par_gaz ()	:float
+ Pourcentage_Quantite_par_sol ()	:float
+ Pourcentage_Quantite_Elec ()	:float
+ Pourcentage_Quantite_Autre ()	:float
+ Diagramme_circ_Quant ()	:void
+ Diagramme_en_bande_Quant ()	:void

Département	
- Nom	:String
- Tel	:String
- Fax	:String
- Effectif permanent	:int
- Nom du Responsable	:String
- Désignation des produits fabriqués	:String
- Nombre de sections	:int
+ Cumul_val_par_liq ()	:float
+ Cumul_val_par_gaz ()	:float
+ Cumul_val_par_sol ()	:float
+ Cumul_val_Elec ()	:float
+ Cumul_Val_Autre ()	:float
+ Total_Val ()	:float
+ Pourcentage_Val_par_liq ()	:float
+ Pourcentage_Val_par_gaz ()	:float
+ Pourcentage_Val_par_sol ()	:float
+ Pourcentage_Val_Elec ()	:float
+ Pourcentage_Val_Autre ()	:float
+ Diagramme_circ_Val ()	:void
+ Diagramme_en_bande_Val ()	:void
+ Cumul_Quantite_par_liq ()	:float
+ Cumul_Quantite_par_gaz ()	:float
+ Cumul_Quantite_par_sol ()	:float
+ Cumul_Quantite_Elec ()	:float
+ Cumul_Quantite_Autre ()	:float
+ Total_Quantite ()	:float
+ Pourcentage_Quantite_par_liq ()	:float
+ Pourcentage_Quantite_par_gaz ()	:float
+ Pourcentage_Quantite_par_sol ()	:float
+ Pourcentage_Quantite_Elec ()	:float
+ Pourcentage_Quantite_Autre ()	:float
+ Diagramme_circ_Quant ()	:void
+ Diagramme_en_bande_Quant ()	:void

Section	
- Nombre d'unités consommatives	:int
- Désignation des produits fabriqués	:String
- Nom du Responsable	:String
- Nom	:String
- Effectif permanent	:int
- Tel	:int
+ Cumul_val_par_liq ()	:float
+ Cumul_val_par_gaz ()	:float
+ Cumul_val_par_sol ()	:float
+ Cumul_val_Elec ()	:float
+ Cumul_Val_Autre ()	:float
+ Total_Val ()	:float
+ Pourcentage_Val_par_liq ()	:float
+ Pourcentage_Val_par_gaz ()	:float
+ Pourcentage_Val_par_sol ()	:float
+ Pourcentage_Val_Elec ()	:float
+ Pourcentage_Val_Autre ()	:float
+ Diagramme_circ_Val ()	:void
+ Diagramme_en_bande_Val ()	:void
+ Cumul_Quantite_par_liq ()	:float
+ Cumul_Quantite_par_gaz ()	:float
+ Cumul_Quantite_par_sol ()	:float
+ Cumul_Quantite_Elec ()	:float
+ Cumul_Quantite_Autre ()	:float
+ Total_Quantite ()	:float
+ Pourcentage_Quantite_par_liq ()	:float
+ Pourcentage_Quantite_par_gaz ()	:float
+ Pourcentage_Quantite_par_sol ()	:float
+ Pourcentage_Quantite_Elec ()	:float
+ Pourcentage_Quantite_Autre ()	:float
+ Diagramme_circ_Quant ()	:void
+ Diagramme_en_bande_Quant ()	:void

Unité Consommative	
- Nom	:String
- Frais de personnel	:int
- Amortissement	:int

Donnée énergétique	
+ Op_Energie_Achetes ()	:void
+ Op_Energie_Transf ()	:void
+ Op_Energie_Recup ()	:void

Donnée de production	
+ Op_Cout ()	:void
+ Op_Produit ()	:void

Energie achetée	
+ Op_Combust_Liq ()	:void
+ Op_Combust_Sol ()	:void
+ Op_Combust_Gaz ()	:void
+ Op_Elec ()	:void
+ Op_Autre ()	:void

