



HAL
open science

Création de bases de connaissances interconnectées - institut de formation/entreprise - par la capitalisation des connaissances en maintenance industrielle

Ibrahima Gueye

► **To cite this version:**

Ibrahima Gueye. Création de bases de connaissances interconnectées - institut de formation/entreprise - par la capitalisation des connaissances en maintenance industrielle. Autre. Université de Bordeaux, 2018. Français. NNT : 2018BORD0040 . tel-01783154

HAL Id: tel-01783154

<https://theses.hal.science/tel-01783154>

Submitted on 2 May 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

THÈSE PRÉSENTÉE

POUR OBTENIR LE GRADE DE

DOCTEUR DE

L'UNIVERSITÉ DE BORDEAUX

ECOLE DOCTORALE DES SCIENCES PHYSIQUES

ET DE L'INGENIEUR

SPECIALITE : PRODUCTIQUE

Par M. Ibrahima GUEYE

Création de bases de connaissances interconnectées - Institut de
Formation/Entreprise - par la capitalisation des connaissances en
maintenance industrielle.

Sous la Direction de Monsieur Christophe MERLO, MCU HDR Directeur de thèse
Monsieur Philippe GIRARD, PU Co-directeur de thèse
Encadrant : Monsieur Stéphane BRUNEL

Soutenue le 26 Mars 2018

Membres du jury :

M. Mario COTTRON,
Mme Marjolaine CHATONEY,
M. Christophe MERLO,
M. Philippe GIRARD,
M. Stéphane BRUNEL,
M. Saliou DIOUF,
Mme Maïmouna FADIGA,

PU, Université de Poitier,
PU, Université Aix-Marseille,
MCU HDR, Université de Bordeaux,
PU, Université de Bordeaux,
MCU, Université de Bordeaux,
MCU, ENSETP Dakar,
MCU, ENSETP Dakar,

Rapporteur, Président
Rapporteur
Directeur
Co-directeur
Encadrant
Examineur
Examinatrice

Résumé en Français

Dans la formation de nos BTS (Brevet de Technicien Supérieur) destinés à l'industrie, Il est important de disposer d'un référentiel de compétences qui renvoie à des profils de qualification professionnelle détaillant les compétences que les étudiants doivent acquérir. Ce référentiel de compétences doit être en permanence mis à jour pour que l'amélioration en continu soit en adéquation dans les couples formation/emploi et institut de formation professionnelle/entreprise. Ainsi notre proposition est de mettre en œuvre un modèle permettant de mettre à jour régulièrement le Référentiel de Compétences du Centre de Formation Professionnelle et Technique (CFPT). Ce modèle capitalise des connaissances en entreprise industrielle et a pour point focal un Etudiant/Stagiaire (ES) en situation d'apprentissage dans un pool de maintenance industrielle. Durant son séjour en entreprise chaque activité de maintenance effectuée par le stagiaire est exploitée par un ensemble d'experts et transférée dans une base de données. Cette base de données est confrontée avec la base de données de connaissances produites par l'institut de formation. Ainsi les deux bases de données s'enrichissent mutuellement et se mettent à jour pour une amélioration continue du niveau de performance de la formation donnée à l'ES.

Mots clés

Gestion des connaissances, apprentissage, formation par alternance, maintenance industrielle

Resume

In the training of our BTS (Industrial Technician's Certificate), it is important to have a competency framework that refers to professional qualification profiles detailing the skills that students must acquire. This competency framework must be constantly updated to ensure a continuous improvement in the training / employment and vocational training / business partners. Our proposal is to implement a knowledge capitalization model whose focus is on the "Etudiant/Stagiaire (ES)" in a learning situation in an industrial maintenance sector. During his/her stay in the company, each maintenance activity carried out by the trainee is assessed by the experts in the maintenance sector and recorded in the database. This database is then cross-checked with the required proficiency outlined in the training institute database. This way, the two databases will mutually enrich and update each other so there is a continuous improvement of the performance level of training given to the ES.

Keywords

Knowledge management, learning, dual training, industrial maintenance

A mon père

Mamadou GUEYE

pour l'éducation et les conseils qu'il ne

ne cesse de me donner.

A ma mère

Khoudia GNING

pour sa grande disponibilité et conseils de mère attentionnée

A ma femme et mes enfants...

Remerciements

Une thèse est un cheminement académique mais aussi et surtout personnel, pour ne pas dire une véritable épreuve initiative. Si au moment de sa finalisation elle est authentique plus particulièrement solitaire, nous ne devons pas oublier qu'elle a été, à un certain moment de son processus d'élaboration, profondément marquée par des soutiens des uns et des autres. Désormais, je suis convaincu que la dédicace et les remerciements sont loin d'être un exercice de style mais sont essentiellement l'expression d'une sincère gratitude pouvant même être extrêmement profonde.

J'adresse tout d'abord ma très sincère reconnaissance à mon directeur de thèse, Monsieur le Professeur Philippe GIRARD, qui m'a accueilli chaleureusement au sein de son équipe et m'a guidé tout au long de ce travail. Je le remercie profondément pour ses conseils éclairés, ses corrections précieuses pour ce travail. J'en profite pour remercier aussi Monsieur le Docteur Christophe MERLO pour avoir accepté de terminer la Direction de cette thèse.

Je tiens également à exprimer ma toute reconnaissance à mon encadreur de thèse Monsieur le Docteur Stéphane BRUNEL qui a bien voulu encadrer ce travail. Du fond du cœur, je voudrais lui adresser, mes plus sincères remerciements. Je le remercie également pour sa confiance, son soutien, et pour sa présence dans tous les moments difficiles de cette thèse.

Mes remerciements vont aussi au projet Erasmus Mundus Stettin pour m'avoir octroyé une bourse afin de réaliser cette thèse. Je remercie au plus profond de moi-même l'ensemble du personnel de ce projet ainsi que le personnel de l'ESPE (Ecole Supérieure du Professorat et d'Education) de Bordeaux. J'associe à ces remerciements tous les étudiants du groupe Stettin mais plus particulièrement, Botleng Vomaranda Joy, Merlin Lamago et Mislor Dexai

Je tiens à remercier Monsieur Saliou DIOUF Directeur de l'Ecole Normale Supérieure d'Enseignement Technique et Professionnel (ENSETP) pour tous ses conseils et ses encouragements. A travers lui mes remerciements à tout le personnel de l'établissement.

Je remercie aussi toutes les personnes qui ont contribué directement ou indirectement à la réalisation de cette thèse. Je pense notamment aux nombreuses personnes qui ont accepté de se prêter à mes différents types d'entretiens. Enfin mes derniers remerciements sont pour Stéphane BRUNEL, pour avoir su mener une part essentielle à l'aboutissement de ce travail, me remonter le moral, me supporter et m'encourager. Je tenais à ce que les derniers mots de cette page soient pour lui.

Sommaire Général

1	Chapitre 1 : Problématique	18
1.1	Introduction.....	18
1.2	Contexte de l'étude.....	19
1.3	Enjeux de l'étude.....	20
1.4	Précisions terminologiques.....	23
1.5	Problématique	25
1.6	Caractéristiques de l'objet d'étude : la maintenance industrielle.....	27
1.7	La dimension didactique de l'activité de maintenance.....	28
1.8	Conclusion partielle	31
2	Chapitre 2 : Contexte	34
2.1	Introduction.....	34
2.2	Genèse et évolution du système de la formation professionnelle et technique	35
2.3	Les réformes apportées à la formation professionnelle et technique	35
2.4	Situation actuelle du système	41
2.4.1	Nouveau périmètre de la FPT.....	41
2.4.2	Les lycées techniques et les centres de formation du dispositif.....	42
2.4.3	Analyse de la situation actuelle du secteur.....	43
2.4.4	Les effectifs des apprenants	46
2.4.5	Les établissements privés du dispositif	50
2.5	Le brevet de technicien Supérieur Industrie au Sénégal.....	51
2.6	Les premiers établissements intervenant dans la formation du BTS industrie ...	53
2.6.1	LTID.....	53
2.6.2	Le CEDT/G15	54
2.6.3	Le CFPT-S/J.....	55
2.7	Dispositif actuel de formation des BTS industrie.....	55
2.7.1	Centre National de Qualification Professionnelle (CNQP).....	56
2.7.1.1	Missions du CNQP.....	57

2.7.1.2	La situation actuelle du centre.....	58
2.7.2	Lycée d'Enseignement Technique et Formation Professionnelle de Thiès	59
2.7.3	Les Filières du BTS industrie.....	60
2.8	Évaluation du dispositif de Formation des BTS industrie	61
2.8.1	Cadre théorique	61
2.8.2	Efficacité interne	62
2.8.3	Efficacité externe.....	65
2.8.4	Effcience et équité.....	67
2.8.4.1	Effcience	67
2.8.4.2	Équité	67
2.9	Le "Modèle CIPP" de Stufflebeam	68
2.10	Synthèse.....	69
2.11	Les effectifs du dispositif	71
2.11.1	Les effectifs du BTS classique	71
2.11.2	Les effectifs du BTS APC	72
2.11.3	Évaluation du dispositif.....	73
2.11.4	BTS classique	74
2.11.5	BTS Approche Par Compétences	76
2.11.6	Résultats de l'enquête.....	79
2.12	Conclusion partielle	82
3	Chapitre 3 : État de l'art	84
3.1	Introduction.....	84
3.2	La gestion des connaissances.....	84
3.2.1	Historique	84
3.2.2	Définition de la gestion des connaissances	86
3.2.3	Les concepts de base	89
3.2.3.1	Données.....	89
3.2.3.2	Informations	90
3.2.3.3	Connaissance.....	91
3.2.3.4	Compétence	94
3.2.4	Génération de connaissances.....	95

3.2.4.1	Modèle de génération de connaissances Nonaka et Takeuchi	96
3.2.4.2	Modèle de génération de connaissances de Engeström	98
3.2.4.3	Modèle de génération de connaissances de Cook et Brown	99
3.2.4.4	Modèle de génération de connaissances de Brunel	101
3.2.5	Transfert des connaissances	103
3.2.6	Méthodes de capitalisation de connaissances.....	106
3.2.7	Le raisonnement à partir de cas.....	109
3.2.7.1	Éléments fondamentaux (RàPC).....	110
3.2.7.2	Le cycle RàPC.....	111
3.2.8	Modes de représentation graphique des connaissances.....	114
3.2.8.1	Arbre sémantique	114
3.2.8.2	Carte conceptuelle ou graphe entité relation.....	114
3.2.8.3	Algorithme et ordinogramme.....	115
3.2.8.4	La modélisation par objets typés (MOT)	116
3.3	L'apprentissage au sein des organisations.....	117
3.3.1	Apprentissage organisationnel et ses formes d'apprentissage	118
3.3.1.1	Apprentissage organisationnel	118
3.3.1.2	Les formes d'apprentissage organisationnel	119
3.3.2	Apprentissage individuel.....	120
3.3.3	Organisation apprenante.....	122
3.3.4	Apprentissage dans l'action	122
3.4	La gestion de la maintenance en entreprise industrielle	124
3.4.1	Stratégies de la maintenance	124
3.4.1.1	Le service de maintenance	124
3.4.1.2	Les méthodes de maintenance.....	125
3.4.2	Optimisation de la maintenance	129
3.4.3	Les niveaux de maintenance	130
3.4.4	La sureté de fonctionnement en maintenance	130
3.4.5	La notion de fiabilité d'un système.....	131
3.4.6	La maintenabilité.....	134
3.4.7	La disponibilité.....	135

3.5	Formalisation des connaissances en maintenance.....	135
3.5.1	Arbre de Défaillance	136
3.5.2	La méthode 5M	136
3.5.3	Analyse préliminaire des risques.....	137
3.5.4	Analyse des modes de défaillance et de leurs effets (AMDE ou AMDEC)	138
3.5.5	Méthode des 5 pourquoi	140
3.6	Conclusion partielle	141
4	Chapitre 4 : Le modèle KSRU	144
4.1	Introduction.....	144
4.2	Description du modèle	144
4.2.1	Première partie :	145
4.2.2	Deuxième partie : exploitation du compte rendu de l'Étudiant/Stagiaire	146
4.2.3	Troisième partie : Interaction formative entre le stagiaire et le formateur du CFPT 147	
4.2.4	Quatrième partie : encodage et transfert des comptes rendus	150
4.3	PROCEDURE DE REACTUALISATION DU RCcf.....	151
4.3.1	Étape 1 : Captation et collecte des données et informations	151
4.3.2	Étape 2 : capitalisation des connaissances extraites.....	152
4.3.3	Méthode de calcul de l'indice LRI.....	154
4.3.4	Étape 3 : encodage des connaissances issues de la matrice LRI.....	155
4.4	Utilisation du modèle	155
4.4.1	Le comité d'experts	156
4.4.2	Le coordonnateur des experts (Cr).....	160
4.4.3	Circulation des informations	160
4.5	La stratégie de maintenance pour apprendre et générer des connaissances.....	163
4.6	Conclusion partielle :	164
5	Chapitre 5 : Application du modèle KSRU : Études de cas.....	167
5.1	Introduction.....	167
5.2	Les stratégies utilisées	167
5.2.1	L'application MOT	167

5.2.2	Stratégie de génération de connaissances dans l'activité de maintenance	168
5.3	La maintenance corrective	169
5.3.1	La décomposition de la tâche 1 en connaissances avec MOT	172
5.3.2	La base de cas.....	174
5.3.3	Principe de l'algorithme de Levenshtein.....	175
5.4	La maintenance préventive	178
5.5	Compte rendu des deux activités	184
5.6	L'apprentissage au CFPT	185
5.6.1	Cadre théorique	185
5.6.2	Les stratégies de développement de compétences	193
5.7	APPLICATION DU MODELE KSRU	199
5.7.1	Rappel des procédures.....	199
5.7.2	Cas 1 : Activité de maintenance	202
5.7.2.1	Compte rendu de l'activité de maintenance 1	202
5.7.2.2	Décomposition de cette activité de maintenance en éléments de connaissances 203	
5.7.2.3	Apprentissage dans l'activité de maintenance	205
5.7.3	Cas 2 : Activité de maintenance	208
5.7.3.1	Compte rendu de l'activité de maintenance 2	208
5.7.3.2	Décomposition de cette activité de maintenance en éléments de connaissances 209	
5.7.3.3	Apprentissage dans l'activité de maintenance	211
5.8	Conclusion partielle	213
6	Conclusion générale	215
7	Bibliographie.....	220
7.1	A.....	220
7.2	B.....	220
7.3	C.....	221
7.4	D.....	222
7.5	E.....	223

7.6 F	223
7.7 G	224
7.8 H	225
7.9 I	225
7.10 J	225
7.11 K	226
7.12 L	226
7.13 M	227
7.14 N	228
7.15 O	229
7.16 P	229
7.17 R	230
7.18 S	230
7.19 T	231
7.20 V	231
7.21 W	232
7.22 Y	232
7.23 Z	232

Introduction Générale

Introduction générale

Dans un contexte économique concurrentiel, les entreprises cherchent à fiabiliser et à optimiser le fonctionnement de leurs installations. Les entreprises doivent améliorer la productivité en garantissant la disponibilité et la qualité de leur outil de production d'une part, et remplir les obligations de sécurité d'autre part. La maintenance des installations industrielles est donc au cœur des préoccupations des exploitants.

Dans ces entreprises la maintenance des équipements toujours plus performants n'a de sens que si ces dernières sont capables d'établir et de maintenir leur position dans un marché concurrentiel mondialisé. Les avantages concurrentiels durables sont liés à l'aptitude de ces organisations à, d'une part, tirer profit des technologies avancées pour mettre sur le marché des produits innovants, d'autre part, organiser et piloter des systèmes de production capables de délivrer ces produits. La maîtrise de la qualité des coûts de développement et de fabrication sont autant de données et de savoir-faire particuliers qui auront vocation à être conservés voire à être préservés, pour servir d'héritage technologique et de mémoire technique.

De nombreux auteurs (Roussel, 11), (Brunel, 08), (Volkov, 11), (Ermine, 08), (Troxler et al, 03), (Johansson et al, 11) montrent que la différenciation qui permet un positionnement concurrentiel entre les entreprises est liée aux connaissances qu'elles seront capables de générer, de capitaliser et de réutiliser. Ceci passe par la mise en œuvre d'une stratégie visible et cohérente décidée par les dirigeants/décideurs, portant non seulement sur une politique à moyen, voire long terme, d'innovations technologiques mais également de gestion de la connaissance. Les connaissances générées, sous réserve de disposer des compétences, des moyens humains et des moyens techniques nécessaires, ainsi que des capacités de financement sont issues d'un univers dans lequel les technologies avancées sont omniprésentes, qu'il s'agisse des technologies utilisées dans les produits ou dans les procédés de fabrication. Tous les secteurs de l'industrie telles que la production de services, le secteur public et les administrations sont soumis aux mêmes exigences de performance.

Dans nos travaux de recherche, une attention particulière sera portée au domaine de la maintenance industrielle, dans lequel une grande quantité d'informations est collectée

quotidiennement (Benomrane et al., 13). Aujourd'hui, même des opérations ou procédures de maintenance simples sont enregistrées dans les systèmes d'information. Or, la gestion des connaissances en maintenance apparaît de plus en plus comme un facteur essentiel afin d'améliorer les performances des entreprises, qui dépendent largement de la qualité de la maintenance de leurs ressources opérationnelles. Ces connaissances sont issues des différents acteurs du pool de maintenance, experts ou novices. Elles sont générées à partir, d'erreurs rectifiées, d'interrogations et de retours d'expériences et doivent aider à l'amélioration des futures interventions. Il est donc important de les capitaliser, les analyser, les structurer, les stocker et ensuite les partager. Les entreprises doivent considérer les connaissances produites tout au long du cycle de vie d'un outil de production en cherchant à les capitaliser pour mieux les réutiliser. Elles doivent surtout mettre en place des moyens permettant de faciliter leurs processus d'émergence afin de développer leur patrimoine de connaissances. Pour garantir la réussite d'un tel système, il est important de disposer de ressources humaines qualifiées, autonomes et susceptibles de s'adapter rapidement à de nouvelles situations dans l'entreprise.

Ces ressources humaines dont a besoin l'entreprise proviennent en grande partie des centres ou instituts de formation. Ces institutions de formation doivent avoir comme objectif primordial, une pratique de formation de qualité. Ceci doit leur permettre de mettre toujours à la disposition du marché du travail, une ressource humaine dont l'employabilité et la rapidité d'adaptation au poste de travail ne seront plus à décrier. Depuis de longues années, les communautés expertes de la formation ont montré un lien étroit entre la formation initiale généraliste et la formation initiale spécialisée. Il apparaît de façon claire que non seulement nous avons besoin de têtes bien faites pour une adaptation facilitée et réussie mais également des praticiens bien formés pour une compétence opérationnelle sans discussion. En résumé, nous sommes les défenseurs d'une formation de praticiens réflexifs. En portant notre réflexion sur la compréhension de la génération de la connaissance lors des processus de maintenance, nous pouvons produire un modèle de jonction qui aura pour but principal de faciliter l'intégration du stagiaire dans l'entreprise mais aussi de rapprocher le centre de formation de l'entreprise. La facilitation de l'intégration du stagiaire en entreprise et le rapprochement du CFPT de l'entreprise concourent à améliorer qualitativement la formation délivrée par l'institut de formation. Il est donc important de mettre le Centre de Formation Professionnelle et Technique en « orbite » autour

de l'entreprise afin qu'il puisse capter toutes les connaissances générées dans les phases de maintenance (Figure 1).

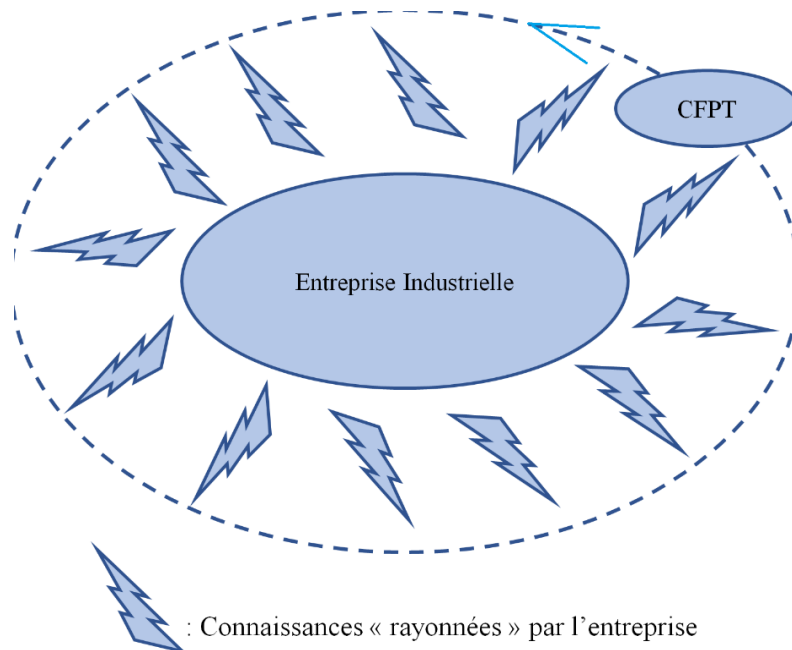


Figure 1 : rapprochement du CFPT à l'entreprise

Pour former au mieux des personnels qualifiés et autonomes, il faudrait que l'entreprise et l'école entretiennent des relations organisées, stabilisées, pérennes et robustes tout au long de la formation des apprenants. Il nous est apparu pertinent de favoriser le lien qui se crée entre les deux entités au cours du stage. En effet, les jeunes effectuent une période de formation dans le monde professionnel. Nous émettons l'hypothèse que l'expérience en entreprise aide le jeune à résoudre des difficultés cognitives que le milieu scolaire ne permet pas de résoudre. Nous connaissons un modèle de formation en alternance sous forme de stage. Ces stages (modèle français) se décomposent en deux formes principales :

- Forme 1 : décomposée en trois types : stage d'initiation, période de formation en milieu professionnel ou stage d'enseignement supérieur.
- Forme 2 : sous contrat de travail qui prend la forme d'un contrat d'apprentissage ou un contrat de professionnalisation.

Ce modèle peut être appréhendé comme un mode de formation pour réduire l'écart entre l'école et le monde professionnel. Dans nos centres de formation (pays sub-sahariens) le matériel didactique et les équipements sont insuffisants et ne sont pas régulièrement mis à jour pour

suivre l'évolution des technologies au sein des entreprises. Dans nos multiples visites effectuées dans les structures de formation professionnelle et technique du Sénégal, nous avons constaté que les équipements didactiques ont été acquis dans les années 70 et n'ont jamais été renouvelés. On peut citer par exemple : - les tours de marque ELMEC 170 et les fraiseuses de marque H. Ernault-Somua du Lycée Technique Industriel Delafosse (LTID) – Les machines électriques du fabricant Leroy Somer pour les cours de travaux pratiques au Centre National de Qualification Professionnelle (CNQP). Or, on ne peut pas avoir une formation professionnelle et technique de qualité sans accès à un équipement, à un outillage et du matériel utilisés dans le métier ou la profession concernée. Ceci demande nécessairement des dépenses importantes, mais inévitables. Ainsi, il peut être décidé que l'acquisition de compétences professionnelles répondant aux exigences du milieu de travail puisse se faire dans un environnement de travail réel. Le stage en entreprise permet au stagiaire de résoudre correctement des problèmes posés dans le cadre de son travail en puisant sa formation en entreprise. Cette phase lui permet d'en analyser les effets et les perspectives. La formation alternée à l'école lui permet d'en approfondir les ressorts. Une formation en alternance dans ces deux entités peut développer des aptitudes, qui permettront d'associer les savoirs et leur mise en application. Cela permettra ainsi de renforcer l'autonomie des jeunes pour leur permettre d'être acteurs de l'innovation. Le problème qui apparaît très rapidement est le suivant :

- Comment réussir la bonne interpénétration des cultures écoles et des cultures entreprises ?
- Comment ces deux mondes se parlent en gardant leurs spécificités ?