Energie transformée	
+ Op_Combust_Liq ()	:void
+ Op_Combust_Sol ()	:void
+ Op_Combust_Gaz ()	:void
+ Op_Elec ()	:void
+ Op_Autre ()	:void

Energie récupérée	
+ Op_Combust_Liq ()	:void
+ Op_Combust_Sol ()	:void
+ Op_Combust_Gaz ()	:void
+ Op_Elec ()	:void
+ Op_Autre ()	:void

Produit	
- Nom	:String
- Numéro d'étape	:int
+ Consommation ()	:void
+ Prix de revient ()	:void
+ Part de l'énergie ()	:void

Coût de production	
- Consommation matière	:float
- Consommation énergie	:float
- Entretien	:float

Combustible liquide	
- Désignation	:String
- Teneur en eau	:float
- PC(Mt/brut)	:float
- Unité de fabrication	:float
- Unité d'emploi	:float
- Coefficient	:float
- Masse volumique à 15°C	:float
- Consommations pour les deux dernières années	:float
- Prix unitaire	:float
- Quantité consommée	:float
- Facturation	:float
+ facturation ()	:float

Combustible gazeux	
- Désignation	:String
- Teneur en eau	:float
- PC(Mt/brut)	:float
- Unité de fabrication	:float
- Unité d'emploi	:float
- Coefficient	:float
- Masse volumique à 15°C	:float
- Consommations pour les deux dernières années	:float
- Prix unitaire	:float
- Quantité consommée	:float
- Facturation	:float
+ facturation ()	:float

Combustible solide	
- Désignation	:String
- Teneur en eau	:float
- PC(Mt/brut)	:float
- Unité de fabrication	:float
- Unité d'emploi	:float
- Coefficient	:float
- Masse volumique à 15°C	:float
- Consommations pour les deux dernières années	:float
- Prix unitaire	:float
- Quantité consommée	:float
- Facturation	:float
+ facturation ()	:float

Electrique	
- Unité de fabrication	:float
- Unité d'emploi	:float
- Coefficient	:float
- Consommations pour les deux dernières années	:float
- Prix unitaire	:float
- Quantité consommée	:float
- Facturation	:float
- Facteur de puissance	:float
+ facturation ()	:float

Autre source	
- Unité de fabrication	:float
- Unité d'emploi	:float
- Coefficient	:float
- Consommations pour les deux dernières années	:float
- Prix unitaire	:float
- Quantité consommée	:float
- Facturation	:float
+ facturation ()	:float

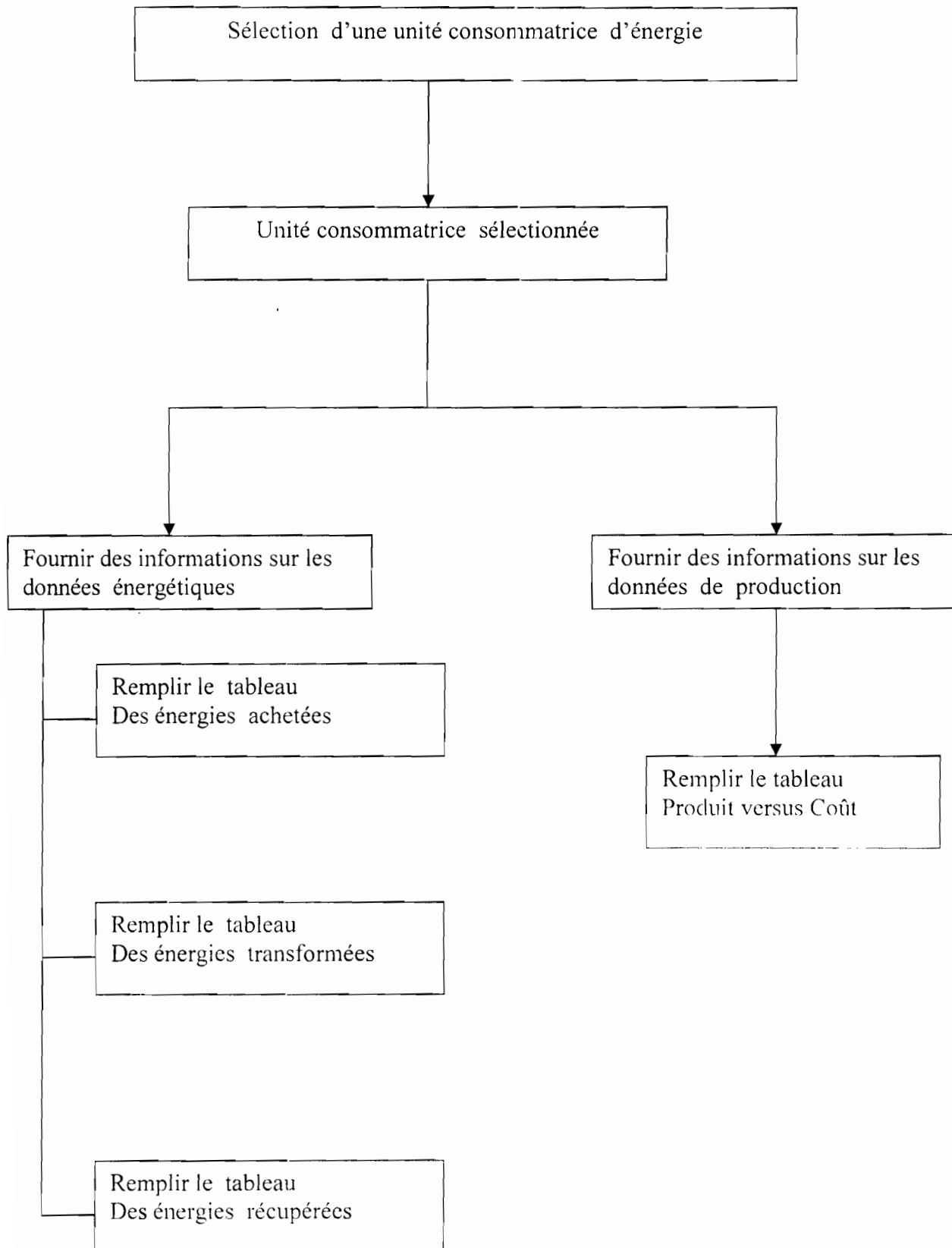
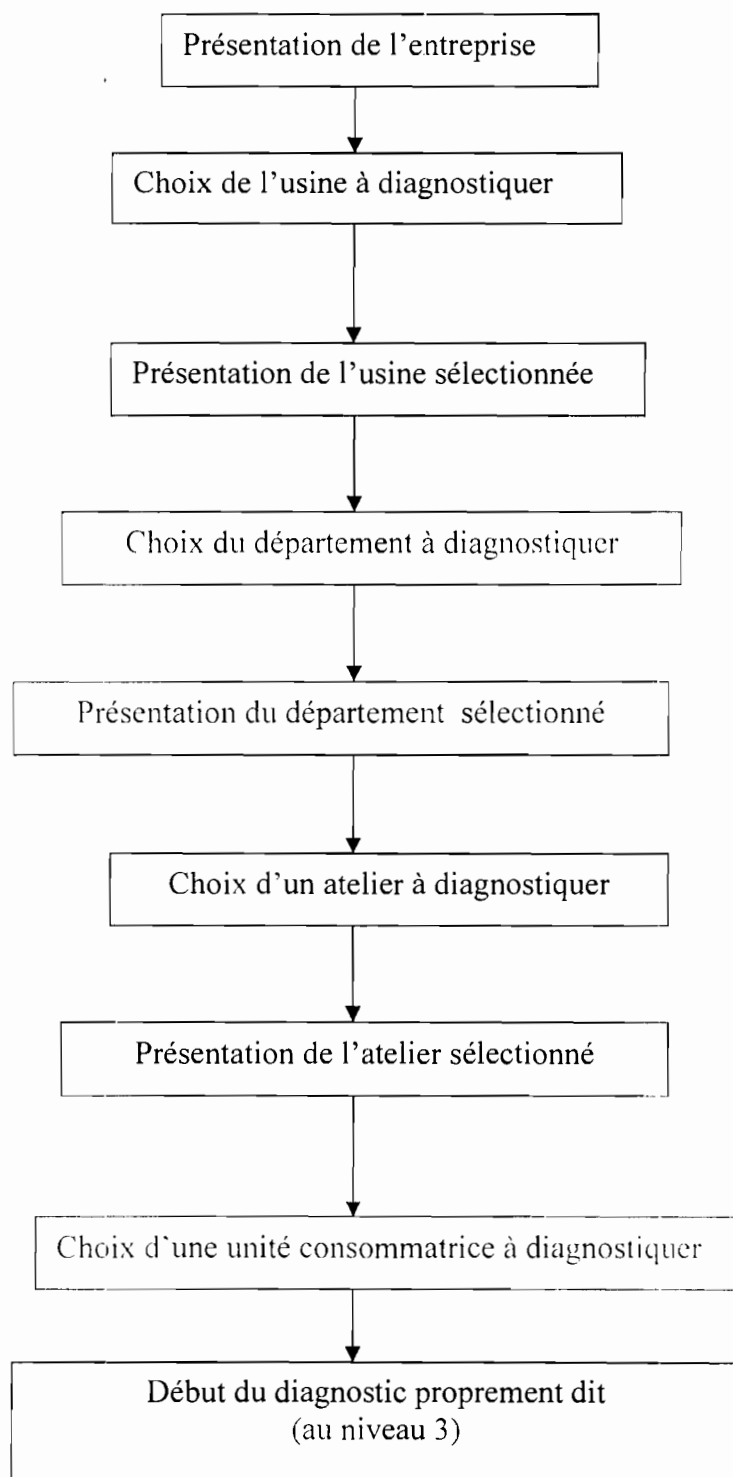