Nous proposons un modèle d'intégration qui s'appuiera principalement sur l'Étudiant/Stagiaire durant son séjour dans l'entreprise. Ce modèle dans son fonctionnement aura deux principaux rôles :

- Assurer le niveau de compétence technique de l'Étudiant/Stagiaire grâce à un apprentissage continu dans les activités de maintenance qu'il aura à effectuer dans l'entreprise.
- Mettre à jour le référentiel de compétences du centre de formation professionnelle et technique

Ainsi, ce mémoire propose un modèle de capitalisation de connaissances pendant les phases de maintenance en entreprise industrielle. Ce modèle devra favoriser l'apprentissage de l'Étudiant/Stagiaire en milieu industriel et permettre la mise à jour du référentiel de compétences du centre de formation professionnelle et technique (RCcf) pour qu'il soit le plus

cohérent possible avec le référentiel métier de l'entreprise industrielle (RMe). La démarche de mise à jour du RCcf que nous utiliserons s'apparente dans sa fonctionnalité avec celle représentée sur la Figure 2. Dans cette démarche, nous voyons bien, comment dans l'entreprise ou dans le CFPT circulent les connaissances capitalisées pour ensuite enrichir les bases de données et mettre à jour les référentiels en vue d'une meilleure adéquation.

La contribution développée dans le cadre de cette thèse cherche donc à mieux impliquer l'entreprise industrielle dans le cursus de formation des techniciens supérieurs en industrie et ainsi résoudre l'épineux problème de l'insertion professionnelle des jeunes diplômés de la formation professionnelle et technique. Le modèle présenté ci-dessous sera détaillé dans les paragraphes suivants et en particulier dans le Chapitre 4.

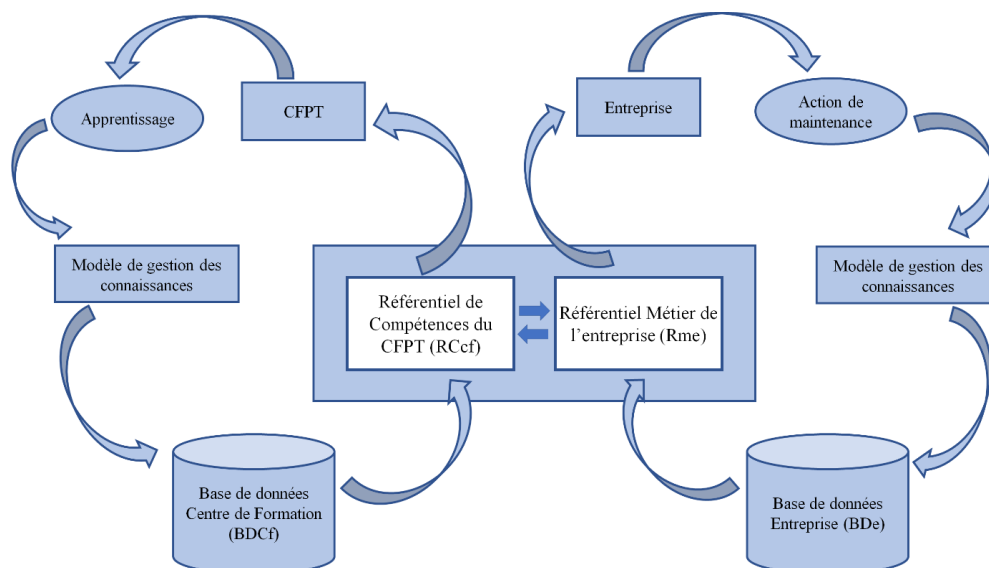


Figure 2 : Principe de la mise à jour du RCcf

Dans le Chapitre 1, nous présenterons le contexte dans lequel s'inscrit cette étude, puis en découleront la formulation explicite de la problématique ainsi que les hypothèses émises. Ensuite, nous parlerons des enjeux qui doivent motiver les entreprises à s'approcher d'avantage du système de formation professionnelle et technique. Par la suite nous étudierons l'ensemble des termes, rigoureusement définis, qui sont spécifiques à notre thème de recherche et nous finirons ce Chapitre 1 par une analyse de la dimension didactique de l'activité de maintenance. Nous nous intéresserons dans le Chapitre 2 de cette thèse au dispositif de la formation des Brevets de Technicien Supérieur industrie (BTS) au Sénégal. Du fait que ce dispositif est une

composante d'un système plus large : la formation professionnelle et technique, nous ferons d'abord un état des lieux de ce système. Nous étudierons ce système parce qu'il constitue aujourd'hui pour notre pays un enjeu dans l'acquisition des savoir-faire et des compétences nécessaires à une ressource humaine qui maîtrise bien les nouvelles technologies. Ensuite nous allons nous focaliser sur le dispositif de la formation des BTS industriels. Notre travail consistera à étudier l'état de son évolution à partir d'une identification de ses forces et de ses faiblesses. Nous allons nous appuyer pour cela sur l'analyse des politiques et stratégies mises en œuvre et sur les principaux résultats qui en découlent pour le fonctionnement, l'organisation et les performances de ce dispositif.

Dans le Chapitre 3, nous ferons une revue de la littérature des travaux existants liés à notre problématique. Elle présente le cadre théorique des concepts de base de cette recherche :

- la gestion des connaissances,
- l'apprentissage dans les organisations,
- la gestion de la maintenance industrielle.

Lors de cette étude bibliographique, nous allons faire une description systématique des différents champs pour en faire la base de la construction de notre modèle. Nous mettrons en exergue les différents points issus de l'étude bibliographique concernant les trois domaines précités en montrant les possibilités d'application pour une meilleure formation des techniciens supérieurs en industrie.

Le Chapitre 4 concerne la description du modèle proposé dont l'objectif principal est de favoriser l'apprentissage de l'Étudiant/Stagiaire dans un pool de maintenance en entreprise mais aussi de générer des connaissances transférables au CFPT. Pour cela nous caractériserons chaque élément qui le compose puis la manière dont il sera utilisé. Nous terminerons par une description du sous-modèle de la stratégie pour apprendre et générer des connaissances dans l'activité de maintenance (SAGC).

Après l'élaboration du modèle, le Chapitre 5 présentera l'opérationnalité du modèle en le confrontant à la réalité des entreprises. L'entreprise du Sénégal retenue possède un vécu important dans la collaboration avec les centres de formation professionnelle et technique et est reconnue pour avoir centré sa stratégie autour de la valorisation des savoirs.

Chapitre 1

Problématique

1 Chapitre 1 : Problématique

1.1 Introduction

Au regard des enjeux économiques et de développement, la Formation Professionnelle Technique (FPT) est devenue une des priorités de la politique éducative du gouvernement sénégalais. Les recommandations des assises nationales de l'Enseignement Technique et de la Formation Professionnelle de 2001 ont servi de base à l'élaboration du Document de politique sectorielle de l'Enseignement Technique et de la Formation Professionnelle (2002), ainsi que la Lettre de politique générale pour le secteur de l'éducation et de la formation. L'option fondamentale retenue est de faire de la FPT, selon le Ministère de l'Enseignement Technique et de la Formation Professionnelle (METFP, 06), un instrument de compétitivité et de performance de l'économie sénégalaise. Ceci, d'autant plus que la stratégie de croissance accélérée, lancée en 2005 et reposant sur l'organisation des entreprises en cinq grappes (agriculture et l'agro-industrie, les produits de la mer, le tourisme et les industries culturelles, l'artisanat d'art, le textile-confection et, enfin, les TIC-télé-services), devrait faire du Sénégal un nouveau pays économiquement émergent.

Ainsi, l'option politique retenue concernant la Formation Professionnelle technique est, selon toujours le ministère (METFP, 06), de passer d'une logique sociale de recyclage des déperditions du système éducatif à une logique économique d'adaptation aux besoins du marché.

Conformément à ces réformes, l'amélioration de la qualité de la formation doit se traduire par une adéquation de la formation aux besoins de l'emploi. Cette adéquation formation/emploi suppose que les dispositifs de formation aient des indicateurs adéquats pour être en phase avec les exigences du monde industriel. Mais, malheureusement dans nos pays comme l'a constaté Ginestié, (Ginestié, 12) « L'usage des outils qui permettent d'améliorer la lisibilité de l'état du marché du travail ou de suivre l'évolution des qualifications et des compétences ne sont que très peu utilisés. Cette absence de visibilité globale est dramatique car elle empêche toute tentative d'orientation et de coordination des efforts de développement ».

Au Sénégal, on sait qu'une réforme des curricula est entreprise dans l'optique de former les profils professionnels indiqués par le marché du travail. Et pour pallier les insuffisances des anciens référentiels de formation, l'approche par compétences est adoptée comme démarche

d'ingénierie de conception de programmes et pratique de formation. Les programmes de formation de tous les Brevets de Techniciens Supérieurs (BTS) industrie seront conçus selon cette approche (APC) et regroupés en modules capitalisables. Ces modules intégreront des modalités de diffusion sous forme d'alternance et d'apprentissage qui supposent une interconnexion entre l'entreprise industrielle et le Centre de formation. En revanche, on sait très peu de choses sur les caractéristiques des liens de collaboration qui doivent exister entre ces deux entités pour assurer une formation de qualité à nos BTS industrie.

La présente recherche a donc pour but d'étudier les voies et moyens à utiliser pour impliquer davantage l'entreprise industrielle dans la formation des techniciens supérieurs en industrie en vue d'améliorer le système institutionnel de formation.

1.2 Contexte de l'étude

Le contexte mondial actuel, marqué par de profondes mutations socio-économiques, pousse ainsi de plus en plus les états à adapter leurs systèmes éducatifs aux objectifs et priorités majeurs que la communauté internationale s'est fixée à l'horizon 2030 (Programme de développement durable adopté par l'assemblée générale des Nations unies en septembre 2015).

Ces objectifs et priorités sont un engagement à fournir une éducation de qualité inclusive et équitable à tous les niveaux : petite enfance, primaire, formation secondaire dans les domaines du tertiaire et de la formation technique et professionnelle. Toutes les personnes, sans distinction de sexe, d'âge, d'origine ethnique, devraient avoir accès à des apprentissages continus dans le but d'acquérir les connaissances et les compétences nécessaires pour exploiter les opportunités qui s'offrent à eux et s'insérer pleinement dans la société.

Considéré comme partie intégrante de l'Enseignement Professionnel Technique (l'EPT), le sous-secteur de la **Formation Professionnelle Technique** (FPT) est désormais inscrit comme **priorité** au niveau du continent africain par les institutions gouvernementales et internationales. Son impact et sa participation à la réalisation des objectifs de l'EPT et des Objectifs du Millénaire pour le Développement (OMD) ont fini par être reconnus. Les enjeux actuels de la FPT sont tels qu'il est au centre des préoccupations de deux organismes onusiens, en l'occurrence l'Organisation des Nations Unies pour l'Éducation la Science et la Culture (UNESCO) et l'Organisation Internationale du Travail (OIT). On note que la FPT a permis de former, au cours des premières décennies qui ont suivi les indépendances en Afrique, un grand

nombre de cadres et la main-d'œuvre qualifiée dont avaient besoin les pays francophones. En revanche, la situation actuelle de la FPT et la place qu'elle occupe dans l'univers des systèmes éducatifs à travers le continent et plus particulièrement au sud du Sahara, semblent peu reluisantes (CONFEMEN, 99).

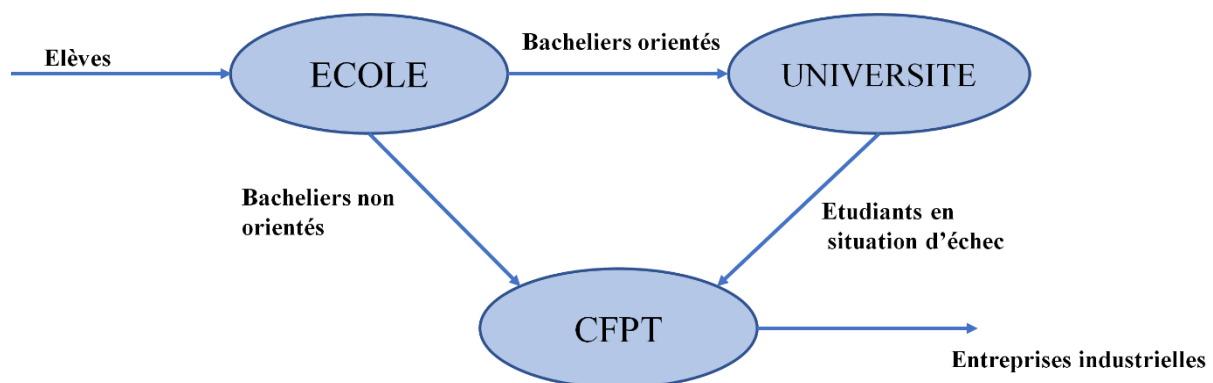
Au regard des enjeux économiques et de développement, la FPT est devenue, avec l'éducation de base, la priorité de la politique éducative du gouvernement sénégalais. Aussi, les recommandations des assises nationales de l'Enseignement Technique et de la Formation Professionnelle de 2001 ont servi de base à l'élaboration du document de politique sectorielle de l'Enseignement Technique et de la Formation Professionnelle (2002), ainsi que la lettre de politique générale pour le secteur de l'éducation et de la formation. L'option fondamentale retenue est de faire de la FPT, selon le METFP (METFP, 06), un instrument de compétitivité et de performance de l'économie sénégalaise. Cette nouvelle politique contribue à la mise en place des conditions cadres permettant au Sénégal de promouvoir l'amélioration continue de la compétitivité et de la performance de l'économie, le développement humain durable et la bonne gouvernance, par la mise à la disposition des entreprises, des secteurs d'activités économiques et des acteurs de la formation, de qualifications professionnelles et techniques requises pour la création de la valeur ajoutée et l'accroissement de la richesse.

Dans ce contexte, disposer de techniciens supérieurs très qualifiés, capables de s'adapter tout au long de leur vie aux différentes mutations de la technologie, nécessite un référentiel de compétences de qualité qui évolue grâce à une collaboration entre l'industrie et le dispositif de formation. Ceci n'est possible que si les deux entités ont à leur disposition :

- une modélisation très structurée,
- avec une démarche opérationnelle et des outils associés,
- un processus de réactualisation de ce référentiel de compétences.

1.3 Enjeux de l'étude

Dans notre pays, chaque année beaucoup d'élèves titulaires du baccalauréat sont confrontés au problème récurrent d'orientation en universités publiques à cause des capacités d'accueil limitées de ces dernières. Tous ces bacheliers non orientés se ruent alors généralement vers la formation professionnelle, à cette liste, s'ajoutent aussi les bacheliers qui n'ont pas pu réussir à l'université (Figure 3).



CFPT : Centre de Formation Professionnelle et Technique

Figure 3 : Parcours probable des bacheliers sénégalais

Les établissements supérieurs de formation professionnelle technique industrielle qui les accueillent leur offrent une formation d'une durée de deux ans. Cette formation est sanctionnée, en général, par un diplôme de BTS (Brevet de Technicien Supérieur en industrie) avec plusieurs options selon le centre de formation.

Ces établissements de formation appartiennent aux systèmes éducatifs et sont appelés à se réformer et à se moderniser. Ils sont notamment appelés à former des individus de plus en plus compétents et également de plus en plus adaptables à l'emploi. La montée en puissance de la problématique de l'emploi a progressivement légitimé l'expression d'un certain nombre d'exigences à l'égard de l'école, particulièrement en ce qui concerne sa capacité à répondre aux besoins en qualification des systèmes productifs. Cette capacité à répondre en qualification passe nécessairement au travers de l'élaboration et de l'application d'un référentiel de compétences qui renvoie à des profils de qualification détaillant les compétences que les étudiants doivent acquérir. Ce référentiel de compétences fait très rarement l'objet d'une coopération entre l'école et l'entreprise. Dans bien des cas, il est réalisé uniquement par l'acteur scolaire.

Cette façon de faire éloigne davantage l'école de l'entreprise, ce qui a pour conséquence une observation d'un fort décalage entre ces deux mondes. Dans un souci d'assurer une meilleure adéquation, il est primordial d'identifier les sources de ces décalages pour tenter de les résorber au mieux. On remarque, tout de même, un effort visant à rapprocher ces deux mondes à travers la mise en place d'un dispositif : le stage en entreprise. Selon Champy (Champy et al, 05), le

stage dans la formation par alternance est un mode d'organisation du cursus éducatif et formatif qui articule explicitement plusieurs lieux, temps et modalités d'apprentissages, considéré comme proposant des contenus complémentaires, à la fois théoriques et pratiques. Pour lui, Il s'agit de partenariats entre des entreprises et un établissement de formation, en formation initiale ou continue et qui a comme acteur principal l'apprenant.

Une formation dans ces deux entités peut développer des aptitudes, qui permettront d'associer les savoirs et leur mise en application et ainsi renforcer l'autonomie des jeunes pour leur permettre d'être acteurs de l'innovation. Il est possible d'y parvenir que si les deux lieux de formation sont bien intégrés.

Le stage en entreprise permet au stagiaire de résoudre correctement des problèmes posés dans le cadre de son travail en puisant à la fois dans une formation en entreprise qui aura permis d'en analyser les effets et les perspectives, et dans une formation « hors-entreprise » qui aura permis d'en approfondir les ressorts. Aussi à travers ces stages en entreprises ils appréhenderont très tôt le mode de fonctionnement de ces dernières. Pour le stagiaire, un stage réussi est celui dans lequel il aura eu le sentiment d'apprendre. Cela passe nécessairement par des missions de qualité et des suivis adéquats. En effet, le suivi du stagiaire revêt une importance primordiale dans le processus du stage.

L'intérêt premier pour une entreprise, lorsqu'elle collabore avec les centres de formation, est de couvrir ses besoins en recrutement que cela soit stage ou emploi. En effet, à travers les séjours des stagiaires du centre de formation, l'entreprise s'assure de bénéficier d'une meilleure visibilité et donc d'une facilité plus importante à attirer leurs prochains collaborateurs. La qualité de formation délivrée par les centres de formation est souvent décriée par les entreprises. Au-delà de cette dénonciation des carences, les entreprises doivent s'impliquer davantage au processus de formation établis par les structures de formation. Cette implication doit être surtout motivée à la valeur spécifique que l'on accorde à la formation sur le lieu de travail, tant pour l'acquisition de certaines compétences professionnelles que pour l'adaptation des jeunes au monde productif.

Selon Becker (Becker, 64), la théorie du capital humain repose sur l'hypothèse centrale que l'éducation est un investissement qui accroît la productivité, et cela de différentes manières :

- en améliorant les aptitudes et les compétences,
- en rendant plus polyvalent, plus flexible, plus en mesure de s'adapter au changement, plus mobile, mieux informé, plus entreprenant, plus discipliné et plus apte à apprendre en situation d'emploi, etc.

Une étude comparative entre la France et la Grande-Bretagne menée par Steedman (Steedman, 86) consacrée au secteur des matériaux de construction a conclu que la productivité des employés français serait supérieure d'environ un tiers à celle des britanniques, et cela s'expliquerait avant tout par le fait que les niveaux de formation des premiers seraient supérieurs à ceux des seconds.

Selon Welch cité par Dia (Dia, 06), l'éducation agit sur la productivité de deux façons. Le premier effet serait direct, et il expliquerait par exemple que dans une situation donnée, les salariés les plus scolarisés travaillent mieux, davantage, ou encore plus rapidement ; telle ne serait cependant pas la contribution la plus importante ou la plus intéressante de l'éducation. Celle-ci résiderait dans le second effet, qui est plutôt indirect, et qui se rapporte notamment au fait que les travailleurs les plus éduqués sont en même temps les plus en mesure de modifier leur environnement de travail, en choisissant par exemple les meilleures combinaisons de facteurs, les plus en mesure d'accroître leur productivité (autrement dit, les travailleurs les plus scolarisés repèreraient et choisiraient mieux et/ou plus rapidement les combinaisons les plus optimales).

Pour Dia toujours dans (Dia, 10), au Sénégal, il n'y a aucune articulation entre les stratégies éducatives et les politiques industrielles, alors même qu'on sait par ailleurs que le niveau de développement technologique des entreprises est fortement contraint par les caractéristiques du système éducatif. Plus globalement, cela signifie qu'au sein de ces entreprises, les comportements vis-à-vis de la formation doivent être modifiés, de façon notamment à ce qu'elle soit davantage appréhendée comme investissement que comme consommation.

Nous venons de voir, à travers ces quelques lignes, l'enjeu que présente une collaboration entre l'entreprise industrielle et le centre de formation pour une formation de qualité.

1.4 Précisions terminologiques

Ce mémoire fait référence à la capitalisation des connaissances en entreprise industrielle mais aussi au processus d'apprentissage dans l'action. **La gestion des connaissances** c'est de considérer les connaissances utilisées et produites par l'entreprise comme un ensemble de

richesses constituant un capital, et en tirer des intérêts contribuant à augmenter la valeur de ce capital » (Grundstein, 95). Si nous considérons **la maintenance** des installations industrielles qui est au cœur des préoccupations des exploitants industriels, nous pouvons imaginer la quantité importante de connaissances qu'on peut en tirer et qui intéresse les institutions de formation. Ces connaissances capitalisées et traitées peuvent d'une part servir de base d'**apprentissage** pour un **Étudiant/Stagiaire** et d'autre part mettre à jour le **référentiel de compétences** du centre de formation professionnelle et technique. L'apprentissage dans une activité de maintenance par un Étudiant/Stagiaire peut être considéré comme un apprentissage dans l'action. En effet, selon O'Neil et Marsick (O'Neil et al, 07), **l'apprentissage dans l'action** est une approche qui vise le développement des membres d'une organisation en utilisant des projets ou encore des problèmes qu'ils rencontrent dans leur milieu de travail.

Ces deux auteurs reviennent dans une autre étude (O'Neil et al, 07) pour proposer trois principales fonctions dans le contexte d'apprentissage dans l'action :

- création d'un environnement propice à l'apprentissage,
- facilitation de l'apprentissage
- favorisation du transfert de cet apprentissage.