DIAGRAMME DES CAS D'UTILISATION



Unité consommatrice d'énergie

FICHE TECHNIQUE

Paramètres	Valeurs	Unités

LISTE DES DECHETS ENERGETIQUES

Désignation	Teneur en eau	PCI / Tbrute	Quantité

DONNEES DE PRODUCTION (Informations relatives à l'unité consommatrice)

<i>Nature des coûts</i>	<i>Montant</i>
Amortissement	
Frais d'entretien	
Frais de personnel	
Consommation d'énergie	
Total	
Temps de fonctionnement	

Tableau de bord N°1

Tableau des consommations d'énergie											Période					
En unité physiques											En francs					
Sources						Energies consommées						Prix unitaire d'achat	Prix unitaire d'emploi	Prix au kWh	Coût Total	
Nature	En unité d'achat				Coeff. de conversion	En unité d'emploi		Par unité d'emploi		Total						
	Unité	Entrées de la période	Variation de stock à la fin de la période (en + ou en -)	Consommation de la période		Unité	Consommation de la période	th PCI	kWh	th	kWh					tep
<u>TOTAL</u>													<u>TOTAL</u>			

Nouveau Investissement

✚ Coût prévisionnel de l'investissement.

INVESTISSEMENT :	
<i>Nature des coûts</i>	<i>Montant (Francs CFA)</i>
Frais de recherches et d'études	
Prix du matériel hors taxe	
Frais d'achat (Transport, droit de douane ...)	
Frais d'équipement (accessoires accompagnant le nouveau matériel)	
Frais d'installation (frais de pose, manutention, fondation)	
Analyse et contrôle qualité	
Pièces de rechange	
Coût de perturbation (Coût d'arrêt et de redémarrage)	
Autres coûts (taxes directes et indirectes, imprévues, ...)	
Total Coût Prévisionnel	

✚ Détermination prévisionnelle de l'incidence de l'investissement sur le compte d'exploitation de l'installation