Ces trois fonctions très intéressantes pour l'organisation de l'apprentissage dans l'action de l'Étudiant/Stagiaire peuvent être obtenues en entreprises industrielles et dans ce travail de recherche ce sera lors des périodes de stages. Ces périodes de stage seront considérées comme des moments privilégiés de mise en situation réelle de travail. Elles seront faites d'observation, d'imitation, d'immersion et de réalisation de projets ou de chantiers et seront censées se parachever par la transmission, l'appropriation de savoirs et le développement de compétences qui ne peuvent s'opérer que dans un environnement matériel et symbolique adéquat. Et selon Escourrou (Escourrou, 08), le stage améliore l'adéquation entre la formation initiale et le marché du travail par un renforcement de la professionnalisation et des savoirs transmis, du savoir-faire, des compétences sur le terrain et une meilleure connaissance de soi. Il est en lui-même, un puissant outil d'individualisation des parcours de formation, un outil efficace de professionnalisation en tant que tel et un complément à la fois qualitatif et quantitatif de la formation initiale considérée. Les stages permettent aux étudiants de s'adapter individuellement aux évolutions de l'emploi et aux conditions de travail futures qu'ils vont rencontrer une fois diplômés.

L'immersion de l'Étudiant/Stagiaire en entreprise a pour but non seulement de l'inciter à apprendre dans les activités de maintenance mais aussi d'être un « capteur » de connaissances dans ces mêmes activités. Comment nous l'avons dit plus haut ces connaissances captées par l'Étudiant/Stagiaire sont destinées à mettre à jour le référentiel de compétences du centre de formation. Ce référentiel de compétences selon Chauvigné (Chauvigné, 07) cité par Nagels (Nagels et al 08), comprend un ensemble de schèmes d'utilisation, un ensemble d'objets sur lesquels agir et un ensemble d'actions à réaliser. Il est mis en évidence dans ce modèle de la compétence comment l'individu pourrait agir sur le réel et en retour, comment il poursuit son développement professionnel. En effet, lors de la mobilisation d'un schème pour produire un résultat, l'individu confronte son système de ressources disponibles à la singularité de chaque situation et s'y adapte. Cette adaptation enrichit en retour les ressources du système. L'impact est considérable sur la formation, le référentiel est une ressource mobilisable par l'enseignant pour agir sur l'ingénierie de formation. Il lui permet de définir et d'organiser la formation à tous les niveaux d'organisation du schème. Il interroge le contenu et les modalités pédagogiques du programme et invite à repenser le système de validation de la formation à visée certificative.

1.5 Problématique

Dans la hiérarchie des grandes questions sociales que se pose le monde actuellement, l'éducation vient immédiatement après la croissance économique. Ainsi, tout pays qui entreprend de moderniser son économie se trouve inmanquablement confronté à la crise d'un système d'enseignement hérité du passé (Flis-Zonabend F, 68)

Le problème des rapports avec le marché du travail a été éludé alors qu'on doit s'interroger sur l'aptitude des systèmes d'enseignement existants à satisfaire en nombre et en qualité, la demande en personnel qualifié avec bien sûr des perspectives professionnelles précises. La formation et l'insertion professionnelle des jeunes diplômés constituent une sérieuse préoccupation. L'éducation ne suit pas toujours le rythme du temps et ne s'adapte pas toujours à son époque ni au progrès qui se poursuit de façon continue. Sa qualité est bien des fois en porte à faux avec les préoccupations du moment. En effet, aux missions traditionnelles de développement, de la création, de la transmission et de la diffusion des savoirs, sont venues s'ajouter les formations « professionnalisantes ». Mais qu'en est-il dans le contexte actuel, de la stratégie utilisée par nos décideurs pour relever ce défi ? Si des stratégies allant dans le sens

de la réforme des curricula ont fait l'objet de quelques recherches, on ne sait, en revanche, que peu de chose sur la mise à jour continue du référentiel de compétences, maillon important de la mise à jour de ces curricula.

Notons que, notre pays, dans le but de satisfaire la demande des entreprises industrielles en techniciens supérieurs hautement qualifiés, s'est engagé à réformer les curricula selon l'approche par compétences. Ainsi, dans le processus d'élaboration des programmes selon cette approche, l'Analyse de la Situation de Travail (AST) constitue une étape cruciale, compte tenu de la nature de l'information recherchée et de sa mise à profit au cours des étapes subséquentes. Cette mise à profit a lieu particulièrement au moment de la détermination des compétences ainsi que de la définition des objectifs opérationnels. L'AST est une consultation menée uniquement auprès de personnes du monde du travail (ouvriers qualifiés, techniciens spécialisés et personnel d'encadrement technique ou administratif immédiat). Elle a pour objet de faire le portrait le plus complet possible de l'exercice d'une profession ou d'un métier. Il s'agit de décrire les éléments de la situation de travail les plus utiles à la détermination et à la précision des compétences nécessaires à l'exercice de cette profession ou de ce métier (responsabilités, rôles, tâches et opérations, habiletés et activités, exigences particulières, etc.). Elle sert également à recueillir des suggestions ayant trait à la formation. Selon Ngathe (Ngathe, 12), les analyses de situation de travail permettent de choisir les contenus d'enseignement. En effet, il s'agit de rencontres regroupant des professionnels, experts rompus à la tâche pour sélectionner les contenus à enseigner dans le cadre de la formation professionnelle. On pourrait dire qu'il s'agit pour ces professionnels de faire part de la manière dont eux experts ont réagi face à telles ou telles autres situations dans l'exercice de leur métier. Toujours selon Ngathe, cela rend possible l'intérêt des compétences comportementales. Pour lui, les compétences listées dans ces AST, peuvent être considérées comme des objectifs à atteindre par les enseignants.

En effet, comme nous l'apprend Wittorski (Wittorski, 08), la différence du contexte fait que les professionnels réagissent différemment devant une même activité prescrite. Aussi ne risque-t-on pas de s'intéresser à des demandes spécifiques, concernant une minorité d'entreprises. L'intérêt de toute formation se trouve dans son aspect professionnalisant. Mais le risque encouru ici, serait de proposer une formation trop contextualisée s'intéressant aux préoccupations du moment pour les professionnels ayant la seule qualité d'être présents.

L'étude nous permettra de mieux appréhender les différentes phases d'élaboration du référentiel de compétences. Partant de là, nous trouverons les voies et moyens qui nous permettront de disposer, toujours avec la participation des industriels, d'un référentiel de compétences, pour la formation de nos techniciens supérieurs en industrie, le plus satisfaisant possible.

La présente étude a donc pour but de vérifier l'hypothèse selon laquelle, une fois le référentiel de compétences élaboré :

- On peut le mettre à jour régulièrement grâce à des connaissances collectées dans des activités de maintenance en entreprise industrielle.
- Voir que l'activité de maintenance industrielle peut être considérée comme situation d'apprentissage pour un Étudiant/Stagiaire du Centre de Formation Professionnelle et Technique (CFPT).

1.6 Caractéristiques de l'objet d'étude : la maintenance industrielle

La maintenance industrielle est une fonction stratégique dans les entreprises et a pour vocation d'assurer le bon fonctionnement des outils de production. Elle est en constante évolution et est intimement liée à l'incessant développement technologique, à l'apparition de nouveaux modes de gestion, à la nécessité de réduire les coûts de production. Elle n'a plus aujourd'hui comme seul objectif de réparer l'outil de travail mais aussi de prévoir et éviter les dysfonctionnements. L'ensemble de ces facteurs modifie non seulement les modes d'organisation de la fonction maintenance mais aussi les activités des techniciens et ouvriers qui opèrent dans ce champ.

Dans une entreprise industrielle, des connaissances sont générées au cours des phases de maintenance. Selon Benomrane (Benomrane et al., 13), une grande quantité d'informations est collectée quotidiennement dans ces activités de maintenance industrielle. Elles sont issues des différents acteurs du pool de maintenance, experts ou novices. Ces connaissances, issues d'erreurs rectifiées, d'interrogations et de retours d'expériences peuvent aider à l'amélioration des futures interventions mais aussi servir de base de renforcement de capacités et de connaissances pour l'Étudiant/Stagiaire afin d'assurer son autonomie qui lui permettra d'être un jour acteur de l'innovation.

Dans ce mémoire, nous porterons notre réflexion sur la compréhension de la génération de la connaissance lors des processus de maintenance. Ainsi, nous produirons un modèle de jonction qui aura pour but principal de faciliter l'intégration de l'Étudiant/Stagiaire dans l'entreprise. D'autre part, il est important de capitaliser les connaissances ainsi générées dans les phases de

maintenance pour les analyser, les structurer, les stocker et ensuite les partager avec le centre de formation. Le modèle que nous proposerons devra intégrer cette nouvelle dimension.

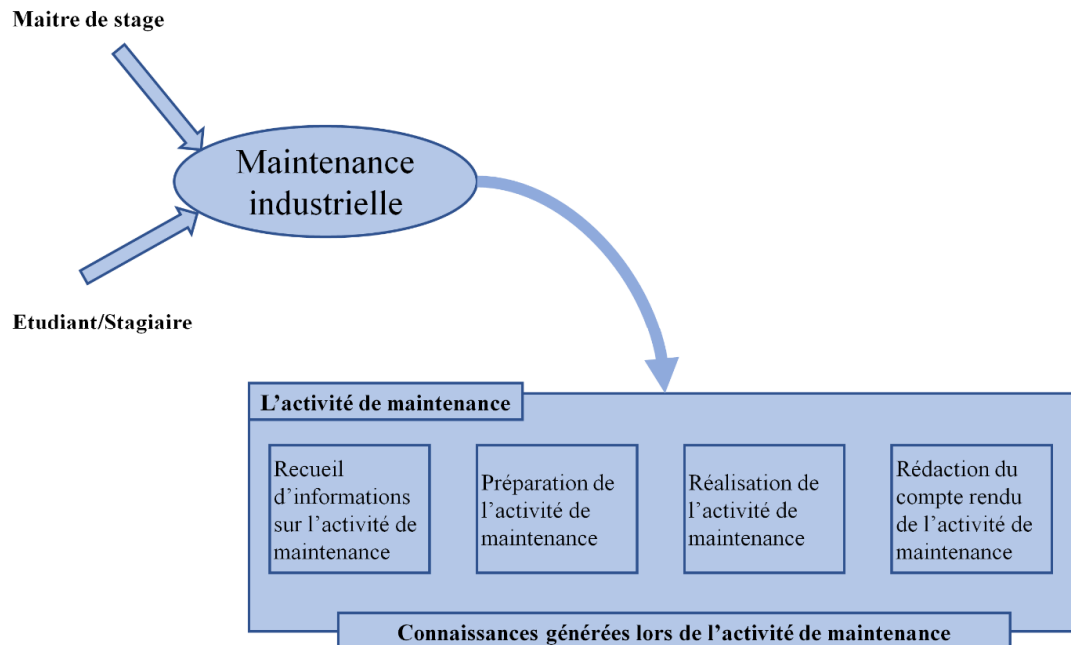


Figure 4 : Génération de connaissances dans l'activité de maintenance inspirée du modèle de « produit étendu » augmenté de la capacité à transmettre (S Brunel, 08).

1.7 La dimension didactique de l'activité de maintenance

L'insertion des jeunes doit être un objectif essentiel de la qualité des dispositifs d'Enseignement Technique et de Formation Professionnelle. Cet objectif passe par une amélioration de leur pilotage et la recherche d'une adéquation formation/emploi fondée sur des enseignements adaptés au contexte socio-économique et à son évolution. Cela suggère notamment un pilotage et une gestion améliorée de ce secteur, dont un des éléments à développer pour nombre de pays africains est de se rapprocher d'avantage du monde industriel.

Comme le souligne Veillard (Veillard, 04), les dispositifs de formation professionnelle font de plus en plus recours aux situations de travail comme moyen de formation, en complément des situations scolaires. En abordant dans le même sens, Conjard (Conjard et al, 06), le travail apparaît comme un élément clé de la transmission et de l'acquisition des compétences. Cette situation de travail en entreprise peut être obtenue à partir des séquences de stage en entreprises de l'Étudiant/Stagiaire. Ce stage en entreprise fournit à l'Étudiant/Stagiaire :

- un bagage d'outils, de repères et de méthodes, en rapport direct avec l'exercice du métier. Il s'agit ici de capacités acquises portant sur l'identification des problèmes, sur l'aptitude à les poser et à les résoudre. On peut y ajouter une connaissance de l'environnement assurant une bonne qualité de jugement.
- un bagage de comportements utiles, voire indispensable, à l'intégration dans un groupe professionnel. Il s'agit ici d'aptitudes à la communication, au travail en équipe, à la communication écrite ou orale, à la motivation et au leadership, auxquelles il faut ajouter un minimum de culture générale et de valeurs morales (Dubruc, 12).

Nous proposons de porter un regard sur l'interaction formatrice et génératrice de connaissances entre le maître de stage et l'Étudiant/Stagiaire lors des activités de maintenance tout le long de son séjour dans l'entreprise. Un approfondissement de notre réflexion sur cette approche du sujet au sein d'un social construit sera fait sur la base de la théorie de l'activité (Leontiev, 84 ; Engeström et al., 03). Le stage est considéré selon cette théorie comme une activité dans laquelle se déploient des actions et des interactions situées socialement. Deux systèmes d'activité entourent au moins le stage : celui de l'entreprise et celui de l'école. Nous supposons qu'au cœur de cette activité, l'Étudiant/Stagiaire se trouve alors à gérer des contradictions possibles entre ces deux systèmes.

Le rôle du maître de stage dans l'activité de maintenance peut se décliner comme cela est représenté sur la Figure 5. Il se transforme en acteur capable de transmettre des connaissances. En effet, dans chaque activité de maintenance ses interactions avec l'Étudiant/Stagiaire sont considérées comme formatrices. Cette phase d'apprentissage est une phase complexe qui voit plusieurs éléments se combiner les uns aux autres. Nous allons nous appuyer fortement sur l'expérience avérée du maître de stage pour une bonne réussite de cet apprentissage. Ce dernier doit choisir, élaborer et mettre en œuvre des démarches, méthodes, activités, supports et ressources dans le but de transmettre ce qu'il sait à partir des activités de maintenance.

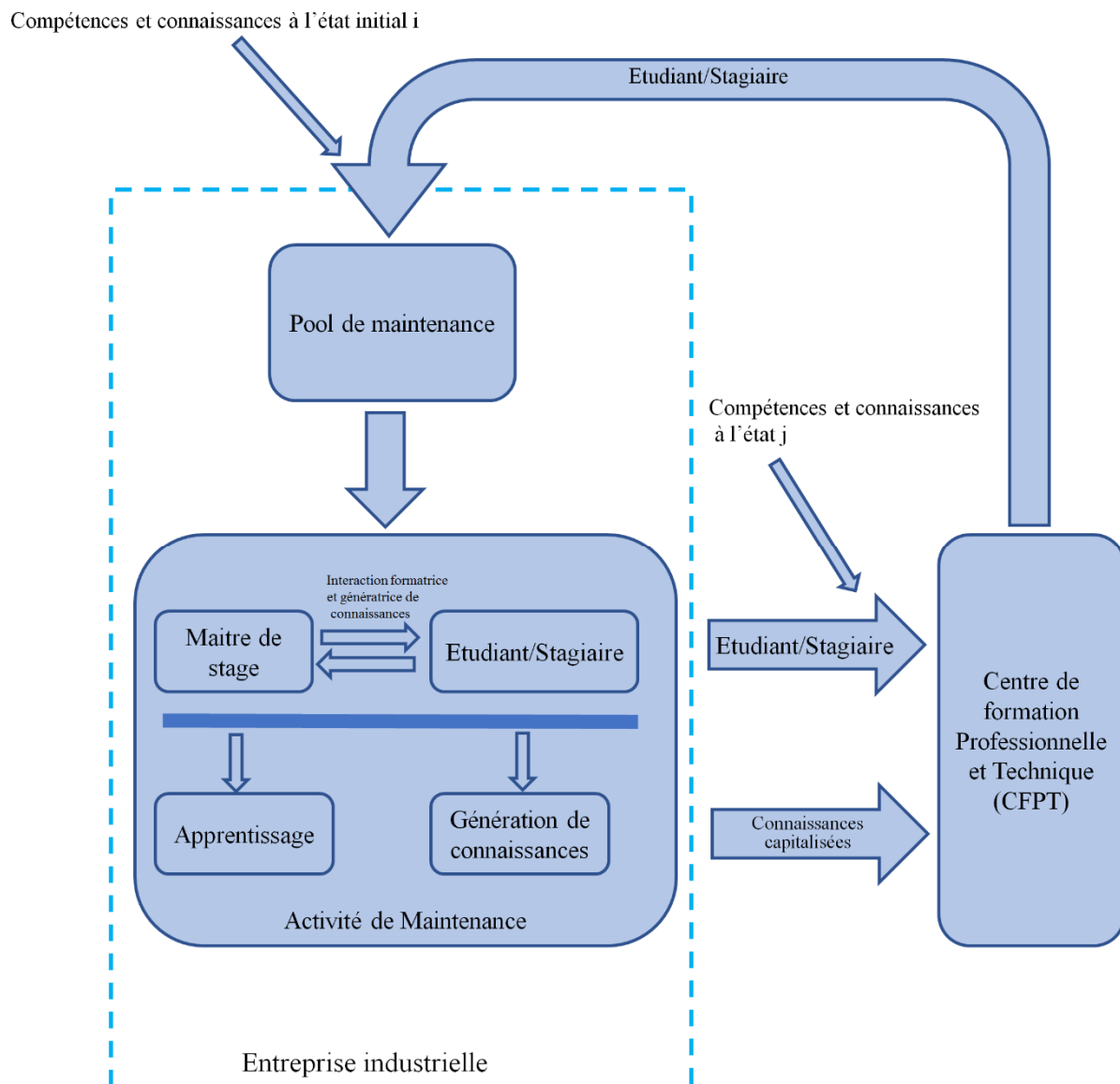


Figure 5 : apprendre en Maintenance

La performance globale des entreprises industrielles dépend largement de leur performance dans le domaine de la maintenance de leurs ressources opérationnelles (Rosqvist et al., 09). Ainsi, une gestion appropriée des processus de maintenance est indispensable. La réutilisation efficace des expériences passées et des connaissances acquises apparaît de plus en plus comme un facteur essentiel afin d'améliorer les performances de ces processus.

Cependant, il existe de réelles difficultés à transmettre les savoirs experts dans l'entreprise industrielle (Arrow, 69 ; Newell et Simon, 72 ; Leblanc et Brunel, 13) et ceci est un enjeu majeur pour notre société actuelle. Il est alors urgent de « capturer » et « transférer » les savoir-faire

professionnels développés par ces experts, de telle manière qu'ils puissent être transmis à la prochaine génération d'experts. Dans la littérature des moyens sont utilisés pour capitaliser les connaissances des experts, on peut en citer sans être exhaustif :

- le compagnonnage traditionnel en tant que pratique de socialisation est une option fréquemment utilisée pour permettre le partage intellectuel, social, et expérientiel, en face à face direct sur le lieu de travail (Argyris et Schon,74 ; Zanting et Coll, 03...)
- L'usage de l'outil vidéo en tant que media de diffusion de la connaissance experte (Arrow, 69 ; Newell et Simon, 72) à des fins de formation professionnelle aux activités opérationnelles et manuelles est un véritable enjeu.

Notre souci, dans ces travaux de recherche, est de trouver les voies et moyens pour capitaliser les connaissances générées dans l'interaction entre l'Étudiant/Stagiaire et son maitre de stage. Pour réaliser cette tâche, nous allons nous appuyer sur une bonne organisation stratégique du stage de l'Étudiant /Stagiaire. C'est l'un des objectifs du modèle que nous voulons proposer dans ce mémoire.

1.8 Conclusion partielle

La formation des techniciens supérieurs en industrie s'est adaptée ou a été remaniée en fonction de l'évolution du contexte économique. Ce sont les innovations techniques qui ont guidé certaines évolutions des programmes des centres de formation et les pratiques pédagogiques. De même, la qualité de la formation exigée par les institutions décideurs, la volonté de satisfaire la demande en personnel de qualité aux entreprises, semblent obliger ceux-ci à réinterroger leurs pratiques éducatives et notamment la place de l'expérience dans la formation.

Dans le paysage de la formation technique professionnelle, le stage participe à l'introduction de la notion d'entreprise dans la formation et ainsi faire accepter l'idée que l'école n'est plus la seule capable de former. L'entreprise devient aussi lieu de formation.

La prise en compte de l'expérience professionnelle acquise durant la formation devient de plus en plus une affaire de formation à intégrer dans les cursus et à utiliser comme support pédagogique.

L'accompagnement de l'Étudiant/Stagiaire tout au long du séjour en entreprise fait partie des réflexions et des expérimentations que nous mènerons dans ce mémoire. Nous devons dans le cursus de formation des brevets de technicien supérieur accorder une place importante au stage.

Mais comment celui-ci est-il organisé pour être source de formation, de développement pour l'Étudiant/Stagiaire et générateur de connaissances ? Après cet éclairage de la place des stages dans la formation des BTS industrie, nous allons orienter notre réflexion sur la façon de positionner le stage au sein d'une entreprise pour qu'il soit générateur de connaissances.

La réussite du séjour du stagiaire en entreprise, souvent caractérisée par un ensemble d'indicateurs, ne repose pas uniquement sur la performance de réussite de ce dernier mais sur la performance de réussite du triptyque CFPT (Formateur), (Étudiant/Stagiaire) et Entreprise (Maitre de stage).

Nous orienterons notre travail de recherche sur l'identification et la modélisation du processus d'apprentissage liant l'Étudiant/Stagiaire et son maitre de stage dans l'objectif non seulement d'apprendre mais aussi de générer des connaissances transférables. Nous montrons en paraphrasant Brunel (Brunel, 08) que non seulement la maintenance est créatrice de connaissances mais que la relation Maitre de stage et Étudiant/Stagiaire est elle-même créatrice de nouvelles connaissances et accompagne le processus complexe de transmission des connaissances. Cette dimension nous intéresse plus particulièrement dans notre travail de recherche puisqu'elle touche au plus près ce qui nous préoccupe à savoir : la dynamique d'apprentissage et la génération de connaissances sous tendue dans le stage concernant la formation des Brevets de technicien supérieur en industrie.

Chapitre 2

Contexte : La formation professionnelle technique supérieure au Sénégal

2 Chapitre 2 : Contexte

La formation professionnelle technique supérieure au Sénégal

2.1 Introduction

Dans le contexte de globalisation de l'économie, malgré certaines difficultés, les pays africains en général, le Sénégal en particulier, présentent une croissance économique continue et soutenue depuis plusieurs années. Toutefois, ces efforts de croissance économique restent insuffisants pour éradiquer la pauvreté. De ce fait nos autorités étatiques essaient encore de déployer d'autres actions pertinentes et vigoureuses pour atteindre des taux plus élevés de croissance. Ils misent en partie sur une démarche de rupture qualitative qui accorde une prépondérance aux ressources humaines. Le pari sur les ressources humaines peut être réalisé par le biais d'un système de formation professionnelle très performant.

Le système de formation professionnelle technique (FPT) constitue aujourd'hui pour notre pays un enjeu dans l'acquisition des savoir-faire et des compétences nécessaires à cette ressource humaine pour une bonne maîtrise des nouvelles technologies. Nous définissons la FPT comme un système qui, à partir d'un prérequis scolaire ou professionnel, prépare les postulants à l'exercice et/ou à l'adaptation à une activité professionnelle. C'est donc un levier pour l'amélioration de l'employabilité et un instrument de mise à niveau des compétences des entreprises. De ce fait, elle ne saurait se concevoir et s'exécuter en dehors des objectifs socio-économiques et culturels des politiques publiques. Ainsi, pour une meilleure compréhension de ses enjeux, une analyse profonde rendant compte de ses articulations avec les politiques économiques, d'emploi et d'éducation est nécessaire.

Ce chapitre a pour objet d'analyser le dispositif de la formation professionnelle technique supérieure du Sénégal à travers les principales réformes annoncées, initiées ou réalisées.

On se propose de dresser l'état d'évolution globale du système à partir d'une identification de ses forces et faiblesses. Nous allons nous appuyer pour cela sur l'analyse des politiques et stratégies mises en œuvre et sur les principaux résultats qui en découlent pour le fonctionnement, l'organisation et les performances du système.

2.2 Genèse et évolution du système de la formation professionnelle et technique

Le Sénégal est l'un des pays africains qui possède les plus anciennes traditions universitaires. Depuis la colonisation, la France en avait fait un haut lieu de formation des cadres supérieurs et intermédiaires dont avaient besoin l'administration et le développement local des pays africains francophones. Toutefois, écrit Fourniol (Fourniol, 04), ce n'est que l'ouverture de l'École Primaire Supérieure Blanchot en 1916 à Saint-Louis (avec ses sections écrivains, comptable, dactylographe, infirmier, postiers, ouvriers manuels) répondant aux besoins de l'administration mais aussi du secteur privé, qui marque le début de la formation professionnelle effectivement structurée en Afrique Occidentale Francophone.

C'est tout juste après les indépendances qu'on voit apparaître le début réel d'une formation professionnelle effectivement structurée au Sénégal.

Selon la Conférence des Ministres de l'Éducation des pays ayant le français en partage (CONFEMEN, 99), l'enseignement et la formation professionnels et techniques ont permis de former, au cours des premières décennies qui ont suivi les indépendances en Afrique, un grand nombre de cadres et la main-d'œuvre qualifiée dont avaient besoin les pays francophones, dont le Sénégal.

L'UNESCO (1969) nous offre un « Bref aperçu sur l'enseignement technique et la formation professionnelle au 1^{er} janvier 1963 ». Là, il est fait état de l'existence, à cette date déjà, de structures s'occupant de la formation technique classique : les lycées Maurice Delafosse et Peytavin (auxquels (étaient) annexés des collèges d'enseignement moyen technique. En plus de cela, existait aussi la formation professionnelle, « assurée par le Centre de qualification professionnelle de Dakar (qui remplace le Centre d'apprentissage) sur le principe de la formation alternée », avec des métiers comme la mécanique générale, l'électricité, etc.

2.3 Les réformes apportées à la formation professionnelle et technique

Durant ces dix dernières années, d'importantes réformes ont été menées dans le secteur de la formation professionnelle technique. Ces réformes dans leurs globalités opèrent des ruptures par rapport à ce qui se faisait antérieurement. Et les bases de cette réforme en profondeur découlent des assises nationales de l'ETFP, tenues en 2001. Ces réformes dans la plupart des

cas visaient l'accroissement de l'offre de formation, l'adéquation des profils des formés aux besoins du marché du travail et l'amélioration du pilotage de la formation professionnelle et technique.

La formation professionnelle et technique a constitué la seconde priorité du Gouvernement du Sénégal dans le cadre du Programme Décennal de l'Éducation et de la Formation (PDEF) qui est le cadre d'opérationnalisation de sa politique en matière d'éducation et de formation. L'évaluation de la décennie de sa mise en œuvre, réalisée en 2012 a fourni d'importants éléments d'appréciation du niveau d'atteinte des objectifs de la réforme de l'ETFP. Le tableau ci-dessous résume les différentes réformes apportées au secteur de la formation professionnelle et technique de l'indépendance à nos jours.

Tableau 1 : Réformes dans le secteur de l'Enseignement Technique et de la Formation Professionnelle

Date	Réformes	Observation
Avril 1959	L'État créé un Secrétariat d'État chargé de l'Enseignement Technique et de la Formation Professionnelle	
Mars 1960	Changement du Secrétariat d'État chargé de l'Enseignement Technique et de la Formation Professionnelle en Ministère de l'Enseignement Technique et de la Formation des Cadres avec plus d'autonomie et des moyens plus adaptés	
Juin 1971	Vote de la première loi d'orientation de l'éducation et de la formation (loi n° 71036 du 6 juin 1971)	Création des instituts de formation de formateurs comme l'École Normale d'Enseignement Technique Masculin (ENETM) et l'École Normale d'Enseignement Technique Féminin (ENETMF qui devinrent en 1976 École Normale Supérieure d'Enseignement Technique et Professionnel (ENSETP).
Janvier 1981	Etats généraux de l'éducation et de la formation	Recommandations : Distinguer l'enseignement technique de la formation professionnelle.

		Créer des passerelles permettant aux élèves ayant suivi la formation professionnelle d'accéder à l'enseignement supérieur.
Février 1991	Nouvelle loi d'orientation qui régit l'éducation et la formation au Sénégal	Elle définit le profil du nouveau type d'homme à promouvoir à travers l'éducation.
Décembre 1991	Nouveaux textes (décret 91-1355) autorisant les établissements d'enseignement technique et de formation professionnelle à générer des ressources et à les utiliser	
Mars 1995	Décret N° 95.282 du 13 mars 1995 organisant la formation du Brevet de Technicien Supérieur (BTS)	Le déroulement de l'examen et son organisation pratique figurent dans ce texte de loi.
Mars 2000	Démarrage du Programme Décennal de l'Éducation et de la formation (PDEF)	Voir encadré ci-dessous
Mars 2001	Organisation, par le ministère délégué chargé de l'enseignement technique et de la formation professionnelle, des assises nationales de l'ETFP	Bases de la réforme en profondeur du système de formation professionnelle et technique au Sénégal
Novembre 2006	Décret n° 2006-1280 portant organisation du ministère de l'enseignement technique et la formation professionnelle	
Avril 2010	Décret n° 2010-457 abrogeant et remplaçant le décret n° 2006-1280	
Mai 2013	Remplacement du PDEF par le Programme d'Amélioration de la Qualité, de l'Équité et de la Transparence (PAQUET) dans la gouvernance du système éducatif sur la période 2013-2025	Mise sur pied d'une direction chargée des examens et concours et de certification (voir encadré)
Janvier 2015	Loi n° 2015-01, nouvelle loi d'orientation	Cette loi décrit l'organisation et le pilotage de la formation professionnelle et technique et comprend quatre titres répartis comme suit : - Titre premier : dispositions générales - Titre II : régime de la formation professionnelle et technique. Titre III : structures de formation professionnelle et technique Titre IV : dispositions finales

Le PDEF

A la faveur de « l'Initiative spéciale des Nations unies pour l'Afrique, » le Gouvernement du Sénégal développe, en collaboration avec les partenaires techniques et financiers, la société civile, les collectivités locales, un Programme Décennal de l'Education et de la Formation (PDEF) qui fixe les objectifs, les stratégies et les besoins en financement pour le secteur durant la période 2000- 2010.

Le PDEF est fondé sur une vision éducative qui prend en compte les mutations intervenues dans l'environnement interne et externe du système éducatif. Il constitue un cadre pour intégrer les différents niveaux du système éducatif dans une dynamique globale de développement harmonieux plus conforme aux possibilités et priorités nationales et mettre en cohérence l'ensemble des activités à développer dans le secteur durant la décennie. Les objectifs poursuivis couvrent ainsi tous les sous-secteurs et reposent sur les axes d'orientation suivants :

Élargissement de l'accès à l'éducation et à la formation à tous les niveaux ;

Renforcement de la qualité et de l'efficacité de l'offre d'éducation et de formation à tous les niveaux ;

Création des conditions pour une coordination efficace des politiques et programmes d'éducation et de formation et une rationalisation de la mobilisation et de l'utilisation des ressources.

Concernant plus spécifiquement le secteur de l'Enseignement Technique et de la Formation Professionnelle (ETFP), le PDEF s'inscrit dans la volonté politique de faire du secteur de l'enseignement technique et de la formation professionnelle un facteur de compétitivité et de performance de l'économie nationale en répondant aux besoins du marché du travail en matière de main d'œuvre qualifiée.

La Direction des Examens, Concours Professionnels et Certification (DECPC)

Art. 23. - La Direction des Examens, Concours et Certifications a pour mission de :

Coordonner la mise en œuvre et le suivi des tests et concours de recrutement des élèves et étudiants ;

Préparer, organiser et évaluer les examens, concours et certifications ;

Organiser le déroulement des examens, concours et certifications relevant du Ministère de l'Enseignement technique et la Formation professionnelle ainsi que la diffusion des résultats, à l'exclusion du baccalauréat technique;

Organiser le choix des sujets, de leur reproduction et de leur mise à disposition à temps et dans les meilleures conditions de sécurité ;

Choisir les centres d'examens ou de concours ;

Désigner les chefs de centre et procéder à la constitution des jurys d'examen ;

Proclamer les résultats aux divers examens, concours et certifications,

Gérer le Fonds d'Appui aux Examens, Concours et Certifications (FAEC).

Art. 24. - La Direction des Examens, Concours Professionnels et Certification (DECPC) comprend les divisions ci-après :

La Division Logistique et Programmation ;

La Division des examens et concours ;

La Division des diplômes et certifications.

A travers ce tableau, nous notons une instabilité de la tutelle du secteur de l'ETFP. Ce n'est qu'en 2001 que le Gouvernement du Sénégal, voulant montrer la priorité et l'attention à accorder à ce secteur, institua le METFPALN (Ministère de l'Enseignement Technique de la Formation Professionnelle de l'Alphabétisation et de Langues Nationales) comme Ministère de plein exercice. Ce ministère a initié dès sa création une démarche consensuelle en matière de formation qui, à la suite des Assises Nationales, a abouti à la définition d'une politique

sectorielle de l'ETFP. Cette réforme du système de l'ETFP repose sur les trois composantes du PDEF (l'accès, la qualité et l'organisation)

Le Document de Politique sectorielle de l'ETFP, finalisé en février 2002, indique que la formation professionnelle au Sénégal se donne comme objectifs la formation de spécialistes dotés de capacités pratiques dans le but d'améliorer la productivité et la compétitivité des entreprises et d'instaurer le respect de l'environnement dans l'exercice d'une profession, elle dégage ainsi des points de rupture la distinguant des pratiques opérées antérieurement. Il vise une cohérence et une ouverture du système de formation en insistant entre autres sur la nécessité de la formation des formateurs, du renforcement de la formation continue et sur l'élaboration de référentiels et de programmes. Ces programmes de formation seront conçus selon une approche par les compétences et regroupés en modules capitalisables utilisés pour la formation initiale (cycle de deux ans) et la formation continue ; ils intégreront des modalités de diffusion sous forme d'alternance et d'apprentissage.

Avec les nouvelles réformes de 2006 dictées par les autorités étatiques, le ministère en charge de l'enseignement technique et la formation professionnelle s'engage sur une nouvelle orientation de la formation. L'approche par les compétences est devenue un des axes engagés par la réforme du ministère. C'est une rupture par rapport à ce qui se faisait et tous les nouveaux programmes de BTS seront écrits selon cette approche. Une écoute plus grande est maintenant accordée à l'utilisateur.

C'est ainsi que 16 programmes de BTS ont été écrits dans le cadre des jumelages entre lycées techniques et centres de formation professionnelle sénégalais et collèges communautaires canadiens et implantés dans les lycées techniques et centres de formation professionnelle.

Avec aussi l'appui de l'AFD (Agence Française de Développement), d'autres programmes, pour des métiers où il n'existait pas auparavant d'offre de formation, ont été élaborés pour trois centres sectoriels.

La Direction des Examens, Concours professionnels et Certification (DECPC), qui relève du MFPA (Ministère Formation Professionnelle de l'Apprentissage et de l'Alphabétisation), est en charge de l'évaluation des certifications sénégalaises dans le domaine de la formation professionnelle. Les évaluations peuvent être menées indépendamment du processus

d'apprentissage : formel, non formel ou informel. L'organisation du processus d'évaluation permet à tout apprenant de se soumettre à une évaluation.

2.4 Situation actuelle du système

Dans cette section nous proposons une analyse des états de lieux du dispositif, en l'occurrence les programmes, les ressources humaines, les infrastructures et les équipements, la gouvernance et le financement.

2.4.1 Nouveau périmètre de la FPT

La consolidation de la politique sectorielle s'est poursuivie et amplifiée depuis les assises nationales de l'ETFP en 2001. On peut citer comme référence les documents produits depuis lors comme ceux dans le cadre du METFP/PDEF. Parmi ces documents récents figurent, selon l'ordre chronologique :

- Document de planification stratégique de l'enseignement technique et de la formation professionnelle (ETFP). Phase II du PDEF (2004-2007) – Version provisoire - janvier 2004;
- Principaux indicateurs pour le sous-secteur de la FPT – décembre 2004;
- Lettre de politique générale pour le secteur de l'éducation et de la formation – janvier 2005
- Programme décennal de l'éducation et de la formation. Plan d'action de la deuxième phase 2005-2007 – Version finale – 25 juin 2005
- Rapport économique et financier 2005 – Rapport provisoire – 18 avril 2006.

Dans le cadre de la politique sectorielle de l'ETFP, ces différents documents et rapports d'étude ont contribué à réaffirmer les options fondamentales adoptées en 2001. L'option fondamentale réaffirmée, et dont découle toutes les autres, est celle de faire de l'ETFP « un instrument qui doit contribuer à la compétitivité et à la performance de l'économie » (janv. 2004).

Cette option politique redéfinit la mission du nouveau système de l'ETFP, celle de former pour répondre aux besoins du marché de travail et de l'économie en main d'œuvre qualifiée et de contribuer ainsi :

- à la modernisation du secteur primaire
- à la compétitivité des entreprises du secteur moderne,
- à l'accroissement des capacités des entreprises artisanales
- à la valorisation du secteur informel.

Concrètement, le système de l'ETFP actuel évolue vers le concept de la formation professionnelle et technique et voit se dessiner, de manière claire et précise, son nouveau périmètre d'action (Figure 6)

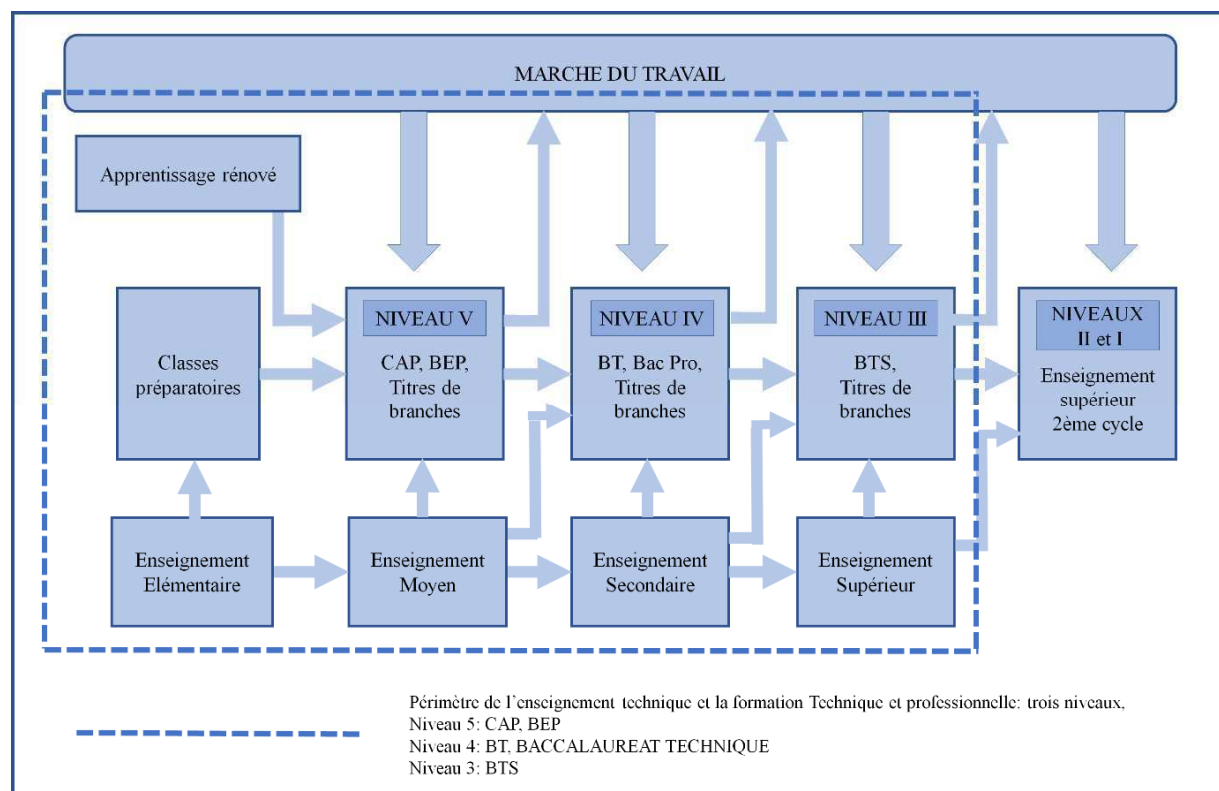


Figure 6 : Interaction entre le marché du travail, l'enseignement général et le périmètre de l'ETFP
 Source : Principaux indicateurs pour le sous-secteur de la FPT. Étude réalisée par Sylvain Clément – Décembre 2004

2.4.2 Les lycées techniques et les centres de formation du dispositif

Dans le dispositif de formation du Ministère de la Formation Professionnelle de l'Apprentissage et de l'Alphabétisation (Nouvelle appellation) on retrouve plusieurs catégories d'établissements publics comme privés. Les lycées techniques sont au nombre de neuf et ont pour objectif principal de donner aux jeunes une solide culture scientifique et technique. La formation y dure trois ans et permet d'obtenir des diplômes équivalents à ceux de l'enseignement général (baccalauréats technologique et scientifique). Certains de ces baccalauréats permettent d'accéder jusqu'au brevet de technicien supérieur (BTS). Actuellement tous les lycées techniques offrent, parallèlement à la formation du baccalauréat, des cycles de formation professionnelle qui mènent au Brevet d'Etude Professionnelle (BEP), au Brevet de Technicien (BT) ou au Brevet de Technicien Supérieur (BTS). Dans la plupart des

cas, ces formations sont déroulées selon l'approche par compétences (APC) et ceci avec le soutien politique, financier et/ou technique de différentes instances ou institutions internationales. Pour les détails sur la situation actuelle de la formation professionnelle et technique, voir annexe

2.4.3 Analyse de la situation actuelle du secteur

(voir en annexe les différents tableaux qui permettent de faire cette analyse)

Pour cette analyse nous allons nous appuyer comme cadre de référence sur la réflexion de Fadiga (Fadiga, 03), où elle a fait une analyse de la situation de l'enseignement technique et la formation professionnelle d'alors. En encadré, nous avons un résumé de son analyse sur le déséquilibre de l'offre de formation durant les années 90.

L'offre de formation au Sénégal reste très déséquilibrée tant au niveau de la répartition selon les secteurs de la vie économique qu'au niveau de la répartition des effectifs et des structures de formation dans les différentes régions du Sénégal.

Le secteur tertiaire totalise à lui seul 60% des effectifs en 1998 (3921 en formation) ; il est suivi du secondaire avec environ 20% soit 1283 formés.

Le secteur primaire même s'il regroupe environ 74% de la population active, est le plus mal servi avec 16% seulement des effectifs.

Les institutions d'enseignement technique et de formation professionnelle sont inégalement réparties entre les différentes régions du pays. En effet, 70% d'entre elles sont regroupées dans trois régions uniquement (Dakar, Thiès et St-louis) tandis que seulement 30% des structures sont implantées dans les six autres régions du pays (Louga, Tambacounda, Fatick, Kolda, Diourbel et Ziguinchor).

Sur l'ensemble de ces structures, 75% sont des institutions publiques, contre 25% pour le privé. La commission préparatoire du congrès mondial de Séoul (1999) prône pour la codification de l'ouverture des écoles privées en mettant l'accent sur l'équilibre des filières.

La situation actuelle sur le plan infrastructure est caractérisée par un réseau comptant au total 291 centres de formation dont 89 publics (30,58%) et 202 privées soit 69,41% du réseau.

L'ensemble des structures dans les onze (11) autres régions représente seulement 26,05% du réseau national. Nous remarquons un renversement de situation puisque les établissements privés du réseau sont actuellement plus nombreux que les établissements publics. Les

recommandations de la commission préparatoire du congrès de Séoul sont bien prises en compte concernant les ouvertures d'écoles privées mais on note un non-respect de l'équilibre des filières. En effet, il y a plus de formations offertes par les centres de formation privés dans les filières du commerce que dans les filières de l'industrie.

L'inégalité de répartition des institutions de formation professionnelle dans le territoire national remarquée par Fadiga (Fadiga, 03) est toujours présente. C'est la région de Dakar (47,42%) qui est toujours en tête, suivie par la région de Thiès (17,18%). La région de Ziguinchor prend la troisième place (7,9%) qu'occupait en 2003 la région de St-Louis (4,46%). Les régions de Sédhiou (0,68%), Matam (1,03%), Kédougou (0,68%) et Kaffrine (1,37%) sont celles qui enregistrent les taux les plus faibles.

Nous avons aussi remarqué que dans le domaine industriel, des profils de formation qui font référence à des formations de pointes répondant aux besoins des entreprises, ne sont pas assurés par les structures actuelles de l'ETFP. Par exemple, les concessionnaires automobiles souhaitent l'implantation de programmes de formation de diésélistes, dont les besoins sont ressentis dans tout le pays. Certaines formations, pour des métiers aussi courants tels que la plomberie, ne sont pas organisées. Il y a une insatisfaction des employeurs car elles ne couvrent pas l'ensemble du territoire national.

Au niveau des programmes, les faiblesses qu'on peut noter sont de deux ordres :

- celles relatives à l'absence ou l'hétérogénéité des programmes de formation
- et celles relatives au processus actuel d'élaboration et d'implantation des programmes.

La première faiblesse est relative à l'absence de programmes écrits, reconnus et communs pour certaines filières de formation, en particulier ceux menant aux titres et diplômes du niveau V (CAP et BEP) du secteur secondaire. Cette faiblesse explique bien la disparité notée sur le contenu des enseignements. La plupart des programmes enseignés dans le niveau V datent des années 60 et 70 et n'ont jamais été réactualisés. Il devient aujourd'hui très difficile de trouver des exemplaires de ces programmes et pourtant beaucoup de centres de formation les ont comme référence. D'autres, en l'absence de programmes officiels empruntent et adaptent des programmes similaires utilisés à l'étranger. Cette situation a entraîné une difficulté notoire au corps de contrôle (Inspecteurs de spécialité). En effet, il devient difficile de faire

rigoureusement son travail d'inspection, étant donné l'absence de référentiels précis et homologués par l'autorité centrale.