- 1) Comparaison des caractéristiques techniques para et post-investissement

COMPARAISON DES CARACTERISTIQUES AVANT ET APRES INVESTISSEMENT		
<i>Eléments comparés</i>	<i>Avant Investissement</i>	<i>Prévisions après investissement</i>
Production horaire moyenne		
Puissance installée (kW)		
Consommation spécifique d'énergie (Puiss.inst / Prod horaire)		

2) Comparaison des prix de revient pré et post-investissement

COMPARAISON DES PRIX DE REVIENT AVANT ET APRES INVESTISSEMENT						
Eléments comparés	Unité	Prix unitaire	Avant investissement		Prévisions après investissement	
			Quantité	Coût total	Quantité	Coût total
Frais de personnel						
Frais d'entretien						
Consommation de matières premières						
Dépenses d'énergie	Fuel lourd					
	Electricité					
	Gaz naturel					
	Diesel oil					
	Autres					
Dépenses de contrôle qualité						
Dépenses de traitement des déchets (Environnement)						
Dépenses totales à l'unité produite						

L'investissement :

Il y a un module dénommé *Investissement* pour calculer son coût réel, la durée de son amortissement (le temps de retour) et les économies réalisées.

La valeur réelle de l'investissement dépend du type de financement utilisé par l'Entreprise. Soit elle effectue un autofinancement, ou un financement par des investisseurs (banque ou autre), ou bien un financement mixte.

➤ **Autofinancement :** Coût réel = Coût prévisionnel

➤ **Financement externe ou mixte**

Ici nous traiterons les deux types de financements suivants :

✓ **Financement par emprunt à taux bonifié**

En entrée :

<i>RENSEIGNEMENTS A FOURNIR</i>	
Montant de l'investissement :	<input type="text"/>
Montant pouvant être financé avec emprunt :	<input type="text"/>
Durée du prêt :	<input type="text"/>
Taux préférentiel :	<input type="text"/>
Taux d'actualisation de l'entreprise :	<input type="text"/>

En sortie :

<i>COÛT REEL DE L'INVESTISSEMENT</i>			
<i>Repère</i>	<i>Calcul du coût réel de l'investissement</i>	<i>Mode de calcul</i>	<i>Montant en FCFA</i>
A	Montant à financer		
B	Emprunt	Montant	
C		Taux préférentiel	
D		Durée de prêt	
E	Remboursement	Montant de l'annuité	$\frac{B \times C}{1 - (1 + C)^{-D}}$
F		Taux d'actualisation de l'entreprise	
G		Valeur actualisée du remboursement total	$\sum_{t=1}^{t=D} \frac{E}{(1 + D)^t}$
H	Montant devant être autofinancé	A - B	
I	Coût réel actualisé de l'investissement	G+H	

DUREE D'AMORTISSEMENT

<i>Années</i>		<i>An 1</i>	<i>An 2</i>	<i>...</i>	<i>An n</i>
Economie d'énergie en quantité (KWh)	combustible liquide				
	combustible gazeux				
	combustible solide				
	Electricité				
	Autre				
Coût du KWh en FCFA	combustible liquide				
	combustible gazeux				
	combustible solide				
	Electricité				
	Autre				
Economie d'énergie en FCFA	combustible liquide				
	combustible gazeux				
	combustible solide				
	Electricité				
	Autre				
	Total				
Valeur actualisée des économies d'énergie réalisées					
Cumul des valeurs actualisées des économies d'énergie réalisées					
Autres économies (en FCFA)					
Cumul des autres économies					
Economies totales par an (FCFA)					
Cumul (FCFA)					
Le temps de retour					

Le coût de l'investissement rapporté à la tep	
--	--

✓ **Financement par crédit bail :**

En entrée :

RENSEIGNEMENTS A FOURNIR	
Montant de l'investissement :	<input style="width: 150px; height: 20px;" type="text"/>
Durée du prêt :	<input style="width: 150px; height: 20px;" type="text"/>
Montant annuel des loyers :	<input style="width: 150px; height: 20px;" type="text"/>
*Taux optionnel d'achat:	<input style="width: 150px; height: 20px;" type="text"/>
Taux d'actualisation de l'entreprise :	<input style="width: 150px; height: 20px;" type="text"/>

(*)Le taux optionnel d'achat correspond au pourcentage de l'investissement à payer à la fin des paiements de location, pour acheter le matériel.

En sortie :

COUT REEL DE L'INVESTISSEMENT					
<i>Calcul du coût réel de l'investissement</i>					
Années	A1	A2	A3	An
Montant en F courants des loyers					
Valeurs actualisée des loyers (F)					
Cumul (F)					

Pour le calcul du temps de retour, on fait appel au tableau " **DUREE D'AMORTISSEMENT** " qui est traité avec le financement par emprunt.

Le temps de retour (an)	
Le coût de l'investissement rapporté à la tep	

Tableau récapitulatif des recommandations

TABLEAU RECAPITULATIF DES RECOMMANDATIONS D'AMELIORATION DES CONSOMMATIONS D'ENERGIE							
N°	Libellé	TEP évitées	TCO2 évitées	Gains	% Facture	Investissement	Temps de retour

LA COGENERATION

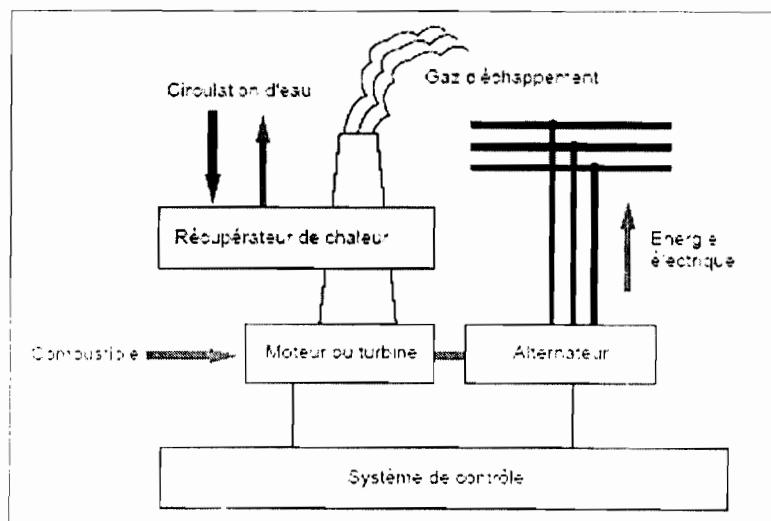
Définition : La cogénération est définie comme la génération associée d'énergie électrique et thermique à partir de la même source de combustible. Il faut distinguer deux concepts différents de cogénération : cycle amont et cycle aval.

1 / Cycle amont

Le but premier est la génération d'énergie électrique, la vapeur ou l'eau chaude sont utilisées comme sous-produit dans le process. Exemple : les papeteries, qui nécessitent de l'énergie électrique, de la vapeur et de l'eau chaude dans leur process.

Trois applications courantes :

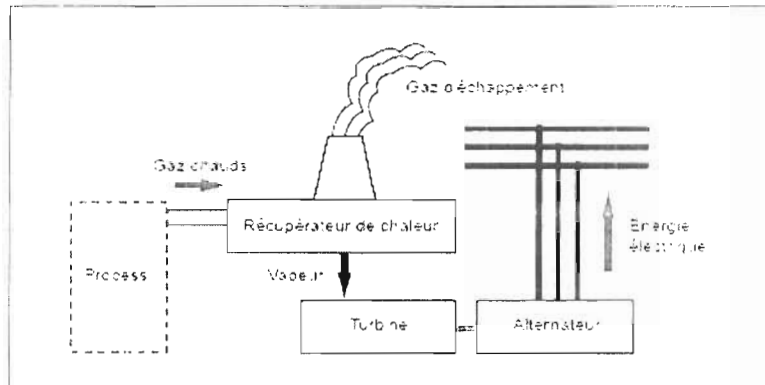
- Turbine à vapeur : un combustible est brûlé pour produire de la vapeur à haute pression qui entraîne un turboalternateur, l'échappement de la turbine est utilisé sous forme de vapeur à pression réduite ou d'eau chaude.
- Turbine à gaz : une turbine à gaz est utilisée pour produire de l'électricité, les gaz d'échappement (à environ 500 °C) sont dirigés vers un récupérateur de chaleur qui produit de la vapeur ou de l'eau chaude utilisée dans le process (cf. **fig. ci-après**). Ce procédé est utilisé dans différentes industries, ainsi que dans les hôpitaux, les aéroports....
- Moteur diesel : un moteur diesel entraîne un alternateur, le circuit de refroidissement du moteur sert à produire de l'eau chaude pour le chauffage, par exemple l'eau d'une piscine.