La politique sectorielle de l'ETFP, finalisée en février 2002 avait recommandé, entre autres, l'élaboration de référentiels et de programmes. Dans cette optique, quelques initiatives de révision des programmes de formation sont menées dans le cadre des projets financés par des partenaires au développement ou dans le cadre des projets de formation d'établissements. Ces projets de programmes sont parfois récupérés et validés par le METFP.

Cependant, ces initiatives dispersées induisent une illusion de rénovation de programmes et véhiculent des particularismes de contenus et de modes d'enseignement qui ne sont pas adaptés au contexte de ceux qui les pratiquent. Ceci pourrait être l'une des sources de redondances rencontrées dans certaines filières. Ainsi :

- On peut observer, dans les filières CAP et BEP en mécanique, en mécanique automobile, en électricité et en menuiserie, que les contenus des programmes diffèrent d'un établissement à l'autre ;
- il arrive que les taux horaires ou les coefficients de pondération des disciplines ne soient pas homogènes d'un établissement à l'autre ;
- parfois, certains établissements ne prennent pas en compte les mises en application de modifications officielles relativement récentes des textes officiels.

La nouvelle orientation prise par le Ministère de la Formation Professionnelle et Technique concernant l'élaboration des référentiels de formation selon l'approche par compétences (APC) a déjà enclenché un mouvement et des expériences concluantes sont déjà enregistrées. Mais malheureusement, dans certaines filières du système, il a été constaté des failles dans les programmes déjà élaborés.

En effet, des appellations différentes pour désigner la même discipline dans la même filière, existent. De plus, des programmes ont des différences si minimes qu'il serait logique de les combiner pour en faire un seul programme. C'est le cas des programmes menant au BTS maintenance industrielle du Lycée Industriel et Minier de Kédougou et au BTS Maintenance Industrielle du Centre National de Qualification Professionnelle de Dakar. Ces deux programmes de formation ont la même appellation, la même finalité et à 90% les mêmes contenus. Cette situation est causée par des institutions partenaires différentes lors de l'élaboration des référentiels de formation. En effet, la plupart des institutions partenaires proposent leur propre référentiel de programme comme base de réflexion. Nous avons nous

même constaté que certains centres de formation ont intégralement repris les référentiels de formation des institutions partenaires. Cette remarque est faite surtout dans les centres de formation ayant comme partenaire les Cégeps (Centre d'Enseignement Général et Professionnel) du Québec. Ceci a entraîné les conséquences suivantes :

- perturbation lors du déroulement des formations
- compétences qui ne peuvent pas être installées faute d'équipements ou de personnes ressources
- la durée des formations est anormalement allongée (3 ans au lieu de 2 ans).

Concernant le secteur de l'enseignement technique, une grande ressemblance (mêmes disciplines dans des filières différentes) a été constatée au niveau de la constitution des programmes des baccalauréats séries T1 et T2. Cette ressemblance est beaucoup plus frappante dans les disciplines de mécanique, de construction et de fabrication mécanique.

Ces redondances justifient un effort important d'optimisation et d'harmonisation des programmes de l'Enseignement Technique.

Les profils de sortie des programmes de ces séries posent des difficultés réelles aux lauréats à la fois pour la poursuite des études universitaires et pour l'insertion dans le milieu industriel. En effet, d'une part, les élèves de ces séries n'ont ni le niveau scientifique qu'il faut pour aborder les facultés ou les écoles d'ingénieurs comme l'École Supérieure Polytechnique de Dakar (ESP), ni un savoir-faire suffisant pour s'insérer dans le milieu du travail (industriel)

La conclusion est que, compte tenu du cheminement qui est proposé aux apprenants, ces programmes ne sont pas adaptés et que leur révision approfondie ou voire leur suppression est imminente. Selon le ministère de tutelle ce travail de révision a été fait mais il reste à l'appliquer.

2.4.4 Les effectifs des apprenants

Les effectifs, d'après le ministère de la formation professionnelle et technique (2013) sont passés de 35 900 en 2009 à 48 116 en 2013.

La Figure 7 permet de distinguer les effectifs de la formation menant au baccalauréat technique et ceux professionnels.

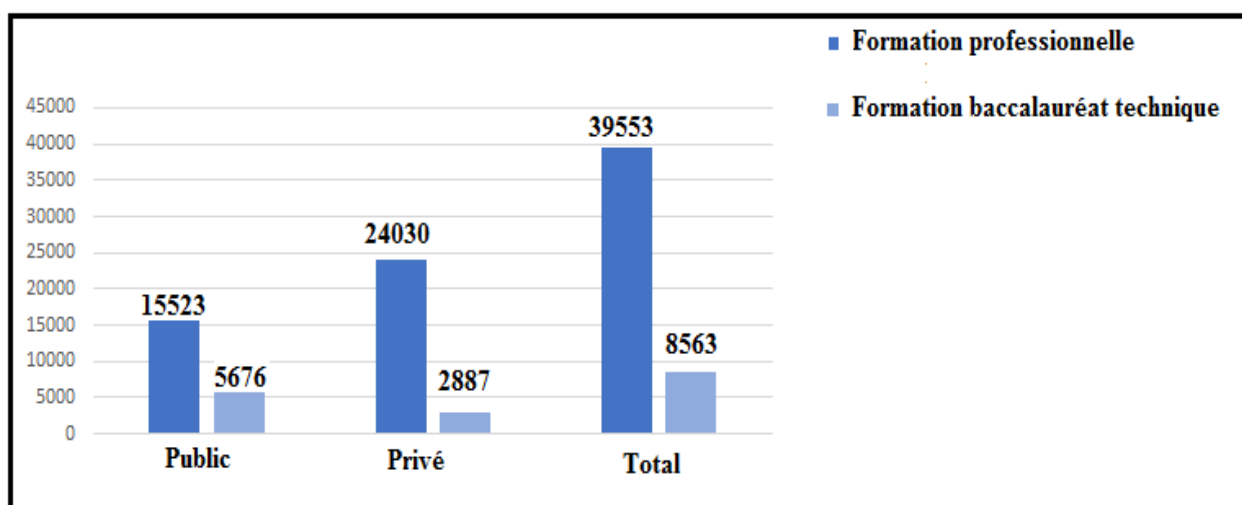


Figure 7 : évolution des effectifs du système de formation technique et professionnel

Dans ce graphique, nous remarquons que les effectifs d'apprenants au niveau de la formation professionnelle représentent 82% de l'effectif total d'apprenants. Au niveau des structures publiques, les effectifs d'apprenants de la formation baccalauréat technique représentent 27% de l'effectif total d'apprenants. Dans le privé, 11% seulement des apprenants sont inscrits pour faire le baccalauréat technique. Dans la formation menant au baccalauréat technique, l'essentiel des apprenants (84%) sont inscrits dans la série G, suivie des séries T1, S3 et T2 avec respectivement (5%, 4% et 4%) des effectifs d'apprenants de l'enseignement technique.

Tableau 2 : effectifs dans les séries techniques menant au baccalauréat

T1	T2	S3	S4	S5	G	F6	TOTAL
428	342	342	170	86	7185	0	8553

Globalement, le Tableau 2 nous renseigne sur un accroissement des effectifs du système en valeur absolue de 12 216 apprenants et de 34,02% en valeur relative sur la période 2009-2013. Durant la même période, le Taux Annuel Moyen d'Accroissement (TAMA) des effectifs d'apprenants est estimé à 7,6%. Par rapport au type de structures (publique ou privé), les effectifs les plus importants se trouvent dans les établissements privés.

Tableau 3 : effectifs des apprenants par année et par région

REGION	2009	2010	2011	2012	2013	TAMA
Dakar	23804	23015	23470	24894	30127	6,07
Diourbel	1332	1673	1701	1916	2143	12,62
Fatick	281	480	609	769	713	26,21
Kaffrine	0	0	96	108	155	12,72
Kaolack	1639	1429	1610	1712	2094	6,32
Kédougou	0	0	649	670	738	3,26
Kolda	510	536	479	512	664	6,82
Louga	416	371	348	395	690	13,49
Matam	228	347	317	318	232	0,44
Sédhiou	0	0	120	138	209	14,88
St-Louis	1880	2460	2055	2156	2279	4,93
Tambacounda	852	911	374	344	607	-8,13
Thies	3445	4340	4207	4618	5001	9,77
Ziguinchor	1513	1911	1481	1673	2464	12,97
TOTAL	35900	37473	37516	40223	48116	7,60

Selon le ministère (2013), le pourcentage des effectifs dans le public, entre 2009 et 2013, oscille autour de 44%. Dans le privé, par contre, pour la même période le taux des effectifs est de 56%.

Dans les établissements publics, les élèves inscrits pour le CAP sont au nombre de 5 654, soit 53,69% des apprenants. Pour le BEP, 1 840 élèves sont inscrits, soit 17,47% des effectifs. S'agissant du BT, les inscrits sont 1 458 soit 13,84% et pour le BTS on a 1 577 inscrits soit 14,97% des apprenants.

Concernant les établissements privés, les élèves inscrits pour le CAP sont au nombre de 2 853, soit 34,61% des apprenants. Pour le BEP, 801 élèves sont inscrits, soit 9,71% des effectifs. S'agissant du BT, les inscrits sont 568 soit 6,89% et pour le BTS on a 4 018 inscrits soit 48,75%

des apprenants. Nous remarquons que les effectifs se présentant aux différents examens d'état organisés par le ministère sont plus nombreux dans le public que dans le privé. Ceci se justifie par des établissements privés qui comptent dans leurs effectifs beaucoup d'élèves qui n'ont pas le profil des formations qu'ils dispensent. En général, pour beaucoup de ces établissements privés, l'aspect financier prime sur la qualité de la formation.

Tableau 4 : effectifs des candidats aux examens en 2013

CAP		BEP		BT		BTS		
ETABLISSEMENTS PUBLICS								
Garçons	Filles	Garçons	Filles	Garçons	Filles	Garçons	Filles	TOTAL
2836	2818	1527	313	1194	264	1140	437	10529
ETABLISSEMENTS PRIVES								
1324	1529	542	259	330	238	1995	2023	8240

Si on compare les chiffres de Fadiga (Fadiga, 03) avec les chiffres de 2013, nous remarquons que l'offre de formation au Sénégal reste toujours très déséquilibrée au niveau de la répartition selon les secteurs de la vie économique malgré une augmentation des effectifs. Le secteur tertiaire totalise à lui seul 67% des effectifs en 2013 (26 668 en formation). Il est suivi du secondaire avec environ 31,96% soit 12 643 formés.

L'importance du secteur primaire sur l'économie du Sénégal a fortement diminué. Aujourd'hui, elle emploie 46% de la population active et contribue à 15,8% du PIB (Produit Intérieur Brut). Celle-ci est principalement causée par une agriculture sénégalaise caractérisée par une forte vulnérabilité face aux aléas climatiques et à la menace acridienne. Cette situation s'est répercutée sur la répartition des effectifs de la formation professionnelle par secteur d'activité économique, le secteur primaire se retrouve avec moins de 1% des effectifs.

Tableau 5 : effectifs par secteur d'activité

Secteur d'activité économique	Public		Privé		TOTAL
	Nb de garçons	Nb de filles	Nb de garçons	Nb de filles	
Primaire	155	87	0	0	242
Secondaire	7036	722	3978	907	12643
Tertiaire	1064	6459	7065	12080	26668
Total	8255	7268	11043	12987	39553

2.4.5 Les établissements privés du dispositif

Dans notre pays, le développement du secteur de l'enseignement technique et professionnel est régi par la loi 94-82 portant statut des établissements d'enseignement privé et a été votée en Décembre 1994. Depuis cette date, nous assistons à une prolifération des centres de formation professionnelle et technique privés. Il est aujourd'hui impossible de faire plus de deux kilomètres dans la capitale dakaroise sans rencontrer un centre de formation privé. En général ce sont des hommes d'affaires peu scrupuleux qui mettent à leur profit les carences du système public de formation pour ouvrir ces établissements. Certains même de ces établissements sont installés dans des maisons d'habitation qui n'offrent pas un cadre physique d'épanouissement. De plus, la qualité et le niveau des formations offertes sont parfois plus que douteux. Ce qui est dramatique, c'est que la plupart de ces établissements dispose d'un agrément en bonne et due forme délivré par les autorités. En effet sur leurs pancartes et papier en tête est bien visible l'arrêté du ministère de la Formation professionnelle les autorisant à exercer.

Des enquêtes que nous avons menées pour les besoins de cette thèse, nous ont montré que dans ces établissements :

- il faut payer très cher pour être formé,
- les formations dispensées ne répondent pas aux attentes des entreprises,
- dans le cas de la formation professionnelle technique aucun de ces établissements ne dispose de matériels didactiques adéquats pour enseigner les formations menant aux diplômes de niveau I, II et III.

Cette situation est déplorable et dans tous les cas, ce sont les parents qui sont les grands perdants dans cette « arnaque organisée et légalisée ». Les élèves, eux découvrent en fin de formation,

que leur diplôme n'est reconnu nulle part ou bien qu'ils n'ont pas les connaissances nécessaires pour réussir aux examens organisés par la DECPC. Le comble, c'est quand ces élèves, à la fin de leur formation, se trouvent dans l'impossibilité de passer l'examen d'état organisé par la DECPC, faute d'avoir le profil adéquat.

2.5 Le brevet de technicien Supérieur Industrie au Sénégal

Le secteur industriel sénégalais souffre de la pénurie grave de techniciens supérieurs. La technologie ne cessant jamais de se développer dans la communauté internationale où on jouit pleinement de l'informatisation globale, n'épargne pas le Sénégal et exige de son Gouvernement de prendre le nécessaire pour satisfaire aux besoins en techniciens supérieurs et de diversifier l'enseignement supérieur.

Dans les années 80 le nombre de bacheliers des séries techniques (bac F) commençait à augmenter et la Commission nationale d'orientation se trouvait dans l'impossibilité de les orienter dans les différentes facultés de l'université de Dakar. Les possibilités qui s'offraient à eux étaient soit, d'intégrer par concours les établissements d'enseignement supérieur ci-dessous :

- L'École Nationale Supérieure Universitaire de Technologie
- L'École Normale Supérieure d'Enseignement Technique et professionnel
- L'École Nationale de Formation Maritime de Dakar,

soit de chercher du travail dans les entreprises industrielles ce qui était relativement impossible car leur profil ne correspondait pas aux exigences du marché du travail.

Il convient de souligner que le passage entre l'enseignement secondaire technique et l'enseignement supérieur est particulièrement sélectif ce qui constituait un obstacle pour les titulaires du baccalauréat technique et les poussait, dans la plupart des cas, au chômage.

A titre d'exemple, on peut rappeler qu'en 1988/89 sur 73 bacheliers des séries F (F1, F2, F3, F4, F6 et F7), 20 à peine ont été admis dans les établissements de formation supérieure : 11 à l'ENSETP, 6 à l'École Nationale de Formation Maritime et 3 à l'ENSUT.

Cette situation avait entraîné à l'époque des grèves massives dans les établissements d'enseignement technique et était suivie pratiquement par l'ensemble des établissements scolaires.

Avec les réformes de l'enseignement technique, ces baccalauréats techniques ont été remplacés en 1998 par des Brevet de Technicien (BT) orientés vers les ouvrages métalliques, mécanique automobile, entre autres. Cependant la série F6 technique en chimie industrielle est restée au baccalauréat, cette série forme des techniciens en physique et surtout en chimie, chimie minérale, chimie organique et n'existe qu'au lycée technique industriel Maurice Delafosse.

Tableau 6 : les types de baccalauréat technique et brevet de technicien

Bac F1	Fabrication mécanique	Bac T1	Fabrication mécanique
Bac F2	Électrotechnique-électronique	Bac T2	Électrotechnique-électronique
Bac F3	Mécanique automobile	BT MVM	Mécanique moteur
Bac F4	Ouvrage métallique	BT OM	Ouvrage métallique
Bac F5	Chaudronnerie - Tuyauterie	BT CTI	Chaudronnerie Tuyauterie Industrielle
Bac F6	Chimie industrielle	Bac F6	Chimie industrielle
Bac F7	Analyse Biologique	BT AB	Analyse biologique
Bac F8	Génie Civil	BT GC	Génie Civil

C'est dans ce double contexte, pourvoir le secteur industriel de techniciens supérieurs dont il a besoin et trouver aux élèves de l'enseignement technique la possibilité de poursuivre leur étude après l'obtention du baccalauréat, que le Gouvernement du Sénégal avait autorisé la mise en place de la formation de techniciens supérieurs en industrie.

C'est en 1995 que le Brevet de Technicien Supérieur (BTS) en industrie a été réellement créé par décret N° 95.282 du 13 mars 1995, modifiant et remplaçant le décret N° 74.719 du 19 juillet 1974. Les modalités de candidature, le déroulement de l'examen et son organisation pratique figurent dans ce décret.

Cette nouvelle vision de l'état est bien en adéquation avec la loi d'orientation de l'éducation nationale N° 91-22 du 30 janvier 1991. Cette loi confère à la formation professionnelle technique l'objectif de préparer l'entrée des jeunes dans la vie active par le biais de l'acquisition des connaissances, des aptitudes et des compétences nécessaires pour l'exercice d'un métier déterminé.

Ce type de formation devait permettre aux titulaires d'un BT, d'un Bac technique ou d'un Bac scientifique d'obtenir un diplôme professionnel, niveau bac+2, grâce à une formation en prise

directe avec le monde de l'entreprise. Il devait être aussi en droite ligne des spécialités offertes en BT ou Bac technique (électronique, électrotechnique, automatique, informatique industrielle, etc...).

Les premiers établissements autorisés à ouvrir des filières pour l'enseignement professionnel technique supérieur sont le Lycée Technique Industrielle Maurice Delafosse (LTID), le CEDT G15 et le CFPT/SJ.

2.6 Les premiers établissements intervenant dans la formation du BTS industrie

2.6.1 LTID

Le lycée Technique Industriel Maurice Delafosse est le premier établissement au Sénégal dans ce domaine. C'est un établissement d'enseignement secondaire technique, il est logé dans le Complexe Maurice Delafosse et intervient à deux niveaux :

- Le cycle formant à un baccalauréat technique
- et le cycle professionnel formant à des qualifications professionnelles.

Il fut l'un des établissements scolaires les plus touchés par les grèves cycliques des élèves de l'enseignement secondaire technique. C'est d'ailleurs ce qui a motivé les autorités du lycée en partenariat avec la communauté de Wallonie de Bruxelles d'initier une formation de Brevet de technicien en maintenance industrielle. C'est le premier établissement au Sénégal à faire ce type de formation. Elle s'inscrit dans la volonté du Gouvernement de développer l'offre en formations supérieures non universitaires afin de répondre aux besoins de l'entreprise sénégalaise tout en réalisant le désir ardent des bacheliers techniques de poursuivre leur étude.

Cette formation technique est payante et s'est parfaitement intégrée à la structure et au fonctionnement du lycée.

Elle s'effectue sous forme modulaire et privilégie les stages en entreprise, les revenus issus des droits d'inscription permettent de développer l'infrastructure du lycée et de motiver les professeurs. L'appui de APEFE (Association Pour la Promotion de l'Éducation et de la Formation à l'Étranger) a permis, de doter le lycée d'équipements didactiques pour diverses disciplines, le renforcement de compétences des professeurs et la production de documents de cours.

2.6.2 Le CEDT/G15

Le Centre d'Entrepreneuriat et de Développement technique est né des propositions du Gouvernement Indien lors des Sommets du G15 de Dakar, en novembre 1992, et de New Delhi, en mars 1994. Sa création s'inscrit dans le cadre des objectifs du comité du G15 sur le commerce, l'investissement et la technologie. Le 03 novembre 1996 en Harare au Zimbabwe, un mémorandum d'entente pour le développement des petites et moyennes industries du Sénégal a été signé entre l'Inde et le Sénégal. En application du dit mémorandum, le gouvernement de la république d'Inde au nom du G15 a signé un protocole d'accord de financement avec le Gouvernement de la République du Sénégal le 29 septembre 1998 pour mettre en place un centre de formation.

Ce centre est né uniquement dans un esprit de coopération et de partenariat politique, il est surtout créé avant les nouvelles réformes de l'Enseignement Technique et de la Formation Professionnelle. Le projet s'était engagé à prendre en charge la réhabilitation des locaux, les équipements et la formation des formateurs en Inde. En contrepartie, le Sénégal devait fournir des locaux fonctionnels, recruter et prendre en charge les formateurs, assurer la prise en charge des experts indiens. Malheureusement l'Inde s'est retirée du projet en 2000 pour des raisons économiques.

Le CEDT- le G15 est un établissement d'enseignement supérieur professionnel court qui assure la formation initiale des nationaux et des étrangers en vue de les préparer aux tâches de techniciens supérieurs aptes à s'insérer dans le circuit productif. Cette formation de techniciens supérieurs s'adresse aux titulaires du baccalauréat technique (S ou T) et des titulaires du brevet de technicien dans les filières dont dispose le centre.

Il assure aussi l'animation, le recyclage et l'actualisation des connaissances, contribuant à la formation permanente de professionnels en activité. Le Centre offre également des prestations de services à toute entreprise intéressée en vue de l'étude de ses besoins de formation, de l'évaluation des formations menées et de l'élaboration de plan de formation.

Le centre dispose de filières variées : (électronique industrielle, électrotechnique, froid et climatisation, génie civil, maintenance mécanique, structure métallique) et d'un réseau de partenaires nationaux et de la sous-région.

2.6.3 Le CFPT-S/J

Le Centre de Formation Professionnelle et Technique Sénégal/Japon découle de la concrétisation de la coopération entre le gouvernement du Sénégal et le Japon. Au démarrage de sa création en 1984, et dans le cadre de la politique industrielle du Sénégal, le CPFT a accès ses enseignements sur la formation de techniciens intermédiaires. En prenant l'option en 1999 de faire émerger d'autres modèles de formation (techniciens supérieurs notamment) le centre a voulu faire face aux mutations intervenues dans le contexte du monde du travail (chômage des jeunes diplômés du système scolaire et universitaire, mais aussi les travailleurs issus des entreprises et autres structures de travail).

C'est ainsi que vont voir le jour de nouvelles spécialités comme l'informatique industrielle et réseaux et l'automatique. Elles viennent ainsi s'ajouter aux modules classiques tels que l'électronique, l'électrotechnique, l'électromécanique et la mécanique automobile. Dans cette dynamique, les autorités de l'école prennent l'initiative de mettre l'accent sur la formation continue. Cette stratégie de formation à la carte a pour finalité le perfectionnement, le recyclage, la reconversion et l'aide à l'insertion des formés. Le centre a une vocation sous régionale qui se traduit par l'arrivée massive d'élèves et d'étudiants non Sénégalais (on dénombre plus de 18 pays, dont les ressortissants suivent régulièrement les formations assurées en formation initiale ou continue). Le CFPT possède un réseau partenarial fort et diversifié qui renforce son assise nationale et internationale.

2.7 Dispositif actuel de formation des BTS industrie

La situation actuelle du dispositif de formation des brevets de techniciens supérieurs est caractérisée d'une façon générale par la politique de la formation professionnelle et technique adoptée par le Sénégal. Cette politique découle des recommandations formulées lors des assises nationales, tenues du 31 mars au 02 avril 2001 sur l'enseignement technique et de la formation professionnelle. Ces assises nationales ont jeté les bases de la réforme et conduisent à la rédaction d'un document de politique sectorielle de la formation professionnelle et technique, puis sont inscrites dans les différentes lettres de politique générale de l'Éducation et de la Formation.

Ces réformes ont pour objectif d'établir des stratégies de modernisation du secteur afin d'atteindre le but ultime de satisfaire les besoins du marché du travail en ressources humaines

qualifiées. Le dispositif de formation des Brevets de Technicien Supérieur en industrie entamé depuis 1999 fait partie aujourd'hui des éléments de référence pour atteindre cet objectif.

Après cette analyse en profondeur de la genèse qui a conduit à la création de ces filières, nous tenterons dans cette section, de faire l'analyse de ce dispositif afin d'en déterminer ses performances.

Avant de commencer l'étude de l'efficacité du dispositif de la formation des BTS industrie du Sénégal, nous donnons un aperçu sur l'évolution des effectifs de ces BTS de 2012 à 2016 ainsi que les établissements qui proposent ce type de formation. Dans la section précédente nous avons parlé des premiers établissements à enseigner le BTS au Sénégal, cependant avec l'évolution du dispositif d'autres établissements se sont investis dans ce créneau. Nous parlerons dans cette section de deux nouveaux établissements qui enseignent le BTS. Le choix porté sur eux est motivé :

- Pour le premier, son expérience dans la formation professionnelle technique mais aussi de ses relations satisfaisantes avec les entreprises,
- Pour le deuxième, par un souci de décentraliser pour voir ce qui se fait hors de la capitale Dakar. Il s'agit du Centre National de Qualification Professionnelle (CNQP) et du Lycée Professionnel de Thiès.

2.7.1 Centre National de Qualification Professionnelle (CNQP)

Le Sénégal a entrepris de développer au début des années 80 son système de formation professionnelle en usant des moyens appropriés capables d'améliorer la qualité de la main d'œuvre au niveau ouvrier, agent de maîtrise, cadre moyen. Pour une meilleure appréciation des besoins en formation, cette volonté politique devra être basée sur une recherche de liaisons étroites entre la formation et l'emploi, ceci exige une concertation permanente avec le milieu. Dans cette dynamique, par la Loi 8352 du 18 Février 1983, l'état du Sénégal crée le Centre National de Qualification Professionnelle (CNQP). C'est un établissement public à caractère administratif et devait conformément à son cahier de charge assurer, entre autres, la formation initiale des jeunes issus du système scolaire et sans formation professionnelle, le perfectionnement professionnel des agents en activité. Par ailleurs, le CNQP devait aussi, s'acquitter d'une mission de prestations de services en formation à la demande des entreprises. Depuis 1998, le CNQP a été érigé Établissement Public à Caractère Industriel et Commercial (EPIC; Loi 2000-26 du 01 Septembre 2000) avec une plus grande autonomie de gestion.

2.7.1.1 Missions du CNQP

Le Centre National de Qualification Professionnelle avait pour mission première de :

- Former en trois ans des ouvriers qualifiés dans les spécialités suivantes :
- Mécanique Générale, Mécanique Automobile, Construction métallique, Électrotechnique, Froid/Climatisation, Menuiserie Bois et Électronique.
- Perfectionner des travailleurs déjà engagés dans la vie active dans les spécialités citées plus haut ;
- Organiser des stages de formation, de reconversion, d'adaptation au poste de travail et de promotion de courte durée, plein temps ou discontinu, à différents niveaux (allant de l'ouvrier qualifié au technicien), dans le but de satisfaire à la fois les besoins des salariés et des entreprises ;
- Tenir une fonction de conseiller en formation auprès des entreprises publiques et privées en les assistant dans la réalisation de leurs actions de formation.

Pour réussir cette mission le CNQP a adopté une démarche pédagogique qui s'inscrit dans l'instauration d'une liaison permanente avec l'entreprise pour la définition de ses actions de formation et de perfectionnement. Grâce à son statut d'Établissement Public à caractère industriel et commercial doté de la personnalité juridique et d'un Conseil d'Administration tripartite (État – Employeurs - Employés), le CNQP a mis en place des actions de formation basées sur des méthodes et des techniques de formation (de type modulaire) pour répondre au mieux aux besoins de formation des utilisateurs de la main-d'œuvre.

Les domaines d'intervention du CNQP sont les suivants :

- Formation initiale de jeunes gens issus du système scolaire.

Les élèves admis au Centre national de Qualification professionnelle (CNQP) sont recrutés à partir de la 3^{ème} année de l'enseignement moyen (classe de 4^{ème}). Ils préparent le Certificat de Qualification Professionnelle (CQP) et la durée des études est de trois années.

La première année se déroule entièrement au Centre. En deuxième et troisième année, la formation se déroule alternativement au Centre et dans les entreprises sous forme de stages industriels d'une durée de sept semaines, soit vingt et une semaines au CNQP et vingt-une semaines en entreprise par an. Ce système permet de familiariser très tôt le jeune en formation aux conditions du poste de travail et son adaptation immédiate au terme de la formation. Pour l'heure, le CNQP est la seule structure qui offre une formation entre le niveau CAP et le niveau BEP. La généralisation de cette formule pourrait constituer une alternative pour ceux qui ne terminent pas le cycle moyen

- Perfectionnement professionnel des agents en activité.

Le CNQP organise tout au long de l'année des stages de perfectionnement professionnel en collaboration avec les employeurs. Les Modules de Qualification proposés par le CNQP, de durée variable (40 à 156 heures) sont exécutés pendant le temps de travail à un rythme discontinu, ou en continu à la demande, de façon à ne pas priver trop longtemps l'employeur d'un agent indispensable au bon fonctionnement de l'entreprise.

Les stages de perfectionnement peuvent se dérouler au Centre ou au sein de l'entreprise. Le nombre de participants est limité entre 8 et 12 personnes. Le programme de perfectionnement est sanctionné par la délivrance d'une attestation de stage.

- Conseil en formation des entreprises

Les actions de perfectionnement sont généralement exécutées au centre suivant un programme défini avec le demandeur de la formation (Entreprise – Administration - Individu).

Par ailleurs, le CNQP assure aussi, après étude, "des programmes sur mesure" de parrainage et de formation d'instructeurs au profit des entreprises.

- Prestations de service

Un pool de techniciens, encadrés par les formateurs du CNQP, assure dans les limites permises par la réglementation en vigueur, des prestations de service dans tous les domaines de compétence concernés par la formation au CNQP. Des cours du soir, à titre privé, sont aussi ouverts pour la promotion sociale des travailleurs salariés.

2.7.1.2 La situation actuelle du centre

Depuis qu'il a été érigé en EPIC (Établissement Public à Caractère Industriel et Commercial), le CNQP a revu les missions qui lui ont été assignées. L'accès à la formation du Certificat de Qualification Professionnelle (CQP) qui n'était possible que par voie de concours est maintenant ouvert aux candidats qui ont la possibilité de payer les trois années de formation. Actuellement dans toutes les sections du CQP les effectifs sont 50% concours et 50% section payante. Cette nouvelle vision du centre, mise sur place uniquement pour capter des fonds et « améliorer » le fonctionnement du centre n'est pas sans conséquence. En effet, il arrive très souvent de voir, chaque mois, des stagiaires exclus temporairement pour défaut de paiement.

Cette situation induit une distorsion potentielle dans la qualité de la formation reçue par les élèves et perturbe constamment le processus de formation du CQP.

Par ailleurs le centre s'est ouvert à d'autres types de formation, il s'agit du CAP, du BEP, du BT et du BTS classique comme APC. Toutes ces formations sont intégralement payantes sauf le BTS APC où 50% des effectifs sont recrutés par concours, 50% payent la formation. Dans le tableau, en annexe, sont répertoriés toutes les formations et les diplômes préparés par le CNQP.

2.7.2 Lycée d'Enseignement Technique et Formation Professionnelle de Thiès

Cet établissement est le fruit d'une coopération entre le Sénégal et le Grand-Duché de Luxembourg. Ces missions sont en droite ligne avec les préoccupations du ministère de la formation professionnelle et technique. Elles consistent à œuvrer pour une formation initiale et continue de qualité de tous les apprenants, à appuyer l'orientation à l'insertion et le suivi des sortants en partenariat avec le milieu professionnel et la communauté scolaire.

Toutes les formations se déroulent selon l'approche par compétences : le projet SEN/016 de Lux-Développement a contribué à développer pour chaque filière un référentiel métier, un référentiel de compétences et un référentiel formation. La démarche est maintenant à l'œuvre.

Le sens du mandat donné à la communauté éducative du LETFP, en adéquation avec les missions de l'ETFP s'inscrit :

- Dans la promotion d'une concertation permanente avec tous les acteurs des divers secteurs de production et de service,
- Dans l'administration d'un enseignement technique débouchant sur des compétences et des capacités opérationnelles relatives aux secteurs de production et de service,

Une analyse de cette mission montre qu'elle est bien en phase avec la politique du Sénégal dans le domaine de l'enseignement technique et la formation professionnelle, se basant sur une formation initiale et continue de qualité intégrant les exigences du milieu professionnel mais également une insertion professionnelle après la formation.

Le lycée reçoit :

- pour l'enseignement technique, les jeunes admis au BFEM (Brevet de Fin d'Étude Moyenne) avec une moyenne supérieure ou égale à 12/20.

- pour la formation professionnelle les jeunes ayant obtenu le BFEM ou le BEP (Brevet d'Étude Professionnelle) et qui ont réussi le concours d'entrée organisé par la DECPC (Direction des Examens, Concours Professionnels et Certification)

Il existe également une section payante dans toutes les filières pour permettre aux jeunes n'ayant pas réussi au concours d'avoir une chance de suivre une formation.

Certains apprenants inscrits dans la section payante n'ont pas le BFEM mais tous les apprenants reçoivent la même formation et sortent avec le BTI (Brevet de Technicien Industriel). Le lycée compte aussi une formation menant au BTS industrie (approche par compétences) dans la filière Génie Civil. L'accès à ce BTS se fait par voie de concours organisé toujours par la DECPC.

2.7.3 Les Filières du BTS industrie

Le Brevet de Technicien Supérieur (BTS) a été créé en 1995 par décret N° 95.282 du 13 mars 1995, modifiant et remplaçant le décret N° 74.719 du 19 juillet 1974. Les modalités de candidature, le déroulement de l'examen et son organisation pratique y figurent.

Le dispositif de la formation professionnelle et technique compte aujourd'hui deux types de BTS industrie, le BTS classique et le BTS approche par compétences. Nous avons trois catégories d'établissements qui concourent à la formation des BTS classiques destinés à l'industrie au Sénégal, les centres de formation publics, les lycées techniques et les écoles privées agréées. Voir en annexe pour les détails.

Pour les établissements CFPT/SJ et le CEDT/G15 les titulaires du baccalauréat ou du brevet de technicien sont recrutés par voie de concours tandis que pour le LTID le recrutement se fait sur étude de dossier. Pour le BTS Approche Par Compétences (APC) les profils d'entrée et les établissements agréés pour le faire sont présentés en annexe. Pour tous ces établissements les titulaires du baccalauréat ou du brevet de technicien sont recrutés par voie de concours.

Nous avons aussi remarqué, lors de l'analyse du dispositif de formation des BTS industrie, que seuls les titulaires du BT Électricité des Équipements Industriels (EEI) n'ont accès à aucun des BTS du dispositif. Ceci est un manquement que la Direction des Examens, Concours Professionnels et de Certification (DECPC) doit corriger.

2.8 Évaluation du dispositif de Formation des BTS industrie

L'évaluation de l'efficacité des actions de formation est aujourd'hui plus que jamais une nécessité évidente. Aucun centre de formation ne peut se contenter aujourd'hui de « former pour former ». Et comme le précise Faerman (Faerman et al, 93), les organisations sont de plus en plus tenues de justifier leurs actions de formation aussi bien aux coûts qu'à la performance. Comme tout investissement, la formation doit faire preuve de son efficacité ainsi que de ses aboutissements, c'est-à-dire de sa rentabilité qualifiable, quantifiable et mesurable. De ce fait l'évaluation s'impose afin de justifier les moyens engagés et de légitimer les choix des actions de formation (Jouvenel et Masingue, 94). Dans la littérature deux définitions sur l'évaluation des programmes de formation ont retenu notre attention, il s'agit de celle de (De Ketele et al, 07) et (Legendre, 05). Pour le premier l'évaluation consiste à recueillir un ensemble d'informations pertinentes, valides et fiables et à examiner le degré d'adéquation entre cet ensemble d'informations et un ensemble de critères adéquats à l'objectif fixé en vue de prendre une décision. Et pour le second l'évaluation de programme d'études est comme un processus qui consiste à analyser l'état d'un programme en fonction des objectifs visés, des ressources qui y sont affectées, pour mesurer la pertinence et le degré de succès de la formation, eu égard aux besoins de formation que les concepteurs entendent combler.

Dans cette section, la présente évaluation a pour objectif général de fournir les données quantitatives et qualitatives d'un diagnostic global du dispositif de formation des BTS industrie. **Ceci peut nous aider à bien identifier les leviers sur lesquels il faut agir pour bien implanter le modèle que nous voulons développer, afin de le rendre performant et ainsi atteindre les objectifs visés.**

L'évaluation consistera donc à mesurer les performances du système actuel au regard de ses finalités, buts et objectifs essentiels, notamment en matière d'efficacité, d'efficience et d'équité.

2.8.1 Cadre théorique

Dans cette partie nous allons scruter la littérature pour trouver les principales recherches menées sur le thème de l'évaluation des dispositifs de formation. Sans faire une présentation exhaustive de l'ensemble des travaux, nous citerons ceux qui vont nous permettre de mieux appréhender ce travail dans l'optique d'orienter ultérieurement notre réflexion.

2.8.2 Efficacité interne

L'efficacité interne d'un système de formation a toujours été pour les chercheurs un enjeu hypothétique car très complexe. C'est pour cette raison qu'on distingue dans le monde éducatif deux types d'efficacité interne à savoir quantitative et qualitative. Ces deux aspects vont être abordés dans cette revue bibliographique.

Selon beaucoup d'auteurs cités ci-dessous, l'efficacité interne quantitative pour une formation effectivement dispensée est le rapport entre les résultats atteints (nombre de diplômés) et les effectifs globaux à l'entrée du système. Par-contre, l'efficacité interne qualitative s'intéresse plus particulièrement aux contenus du programme dispensé et aux référentiels de compétences acquises par les élèves ou requises par le système.

Dans sa thèse, Nelly (Nelly, 96) affirme que l'efficacité interne en matière d'éducation s'intéresse aux relations entre les inputs éducatifs et les résultats scolaires, soit à l'intérieur du système dans son ensemble, soit au sein d'une institution scolaire déterminée. Pour l'évaluer, on a besoin de connaître ses buts, ses objectifs et de disposer d'une panoplie de mesures des résultats qui reflètent ses différents effets ainsi que le degré de succès avec lequel ils sont atteints. L'objectif de ces recherches est d'évaluer comment un niveau désiré de résultats peut être obtenu avec un minimum de ressources (recherches coût-efficacité).

Dia, dans sa thèse sur l'efficacité du système éducatif sénégalais et la relation formation/emploi au Sénégal, (Dia, 05) aborde le sujet dans le même sens. Pour lui l'analyse de l'efficacité interne des systèmes éducatifs peut être effectuée sur la base d'une double approche. Dans un premier temps, on peut ne prendre en compte que les seuls facteurs consommés. Ensuite, on peut ne s'intéresser qu'aux produits des activités éducatives, c'est-à-dire aux résultats scolaires ou aux niveaux de connaissances des élèves. On s'intéresse dans un cas aux inputs (flux d'entrée) et, dans l'autre, aux outputs (flux de sortie).

Pour l'évaluation du système éducatif sénégalais il s'est appuyé sur :

- Les inputs "humains" (le taux d'encadrement et la "qualité" des enseignants)
- Les inputs "matériels" (les manuels, les guides, pédagogiques et les auxiliaires pédagogiques) et pour lui, en citant (Jamison et *al*, 81) ; (Lockheed et Verspoor, 91) ; (Jarousse et Mingat, 91 et 93) ; (Harbison et Hanushek, 92) ; (Fuller et Clarke, 94) etc... les manuels scolaires sont les plus importants.
- Les outputs (niveaux de connaissances des élèves et les résultats scolaires)

En abordant l'ensemble des problèmes de l'éducation dans une publication de l'UNESCO, (Vaugrante, 71) propose la méthode de suivi de cohorte pour évaluer la production d'un système scolaire (outputs ou sortants). Pour vérifier la vraisemblance des résultats il propose une méthode qui permet de comparer l'effectif théorique obtenu à partir du suivi de cohortes avec l'effectif réel. Il recommande d'utiliser le taux net de redoublement au lieu du taux brut indifférencié de redoublement pour minimiser l'écart issu de la comparaison qui a tendance à rendre vraisemblable les résultats. Les résultats de son étude montrent que le taux brut indifférencié de redoublement donne une idée sous-estimée de l'ampleur du phénomène de redoublement. L'étude faite par Mingat (Mingat et al, 01) sur le système éducatif du Bénin est une analyse spécifiant la différence entre l'efficacité interne et la qualité d'un système éducatif. Pour lui, l'indicateur d'efficacité interne au sens classique est un rapport entre deux nombres :

NAET : nombre des années-élèves théoriquement nécessaires pour produire le nombre des élèves qui accèdent en dernière année du cycle dans un système qui n'aurait ni redoublements ni abandons

NAEC : nombre des années-élèves effectivement consommées dans le système. Ce calcul est conduit sur la base d'un modèle de flux de cohorte aboutissant au profil de scolarisation.

Pour Sall (Sall et al, 97), la mesure de l'efficacité interne doit se faire également en termes qualitatifs. Le concept d'efficacité interne qualitative s'exprime, selon Sall, en fonction de la nature ou de la qualité des résultats à partir des objectifs de formation.

Toujours selon Sall, l'évaluation de l'efficacité interne prend en compte les produits du système en son sein, c'est-à-dire ses performances sans considérer leur mise en application ou leurs conséquences hors du système. Elle revient à se demander si les effets attendus, par rapport à des objectifs en cours ou à la fin de la formation, sont atteints.

On peut appréhender le concept de l'efficacité interne en étudiant simultanément quatre indicateurs synthétiques développés par Jarousse (Jarousse et al, 09) :

- Le taux de réussite à l'examen final
- Le taux de Réussite Corrigé (TRC) prenant en compte tous les inscrits de la dernière année d'étude
- Le taux de Suivie (TS) d'une classe à l'autre
- Le taux de validation (TRC x TS),

Parmi ces indicateurs, certains ne prennent pas en considération la durée moyenne nécessaire pour obtenir un diplôme et d'autres en tiennent compte. L'auteur ne définit pas une méthode modélisant tous ces indicateurs pour en sortir un autre expliquant l'efficacité interne.

Gérard (Gérard, 01) distingue l'efficacité interne des systèmes éducatifs de celle des systèmes de formation professionnelle. Pour lui dans des systèmes éducatifs, les indicateurs généralement utilisés pour évaluer l'efficacité interne se focalisent sur le nombre des réussites, des redoublements, des abandons, les niveaux des diplômés, mais aussi sur les niveaux atteints par les élèves en cours de formation dans les différentes matières d'enseignement ou sur la comparaison entre les profils de compétences atteints à la sortie par rapport à ceux d'entrée. Par contre, l'évaluation de l'efficacité interne dans des systèmes de formation consistera essentiellement à vérifier si le public cible d'une formation a acquis les compétences visées par les objectifs. Cette efficacité interne est liée, d'une part, à la proportion du public cible qui a effectivement participé à la formation, et, d'autre part, au niveau de maîtrise atteint par ces participants. Ceci revient à relativiser le niveau d'efficacité d'un système de formation.

Il illustre ses propos par l'exemple d'un cas favorable : par exemple parmi le public-cible visé par une formation, on admet que 80% des agents ont effectivement suivi toute la formation et parmi ceux-ci, il considère dans une vision optimiste que 80% d'entre eux ont acquis 80% des compétences visées. Au bout du compte l'efficacité interne de cette formation peut être estimée à $0,8 \times 0,8 \times 0,8$, c'est-à-dire à 51,2%, ce qui serait une vision « optimiste » d'un système de formation.

Berthoin (Berthoin et Evans, 61), abordent l'évaluation de l'efficacité interne en tenant compte des aspects financiers. Ils proposent que l'évaluation des dépenses d'éducation prenne en compte toutes les ressources financières qui ont été utilisées dans le pilotage du système éducatif. Ces auteurs distinguent les dépenses d'éducation qui peuvent être organisées en trois grands groupes :

- les dépenses ordinaires ou courantes (administration, enseignement, fonctionnement, entretien des installations scolaires services auxiliaires et charges fixes) ;
- les dépenses en capital ou investissement (terrains, bâtiments et constructions)
- les dettes contractées par les autorités de l'enseignement.

Dans la mesure où le calcul du coût unitaire réel d'un diplômé nécessite beaucoup de moyens financiers et temporels, on peut utiliser les dépenses ordinaires liées aux biens et services (budgets de fonctionnement des établissements) qui ne prennent pas en compte la masse salariale. (Berthoin et al, 61).

Ces quelques lignes sur la théorie de l'évaluation de l'efficacité interne des dispositifs de formation montrent bien la complexité du sujet. Le choix de la méthode pour l'évaluation du dispositif de formation des BTS que nous nous proposons de faire dépendra de beaucoup d'autres critères.

2.8.3 Efficacité externe

L'efficacité externe d'un système éducatif est définie par sa capacité à préparer les élèves et les étudiants à leur rôle futur dans la société. Elle se mesure par des critères externes aux systèmes éducatifs tels que la qualité de la main-d'œuvre et sa productivité.

Pour Fadiga (Fadiga, 06), l'efficacité externe prend en compte les produits ou effets générés par le système éducatif, mais observés hors de lui ; elle implique des considérations d'impact en référence à la population scolaire ; elle se mesure entre les produits du système par rapport aux besoins actuels ou futurs de la société ; elle tient compte également des besoins du marché et des aspirations individuelles des diplômés.

Selon Afonso (Afonso et Aubyn, 05) et Domazlicky (Domazlicky et Primont, 06), apprécier l'efficacité externe d'un système éducatif, revient à se demander si les individus éduqués sont socialement et économiquement utiles ou productifs. En effet, l'efficacité externe permet de savoir si l'éducation répond aux objectifs de la société et satisfait les besoins du marché du travail. Elle permet aussi d'apprécier la capacité du système éducatif à préparer les élèves et les étudiants à leur rôle futur dans la société. En ce sens, l'efficacité externe soulève la question de l'utilité d'une école dans la société. Il s'agit de la valeur socio productive des diplômés d'une unité d'enseignement. Elle permet de préciser l'objectif poursuivi ou atteint. Cet objectif concerne aussi bien les produits qui sortent du système (avec ou sans diplôme) que la société (Legendre, 93).