Cogénération : Cycle amont

2 / Cycle aval

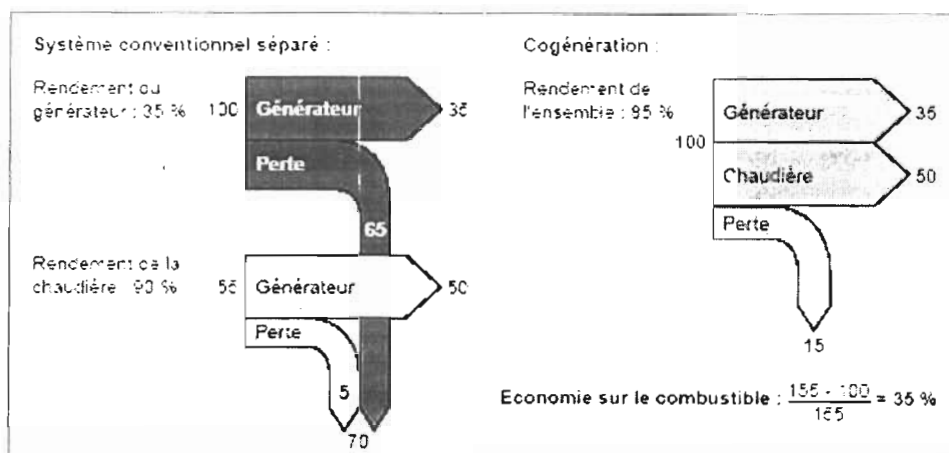
La chaleur ou les gaz chauds, sous-produits d'un process de fabrication, sont utilisés pour la génération d'énergie électrique. Les exemples, moins nombreux, concernent l'industrie lourde (fours d'aciérie notamment). Les gaz chauds rejetés sont utilisés pour produire de la vapeur qui alimente une turbine entraînant un alternateur (cf. **fig. ci-après**). Couramment, l'électricité ainsi produite est vendue au distributeur local.



Cogénération : Cycle Aval

Avantage

Un système de cogénération a un meilleur rendement global sur le combustible que des systèmes séparés, avec couramment jusqu'à 30 % d'économie (cf. **fig. ci-dessous**). Une grande variété de combustibles peut être utilisée : gaz naturel, fioul, charbon, bois, déchets agricoles (biomasse), ordures ménagères.



Bilan énergétique cogénération

ECONOMIE D'ENERGIE AVEC AMELIORATION DU FACTEUR DE PUISSANCE

L'énergie réactive est consommée dans le circuit magnétique des charges telles les moteurs et par les éclairages fluorescents non compensés. En l'absence de correction, le courant circulant dans les conducteurs est augmenté, pour une même énergie active utilisée. Un ensemble important de ces charges selfiques implique un déphasage entre l'intensité et la tension dans l'installation électrique du site. Le cosinus de l'angle de ce déphasage est appelé facteur de puissance :

$$\cos \varphi = FP.$$

Pour $\cos \varphi = 1$, l'intensité et la tension sont en phase et l'intensité est minimale ; plus l'écart est important avec cette valeur idéale, plus le fonctionnement est dégradé, avec pour conséquences :

- ✓ une surintensité sur le réseau électrique du site, ainsi que sur le réseau public d'alimentation,
- ✓ des pertes supplémentaires par effet Joule sur tout le réseau,
- ✓ une surcharge et un échauffement des transformateurs et une limitation de la puissance active disponible (cf. **fig. ci-dessous**).