L'efficacité externe des systèmes éducatifs peut être analysée en s'intéressant soit à leur conformité avec la structure générale de l'économie, soit à la façon dont les formations qu'ils

dispensent permettent de disposer des qualifications ou des compétences demandées par les entreprises (dans ce dernier cas, c'est la question de l'adéquation formation/emploi qui est posée (Dia, 05). Pour évaluer l'efficacité externe du système éducatif sénégalais Dia (Dia, 05) analyse la correspondance entre l'offre de formation et les besoins du système productif. Pour cette analyse il accorde une importance particulière aux principaux déséquilibres caractérisant l'offre de formation mais aussi l'impact même de ces déséquilibres, du point de vue d'abord du seul secteur industriel et ensuite de l'ensemble du système productif ou du marché du travail.

Dans une analyse critique des politiques éducatives et de développement du Burkina Faso, Savadogo cite un représentant de Solidar Suisse pour qui : « La grande difficulté qui limite l'efficacité externe du système éducatif semble être le cloisonnement des départements ministériels. Le système éducatif n'a aucune commande en main d'œuvre qualifiée venant de la fonction publique et des secteurs productifs. Autrement dit, l'éducation ne forme pas toujours dans les domaines dont l'économie a besoin. Il ne suffit pas de disposer des ressources humaines qualifiées pour réaliser l'émergence qui semble être la finalité des politiques économiques actuelles tant qu'on n'aura pas réussi à susciter un environnement économique compétitif. Il faut donc disposer, comme par le passé d'un ministère du Plan qui fasse le lien entre commerce-industrie et éducation-formation. » (Savadogo, 13)

Pour Sall (Sall, 95), l'efficacité externe pourrait être abordée selon des critères de quantité ou de qualité. Évaluer quantitativement l'efficacité externe d'un système éducatif ou d'un niveau d'enseignement reviendrait à se demander notamment : si le système forme en nombre suffisant ou requis (prévu) les cadres (diplômés). Cette estimation du niveau (ou degré) de satisfaction des besoins suppose une planification de la formation des ressources humaines.

Évaluer qualitativement l'efficacité externe d'un système éducatif ou d'un niveau d'enseignement consisterait notamment : à faire la comparaison entre les compétences acquises par les produits du système éducatif (les diplômés et les non diplômés) et les postes de production qu'ils occuperont. Pour atteindre un tel objectif, les profils requis par les postes de travail devront avoir été clairement définis et spécifiés au système éducatif pour qu'il en tienne compte.

2.8.4 Efficience et équité

Comme nous venons de le voir, l'évaluation du rendement des systèmes de formation peut se faire avec des indicateurs comme l'efficacité interne ou externe. Aujourd'hui d'autres indicateurs sont utilisés pour faire ce travail d'évaluation, on peut citer :

- Les critères liés aux investissements, spécialement au niveau des coûts de la formation, se traduisant dans l'étude de l'efficience des systèmes, c'est-à-dire leur capacité à obtenir les produits pour le moindre coût.
- Les critères liés à la dimension sociale par la prise en compte des problèmes d'équité, c'est-à-dire « la façon dont les coûts et les avantages de l'investissement sont distribués parmi les différents groupes de la société » (Psacharopoulos et al, 88).

2.8.4.1 Efficience

Sall (Sall, 96) décrit l'efficience comme étant un concept qui relève de l'ordre des ressources financières utilisées. Il s'agit comme pour le concept d'efficacité de rapports entre des sorties et des entrées exprimées en termes quantitatifs ou/et qualitatifs. Les sorties (nombre et qualité des diplômés) sont les mêmes pour l'efficacité et l'efficience alors que les entrées sont différentes. L'efficacité a pour entrées les effectifs visés (nombre d'inscrits) ; les ressources mobilisées servent d'entrées pour l'efficience. L'évaluation de l'efficience devrait donc prendre en compte toutes les ressources qui ont été utilisées dans une formation, de quelque type qu'elles soient. Les coûts financiers seront bien sûr considérés, mais aussi les ressources humaines, au niveau des personnels formateurs ou non, et les ressources non matérielles comme les stratégies et les méthodes pédagogiques, ou encore les ressources temporelles en termes de temps consacré à la formation (Gerard, 01)

2.8.4.2 Équité

Selon McMahon cité par (Sall, 96), l'équité serait particulièrement dans le domaine de l'éducation, la quête permanente jamais assouvie d'une justice sociale qui tend à améliorer le sort de tous les apprenants. Pour McMahon il y'a trois types d'équité qui semblent pouvoir résumer cette quête :

- l'équité horizontale à laquelle on donne également le sens de traitement égal pour des individus égaux;
- l'équité verticale, qui fait référence à un traitement inégal pour des individus inégaux
- l'inégalité intergénérationnelle, qui se situe entre les deux types d'inégalité et s'attache simplement à s'assurer que les inégalités existant au sein d'une génération ne sont pas forcément transmises à la génération suivante.

Le problème de l'équité de l'investissement éducatif se pose surtout autour des deux axes suivants : la distribution des chances scolaires et des équipements entre les différents groupes sociaux, entre zones géographiques et populations rurales et urbaines d'une part, la distribution des charges et des avantages de l'éducation d'autre part. En résumé pour De Ketele (De Ketele, 92), la recherche de l'équité dans les systèmes éducatifs devrait donc tenir compte d'un grand nombre de facteurs. Ces facteurs ou groupes de variables seraient relatifs : à l'entrée, aux parcours, au terme de la formation et après la formation.

2.9 Le "Modèle CIPP" de Stufflebeam

Ce modèle (Stufflebeam et al, 71) est un outil intéressant pour l'évaluation des dispositifs de formation, il aborde l'évaluation selon une optique intégrée, qui conjugue l'analyse et l'évaluation des besoins (l'évaluation du contexte), l'évaluation des moyens et des alternatives (l'input), le suivi et la régulation du processus et, enfin, l'évaluation des résultats ou produits. Le point fort de ce modèle est qu'il est bâti sur l'évaluation du formé, de ses besoins, moyens et potentiels, de sa progression sur la trajectoire de la formation et des changements opérés et visibles à la fin du cycle formatif, ou après la formation. Il permet également d'identifier et de contrôler les défauts, les erreurs, les écarts et les anomalies dans le cadre de la formation.

Le diagramme ci-dessous permet de visualiser l'ensemble du modèle. Le modèle est composé de quatre phases de recherche :

- les études sur l'évaluation du contexte,
- les études sur les intrants,
- les études sur les processus et
- les études sur l'évaluation des produits en termes d'effets des programmes.

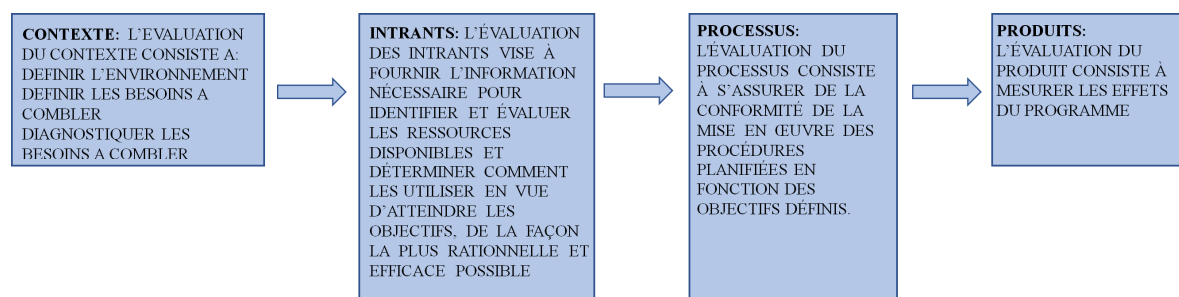


Figure 8 : Le modèle CIPP de Stufflebeam

2.10 Synthèse

Dans cette section nous avons vu, après avoir scruté la littérature sur les principales recherches menées sur le thème de l'évaluation des dispositifs de formation, qu'il existe plusieurs critères que le monde éducatif utilise pour sonder les performances de ces dispositifs. Cependant il est important que les uns et les autres s'accordent sur des principes directeurs communs à utiliser pour le pilotage des systèmes éducatifs. En d'autres termes, le management du système éducatif doit se reposer sur des normes et standards de qualité partagés par tous les acteurs. Dans notre pays les différents Ministères en charge de l'Éducation et de la Formation (Ministère de l'Éducation nationale, Ministère de la Formation Professionnelle, de l'Apprentissage et de l'Artisanat, Ministère de l'Enseignement supérieur, Ministère de la Femme, de la Famille et de l'Enfance, Ministère de la pêche, Ministère de l'agriculture et l'élevage), se sont inscrits dans un processus d'amélioration permanente de la qualité et de consolidation des acquis du système éducatif.

Pour cela ils ont, dans une étude commanditée par le ministère en charge de l'éducation, identifié les domaines dans lesquels les normes et standards de qualité pouvaient être proposés. (tableau 7)

Tableau 7 : Normes et standards de qualité pour l'évaluation d'un dispositif de formation

	Domaine d'application des normes
1	Les infrastructures et les équipements
2	La formation et les qualifications des enseignants
3	Les programmes scolaires et le matériel pédagogique
4	Les processus d'enseignement et d'apprentissage
5	La gouvernance de l'éducation et de la formation
6	Les compétences des apprenants
7	Les variables individuelles liées aux apprenants
8	Les variables de contexte.

Dans le tableau chaque norme est proposée sous la forme d'un résultat attendu accompagné d'un tableau qui rappelle l'ensemble des règles, des lignes directrices, des caractéristiques ou de spécifications techniques qui s'appliquent et spécifient les indicateurs et leurs différentes valeurs. Notre but dans ce travail sur l'évaluation est d'identifier les leviers sur lesquels il faut agir pour améliorer la qualité de la formation offerte aux techniciens supérieurs en industrie.

Pour évaluer le dispositif de formation des brevets de technicien supérieur (BTS) au Sénégal nous allons nous appuyer sur les domaines d'application des normes relatives à notre problématique à savoir la norme 2, la norme 3, la norme 4, la norme 6 et la norme 7.

En se basant sur le cadre théorique relatif à l'évaluation des dispositifs de formation, nous voyons bien que le "Modèle CIPP" (Contexte Input Processus Produits) de Stufflebeam et la méthode de mesure déjà utilisées par Sall (Sall, 96) pour étudier l'efficacité des systèmes d'enseignement, cadrent bien avec les normes et standards de qualité pour l'évaluation d'un dispositif de formation recommandés par le ministère en charge de l'éducation au Sénégal.

La méthodologie utilisée dans la présente étude est la recherche-action essentiellement basée sur l'approche participative. Le choix de cette méthodologie se justifie par le fait qu'elle associe activement les différents acteurs dans tout le processus et est susceptible d'induire des changements dans le milieu concerné. Elle est l'une des rares démarches employées avec succès

dans beaucoup de programmes de développement et au regard de sa performance, elle est de nos jours la méthodologie privilégiée de recherche.

Étant donné que le modèle que nous voulons construire s'appuie beaucoup sur les apprenants du dispositif, il nous semble important de disposer d'éléments d'appréciation sur ses effectifs. C'est l'objet de la section suivante où nous étudierons la variation des effectifs pour chaque type de BTS et leurs pourcentages par rapport aux différentes sections.

2.11 Les effectifs du dispositif

2.11.1 Les effectifs du BTS classique

Dans l'histogramme (Figure 9) est représentée la variation des effectifs du Brevet de Technicien Supérieur classique en industrie. Du fait d'une absence de services d'archivage dans nos centres de formation, nous n'avons pu obtenir que les effectifs allant de 2011 à 2015. Ce graphique intègre les neuf filières du BTS industrie : Électrotechnique, Automatique, Informatique Industrielle et Réseaux, Électromécanique, Électronique Industrielle, Maintenance Mécanique, Génie Civil, Froid Climatisation et Structures Métalliques. Le constat le mieux partagé c'est que les effectifs évoluent petit à petit en fonction des années, même s'il faut noter le cas d'une légère baisse en 2014, baisse qui est due à des redoublements et démissions.

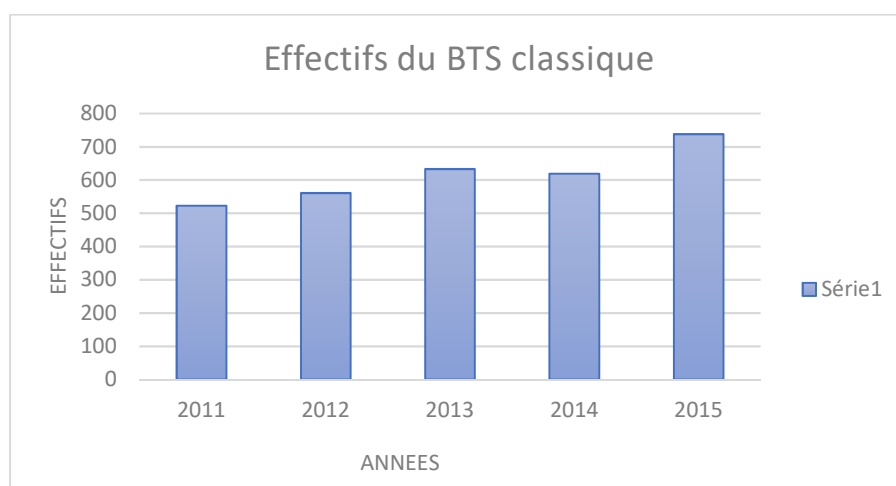


Figure 9 : Effectifs du BTS industrie classique

Globalement l'analyse par filière montre une proportion d'effectifs plus importante dans les filières Génie civil et électrotechnique. La cause principale d'après nos investigations est l'orientation des centres de formation privés vers ces filières. Selon les responsables de ces

centres de formation privés, ces deux filières exigent moins d'investissement en terme de matériels didactiques et de matières d'œuvre. Mais le constat fait est tout autre, en effet aucun de ces établissements n'a fait d'investissements notoires pour l'acquisition de matériels didactiques et matières d'œuvre. L'enseignement des travaux pratiques est un casse-tête pour ces établissements privés, en général ils font appel aux enseignants des structures publiques de formation professionnelle pour leur gérer ces types d'enseignement. Ces enseignants pour dissimuler la présence de ces étudiants au sein de leurs établissements, font ces cours pratiques parallèlement à leurs cours normaux. Cette pratique n'est pas sans conséquences, non seulement elle perturbe fortement les enseignements mais ne favorise pas l'acquisition de connaissances ni de compétences. Le ministère devrait prendre son courage en deux mains pour interdire cette pratique en imposant aux centres de formation privés d'investir sur les équipements didactiques ou à défaut d'ordonner tout simplement leur fermeture.

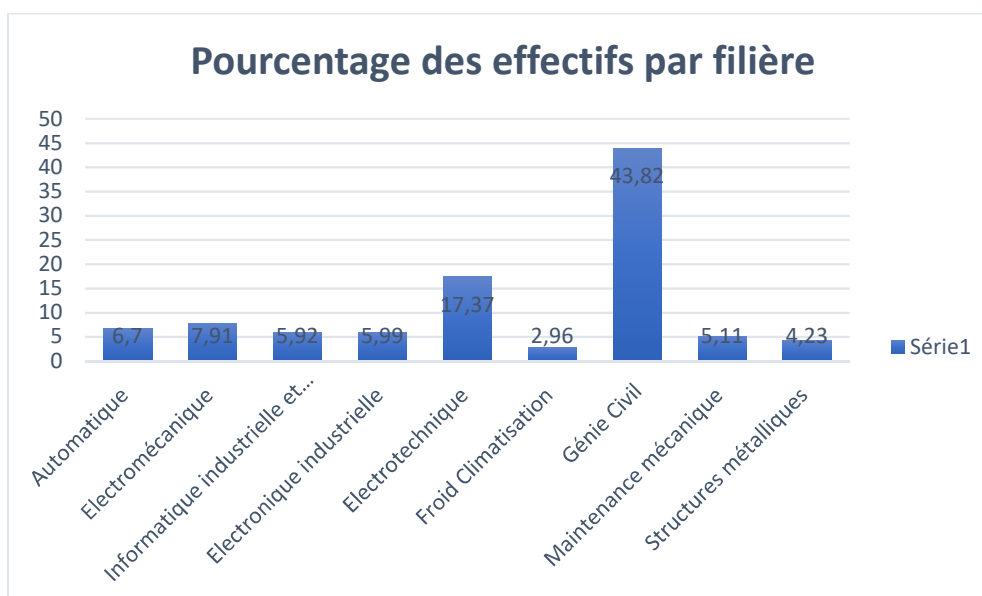


Figure 10 : pourcentage des effectifs par filières

2.11.2 Les effectifs du BTS APC

Nous voyons à travers le graphique sur la Figure 11 que les effectifs du BTS APC en cinq ans sont passés de 14 étudiants à 334 étudiants. Le premier établissement à faire ce type de formation de niveau III est le LTIM de Kédougou (Lycée Technique Industriel et Minier). Les problèmes des centres de formation privés décrits plus haut, n'ont pas encore été rencontrés

dans la formation du BTS APC, car pour le moment les référentiels de formation sont la propriété des établissements de formation qui les ont élaborés. Et aussi Pratiquer un enseignement par Approche Par Compétences exige un investissement en équipements didactiques que ces établissements ne peuvent pas assurer.

Le ministère en charge de la formation professionnelle technique devrait remplacer le BTS industrie classique par ce type BTS. Cette disposition pourrait régler définitivement le problème que rencontrent les centres de formation professionnelle technique privés face à la formation des BTS industrie.

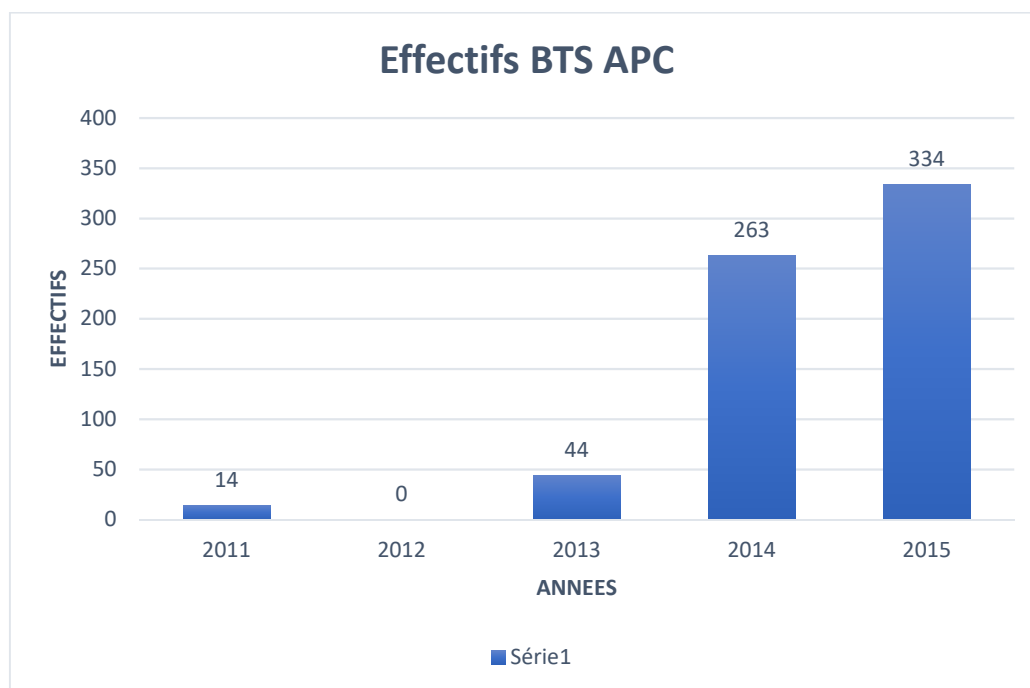


Figure 11 : effectifs des BTS APC

2.11.3 Évaluation du dispositif

Dans cette section nous allons faire l'évaluation du dispositif de formation des BTS industrie, cette étude nous permettra d'apprécier son efficacité ainsi que les réelles difficultés dont il souffre. Ces éléments d'appréciation que nous cherchons à travers cette évaluation seront très déterminants lors de l'implantation du modèle qui fait l'objet de ce mémoire.

Étant donné que les objectifs visés par le dispositif de la formation des BTS ne sont pas spécifiés par le ministère de la formation professionnelle et technique avec précision, nous supposons

que les objectifs fixés sont ceux de l'idéal (sans échec). Notre indicateur de mesure de la performance est le taux de réussite à l'examen.

$$TEI_t = \frac{EA_t}{EI_t} \times 100 \quad (1.2)$$

EA_t : Effectif des admis à l'examen final d'un cycle donné à l'année t

EI_t : Effectif des inscrits à cet examen à l'année t

Si on se réfère à l'UNESCO, ce TEI donne une mesure certifiée de l'efficacité interne des systèmes de formation, à amener les individus à passer de la dernière année d'études à la sortie

2.11.4 BTS classique

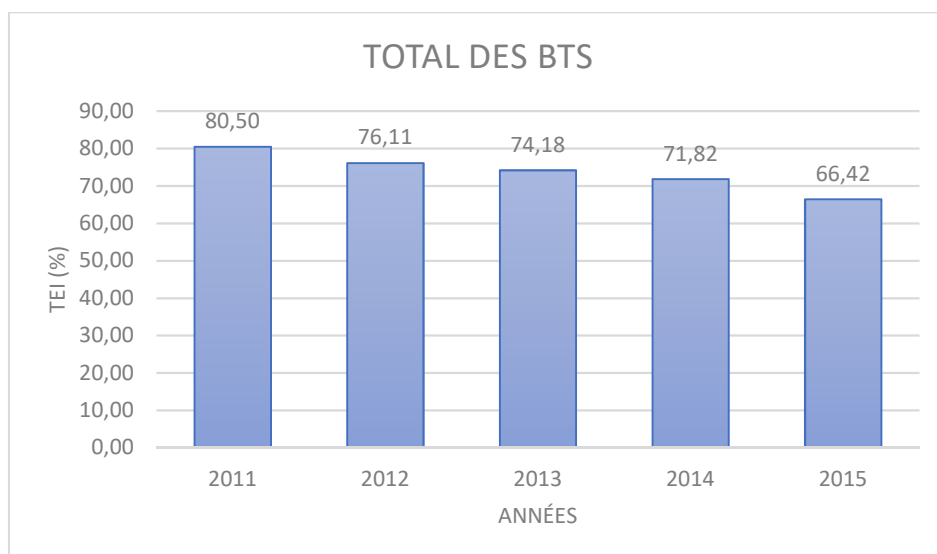


Figure 12 : taux d'efficacité interne global du BTS classique

Une analyse du graphique montre que le TEI global ne cesse de diminuer d'année en année, il est passé de 80,50% en 2011 à 66,42% en 2015. Pour les années 2011 et 2012, le dispositif a fait de bons Taux d'Efficacité Interne, cela caractérise son bon fonctionnement dans la réalisation de ses objectifs internes. Tandis que les années suivantes les TEI sont relativement

moyens et les responsabilités sont à partager entre gestionnaires administratifs, les enseignants et les apprenants.

Globalement nous pouvons conclure que l'efficacité interne du dispositif est relativement moyenne et des efforts consistants doivent être menés par les uns et les autres pour réussir les missions assignées.