Exemple :

Le besoin

Ajouter dans une installation industrielle existante comportant un transformateur de puissance $S_n = 630 \text{ kVA}$, pour alimenter un ensemble de charges de puissance active $P = 450 \text{ kW}$ avec un $\cos \varphi = 0,8$, une charge de puissance $P_2 = 100 \text{ kW}$ avec $\cos \varphi = 0,7$.

Vérification préalable

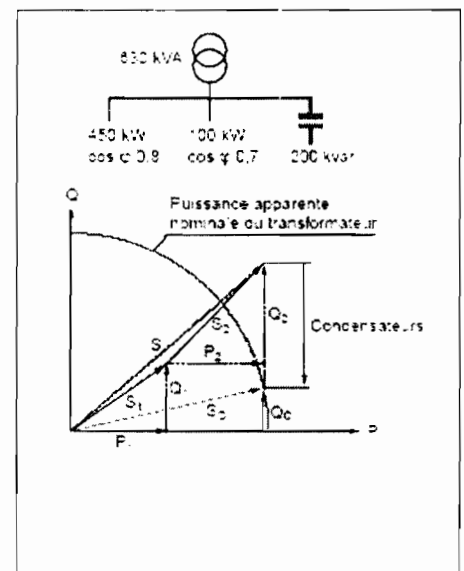
La puissance apparente consommée est :

$$S_1 = P_1 / \cos \varphi = 450 / 0,8 = 563 \text{ kVA}$$

et la puissance réactive est :

$$Q_1 = \sqrt{S_1^2 - P_1^2} = 338 \text{ kVAR}$$

La puissance apparente de la charge supplémentaire est : $S_2 = P_2 / \cos \varphi = 100 / 0,7 = 143 \text{ kVA}$



sa puissance réactive est : $Q_1 = \sqrt{S_2^2 - P_2^2} = 102 \text{ kVAR}$

La puissance apparente totale à fournir par le transformateur est : $S = \sqrt{P^2 + Q^2}$

avec $P = P_1 + P_2 = 550 \text{ kW}$ et $Q = Q_1 + Q_2 = 440 \text{ kVAR}$ soit $S = 704 \text{ kVA}$.

Le nouveau facteur de puissance est $\cos \varphi = P / S = 0,78$.

Le constat

La puissance du transformateur existant est insuffisante pour alimenter cet ensemble de charges.

La solution : compenser l'énergie réactive. Définition de la batterie de condensateurs, pour cela la puissance réactive corrigée doit permettre l'inégalité :

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} < 630 \text{ kVA} \Rightarrow Q_{\max} = \sqrt{S^2 - P^2} = \sqrt{630^2 - 550^2} = 307 \text{ kVAR}$$

Il faut donc prévoir au minimum : $Q - Q_{\max} = 440 - 307 = 133 \text{ kVAR}$ qui donne

un $(\cos \varphi)_{\text{minimum}} = P / S = 550 / 630 = 0,873$

Un banc de condensateurs de 200 kVAR est installé, d'où : $Q = 440 - 200 = 240 \text{ kVAR}$ et

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{550^2 + 240^2} = 600 \text{ kVA}$$

avec un $\cos \varphi = P / S = 550 / 600 = 0,917$. Ceci pour un coût de 12 000 € (banc de condensateurs automatisé).

Avantages

- Des économies
 - d'énergie active correspondant à l'échauffement des circuits : 3 000 kWh/an soit 200 €/an,
 - sur la puissance maximale appelée en kVA : 2500 € / an
 - par suppression de 7 000 €/an de pénalités, arrêt de la consommation de 250 000 kVARh/an
- Le changement du transformateur par un plus puissant n'est pas nécessaire : une réserve de puissance est encore disponible.
- Le fonctionnement de ce transformateur dans de meilleures conditions dont la durée de vie sera plus longue.
- Un temps de retour sur investissement court : 1,3 an.