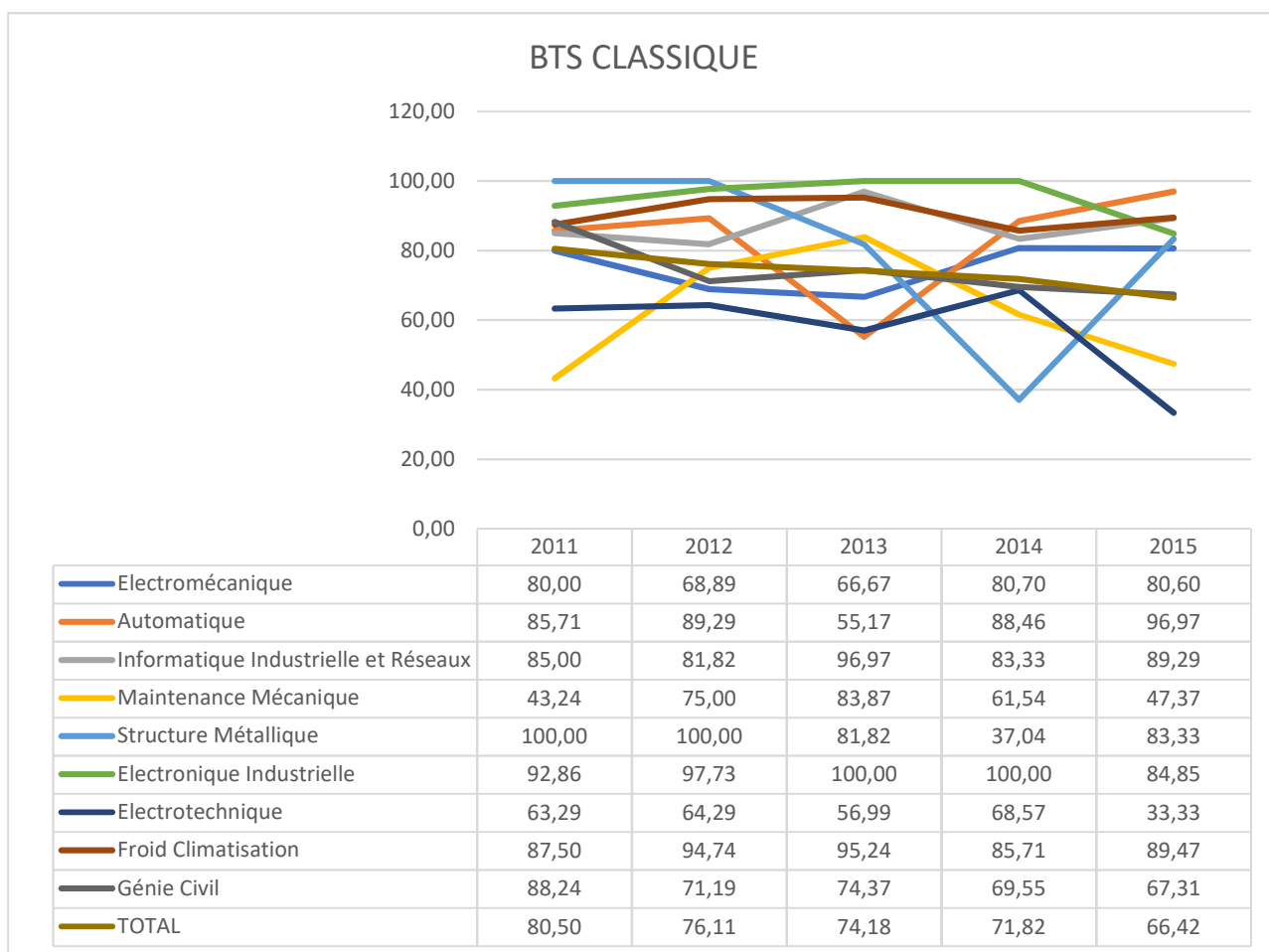


Figure 13 : taux d'efficacité interne par spécialité au BTS classique

2.11.5 BTS Approche Par Compétences

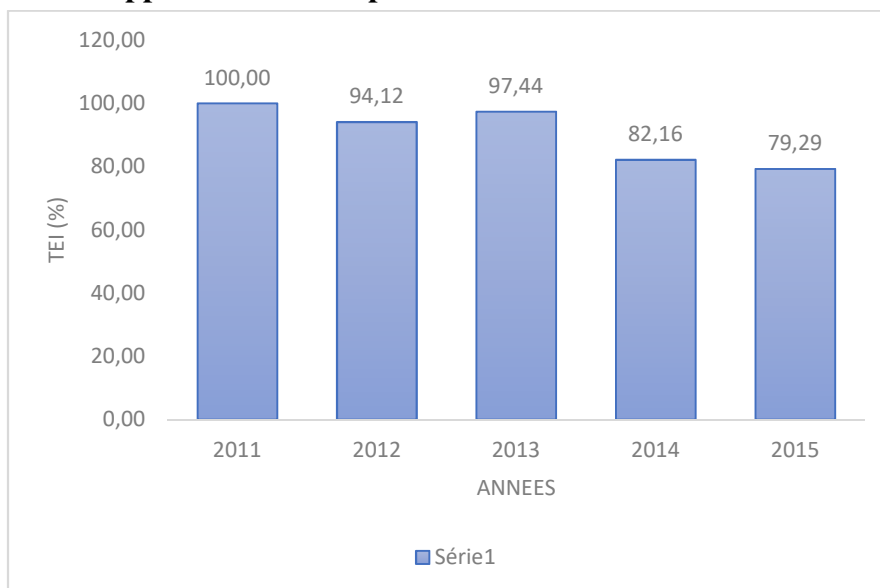


Figure 14 : taux d'efficacité interne global au BTS APC

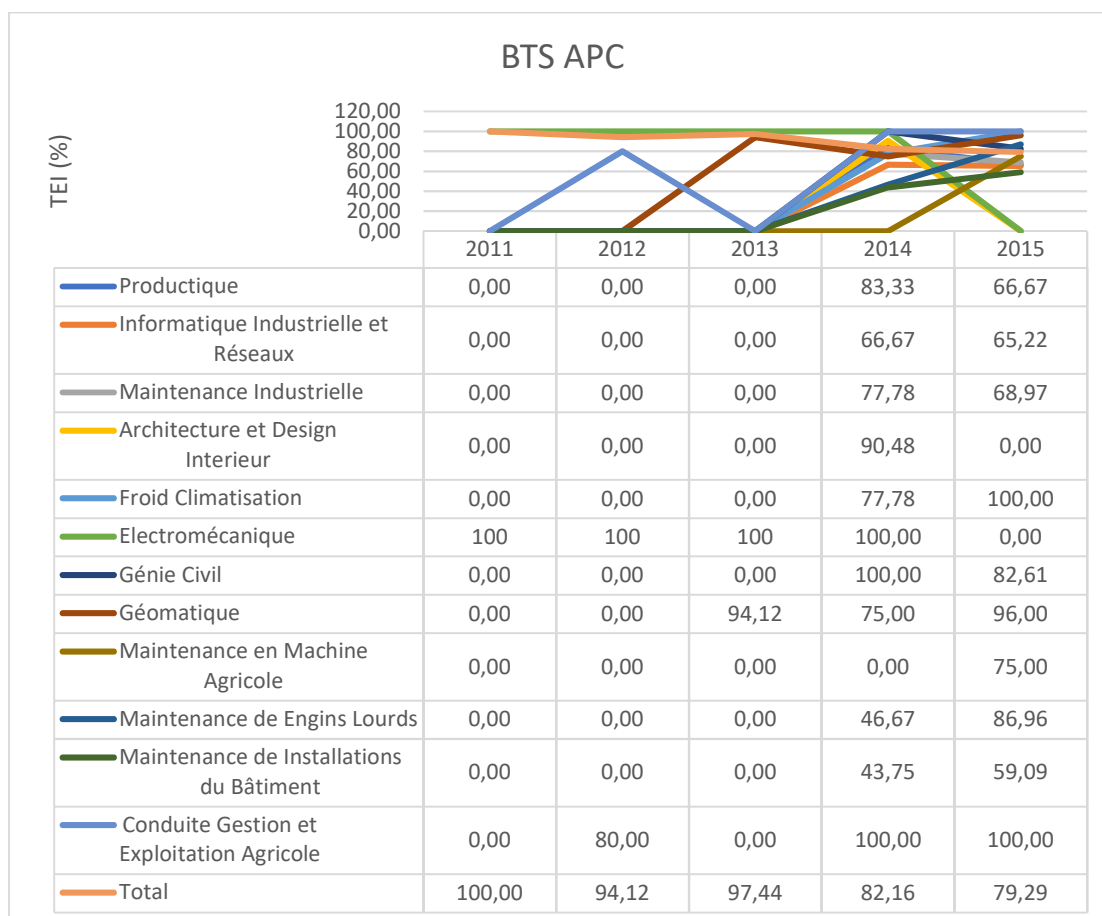


Figure 15 : taux d'efficacité interne par spécialité au BTS APC

Dans l'optique d'accroître l'employabilité et l'insertion des sortants des structures de la FPT du Sénégal, l'option stratégique prise par les autorités étatiques est une réforme des programmes d'enseignement selon l'Approche Par Compétences. Ainsi au niveau BTS avec la coopération internationale plusieurs programmes ont été écrits selon cette approche. La première certification a eu lieu en 2011 avec le BTS électromécanique du lycée de Kédougou, elle est suivie par la certification du BTS Géomatique du CEDT/G15. C'est en 2014 qu'on a assisté pratiquement à une effectivité des certifications de tous les établissements pratiquant la formation par Approche Par Compétences.

Sur le graphique nous remarquons que le TEI, bien qu'il ait subi une légère baisse, est bon, mais cela n'est pas suffisant pour dire que ce dispositif de formation est efficace.

Nous allons nous baser sur d'autres critères comme par exemple, l'efficacité interne, pour parfaire cette étude d'évaluation du dispositif. Les critères retenus sont basés sur le Modèle CIPP et sont répertoriés dans le tableau ci-dessous sous forme de questions avec des indicateurs.

Tableau 8 : critères retenus pour l'évaluation du dispositif selon le modèle CIPP

Questions	Indicateurs	Critères
<p>Contexte</p> <p>Le dispositif de formation prépare-t-il les étudiants à l'exercice de la fonction ?</p>	<p>Adéquation entre la formation et l'exercice de la fonction</p> <p>Cohérence entre les objectifs du stage et les compétences à acquérir</p> <p>Cohérence entre les modules des programmes et les compétences souhaitées</p> <p>Conformité entre les connaissances acquises et les compétences souhaitées</p>	<p>Les répondants sont satisfaits ou expriment une opinion positive si 60 % ou plus rapportent être plutôt ou fortement d'accord avec l'énoncé. Lorsque 41 à 59 % sont plutôt ou fortement d'accord avec l'énoncé, nous estimerons que les répondants sont plus ou moins satisfaits et si moins de 40 % d'entre eux rapportent être plutôt ou fortement d'accord avec l'énoncé, nous jugerons que les répondants sont insatisfaits ou qu'ils expriment une opinion négative.</p>
<p>Intrant-Processus</p> <p>Quel est l'état de fonctionnement du dispositif de formation ?</p>	<p>Disponibilité des ressources documentaires et didactiques</p> <p>Disponibilité des superviseurs et des enseignants</p> <p>Disponibilité du matériel didactique</p> <p>Équilibre entre le temps consacré aux cours et à la formation pratique</p> <p>Lien entre les rapports sociaux et l'apprentissage</p>	<p>Idem 1</p>

	Satisfaction par rapport aux stages de formation Pertinence des méthodes pédagogiques	
Produit Au terme de leur fréquentation aux centres, les étudiants réussissent-ils à l'examen du BTS ?	Acquisition de connaissances et développement des compétences requises Opinions des étudiants pour la fonction en lien avec la satisfaction au programme Taux de diplomation	Au moins 80 % de tous les étudiants inscrits au dispositif ou plus ont obtenu le diplôme du BTS.

Dans ce travail, nous partirons d'une enquête auprès d'un échantillon regroupant la population des diplômés, des enseignants et des industriels.

Les centres de formation (CEDT/G15, CNQP, CFPT, LTFPT et LTID) ne disposant pas de services d'insertion et de suivi des diplômés, n'étaient pas en mesure de nous fournir les informations précises pour la localisation des étudiants diplômés. Nous avons pu, en tenant compte de notre capacité à les contacter, localiser certains anciens étudiants des promotions de 2005 à 2015. Cela fait une population de 123 étudiants diplômés (75 au BTS classique 48 au BTS APC) dont 15 filles. Les entreprises qui ont participé à notre enquête sont au nombre 75 et emploient toutes des BTS en industrie sortant des centres de formation professionnelle du dispositif. Les personnes interrogées dans ces entreprises sont les responsables en charge de la maintenance, ce choix est guidé par le modèle que nous avons construit.

Tableau 9 : Caractéristiques des participants

Nombre	Diplômés				Enseignants		Industriels	
	BTS C		BTS APC					
Total	75	60,97%	48	39,09%	34		75	
Masculin	65	86,66%	43	89,58%	26	76,47%	71	94,66%
Féminin	10	13,33%	5	10,41%	8	23,52%	4	5,33%

2.11.6 Résultats de l'enquête

Opinions des diplômés, des enseignants et industriels.

Dans cette partie nous avons recueilli les opinions des diplômés, des enseignants et des industriels (notre échantillon d'étude) sur le dispositif de formation. La première section traite de l'adéquation entre la formation et l'exercice de la fonction de technicien supérieur tandis que la seconde porte sur le fonctionnement du dispositif.

Tableau 10 : opinions recueillies

	Évaluation	ENS	DIP	IND
Adéquation entre la formation et l'exercice de la fonction de technicien supérieur	La préparation à l'exercice de la fonction	75%	45%	35%
	Les objectifs des stages	45%	25%	10%
	Le développement des compétences.	78%	55%	30%
Etat de Fonctionnement de la formation	Disponibilité des ressources documentaires et didactiques	35%	25%	
	Équilibre entre le temps consacré aux cours et à la formation pratique	42%	37%	
	Lien entre les rapports sociaux et l'apprentissage	80%	95%	
	Pertinence des méthodes pédagogiques	88%	75%	
	Satisfaction par rapport aux stages de formation	17%	8%	25%
Au terme de leur fréquentation aux centres, les étudiants réussissent-ils à l'examen du BTS ?	Résultats scolaires et diplomation	Voir 2.11.4		
Les aspects du dispositif de formation qu'on pourrait ajuster afin d'améliorer la formation du BTS industrie	Opinion des Enseignants	Voir Commentaires ci-dessous		
	Opinion des Industriels			
	Opinion des Etudiants			

ENS : Enseignants

DIP : Diplômés

IND : Industriels

En exploitant le tableau, nous remarquons un pourcentage de répondants dans la première section qui expriment une opinion positive à ce sujet. C'est 75 % des enseignants qui jugent que la formation est adéquate par rapport à l'exercice de la fonction du technicien de maintenance en industrie. Je trouve normal ce bon taux puisqu'il n'est pas facile de d'émettre une opinion négative sur ce qu'on fait, surtout si on est l'acteur principal. Mais les

réponses des diplômés et des industriels qui les emploient ne militent pas en leur faveur, en effet leurs opinions favorables respectives à cette question sont de 45% et 35%.

La section suivante analyse l'état du fonctionnement du programme de formation des BTS industrie dans sa globalité. Elle vise à répondre à la seconde question de la recherche : quel est l'état du fonctionnement du programme de formation des BTS industrie au Sénégal ?

Le tableau montre que les enseignants et les diplômés ont les mêmes points de vue sur pratiquement l'ensemble des questions de cette section. Pour la première question l'avis des enseignants est similaire à celui des diplômés, la majorité (65% des enseignants et 75% des étudiants) croit que les ouvrages de référence de la bibliothèque ne facilitent pas les apprentissages des étudiants. Pour la deuxième question environ 42% des enseignants et 37% des étudiants sont d'accord à l'effet qu'il existe un équilibre entre la théorie et la pratique dans le programme.

La troisième et la quatrième question de cette section donnent des opinions plutôt favorables. Pour les répondants dans l'ensemble les rapports sociaux (relations entre étudiants, professeurs et encadrement) facilitent les apprentissages. Les diplômés et les enseignants expriment une opinion très positive sur la qualité des rapports sociaux des étudiants entre eux, avec les enseignants et le personnel administratif.

La cinquième et dernière question de cette section est relative au stage en entreprise industrielle dans le cursus de formation. En majorité, les diplômés, les enseignants et les industriels jugent que le management de ce stage est insatisfaisant.

Pour améliorer le dispositif de formation des BTS industrie au Sénégal les solutions proposées par les uns et les autres sont :

- pour les diplômés, de favoriser plus les enseignements pratiques car selon eux il y'a peu d'enseignement pratique durant leur formation et ceci est un handicap majeur lors des immersions en entreprises que cela soit en stage ou en embauche. Ils suggèrent aussi que les stages en entreprise soient effectifs, les autorités doivent faire de leur discours sur les stages en entreprises une réalité. Concernant le BTS APC, revoir les référentiels pour bien caler la formation sur les deux années qui sont prévues.
- pour les industriels en résumé leur opinion à cette question globalement est que les centres de formation, mettent un peu plus l'accent sur les séances de travaux pratiques et s'investissent davantage pour s'équiper en matériels didactiques. Ils doivent aussi éviter les effectifs pléthoriques dans les salles de

classe. Enfin, ils doivent accompagner leurs étudiants durant la formation à trouver des postes de stages en entreprises industrielles.

- Quant aux enseignants, revoir l'organisation du concours d'entrée au BTS industrie, revoir la durée de l'examen du BTS industrie, réduire les effectifs pour une formation de qualité. Il faut aussi mettre sur pied un dispositif de gestion des stages dans tous les centres de formation de BTS. Enfin, équiper les établissements de matériels didactiques adéquats pour un bon déroulement des enseignements

2.12 Conclusion partielle

Ce chapitre visait à faire l'état des lieux de la formation au Sénégal et en particulier d'évaluer le dispositif de la formation des BTS industrie au Sénégal. Cette évaluation nous a permis de faire l'étude de la situation actuelle de la formation professionnelle et technique dans notre pays. A travers cette étude nous avons remarqué que beaucoup d'efforts ont été faits par les autorités étatiques pour l'amélioration du pilotage du système de la formation professionnelle et technique. Cependant nous avons noté toujours des insuffisances qui bloquent le fonctionnement correct du système. On peut citer l'implantation de certains programmes élaborés, le déficit ou l'obsolescence des équipements didactiques, l'insuffisance de manuels didactiques, etc. Compte tenu du nombre extrêmement élevé de programmes obsolètes à écrire et/ou de réviser, nous avons remarqué que le rythme actuel de progression de la réforme des curricula est jugé trop faible. Cette analyse du contexte nous a aussi permis de noter un manque de synergie entre le CFPT et l'entreprise industrielle pour une bonne formation des techniciens supérieurs. Et pourtant dans nos pays sous-développés où les moyens font cruellement défaut les centres de formation professionnelle et technique devraient beaucoup favoriser une collaboration avec les entreprises. Cette collaboration peut faciliter la recherche de postes de stages dans les entreprises et apporte aussi une aide à la formation pour répondre aux standards du milieu de travail. Assurer la formation des jeunes à la fois au centre de formation et en entreprise, ou encore associer l'entreprise et le centre de formation comme lieux de formation, est un mode de formation basé sur une étroite collaboration entre ces deux entités. Ce mode de formation a connu un développement remarquable durant les dernières années. Il est aussi présenté comme, indispensable à une meilleure professionnalisation des formations, nécessaire pour assurer l'insertion dans l'emploi.

Toutes les structures de formation des brevets de technicien supérieur en industrie dans notre pays adoptent le temps plein comme rythme des études, même si dans les programmes officiels, il est clairement indiqué l'obligation de faire séjourner sous forme de stage les apprenants en entreprise. Nous devons voir à travers le séjour du stagiaire en entreprises industrielles dans un pool de maintenance, les possibilités de capter des connaissances et de les transférer au CFPT et ainsi mettre à jour le référentiel de compétences. Nous tenterons dans le chapitre suivant, à travers une revue bibliographique, d'étudier toutes les notions qui nous aideront à résoudre notre problématique.

Chapitre 3

État de l'art

3 Chapitre 3 : État de l'art

3.1 Introduction

Cette recherche a pour objectif, d'une part la réactualisation permanente du référentiel de compétences du centre de formation avec les connaissances capitalisées dans les activités de maintenance en entreprises industrielles et d'autre part l'organisation de l'apprentissage de l'Étudiant/Stagiaire dans cette même entreprise. De nombreuses notions relatives à notre objectif de recherche, devront faire l'objet d'une étude approfondie. On peut en citer, la gestion des connaissances, l'apprentissage dans l'action, l'organisation apprenante, la collaboration dans l'activité, la maintenance industrielle... Bien que les deux notions qui retiendront particulièrement notre attention sont les modèles de gestion des connaissances et celles relatives à l'apprentissage dans l'entreprise, ces dernières en induisent de nombreuses autres. Tout l'enjeu de ce chapitre sera de fonder une base théorique riche en apports qui nous guidera sur la construction du modèle proposé dans ce mémoire.

3.2 La gestion des connaissances

Cette partie offre un aperçu sur la gestion des connaissances, ses enjeux et les approches pour aborder les problématiques associées. L'objectif premier est d'analyser la façon dont les connaissances sont générées, capitalisées et transférées avec comme but d'améliorer le rapprochement entre l'entreprise et le centre de formation. Cette analyse est faite, afin d'identifier les concepts capables d'apporter les moyens pour acquérir, analyser, et préserver les connaissances mises en évidence lors de la résolution d'un problème de maintenance en entreprise industrielle.

3.2.1 Historique

La gestion des connaissances (en anglais Knowledge Management) est un processus séculaire sans lequel aucune civilisation n'aurait pu exister. Quels que soient les moyens et les époques, étudier l'histoire d'une civilisation, d'un pays, d'une organisation ou d'un individu n'est possible que si une démarche de capitalisation d'informations¹ a pu être entreprise (O Vaisman, 03). Cette démarche doit être managériale pluridisciplinaire et doit regrouper un ensemble d'initiatives, de méthodes et de techniques permettant de percevoir, identifier, analyser,

¹ Ici l'auteur parle bien d'informations et non de connaissances, ce qui sous-entend une différence entre ces deux notions. Voir section 3.2.3 les détails sur les concepts de base du Knowledge management

organiser, mémoriser, partager les connaissances des membres d'une organisation. C'est dans les années 50 que les premiers travaux sur les notions de gestion de connaissances sont apparus et la période entre 1950 et 1970 correspond selon Stéphane GORIA (Goria, 06) à l'amorçage de la notion Knowledge Management. Beaucoup de publications relatives à cette nouvelle thématique ont été publiées, on peut citer entre autres le livre de M. Polanyi (Polanyi, 58) sur la connaissance tacite, de l'article de J.W. Forester (Forester, 58) sur la théorie de la croissance des entreprises ainsi que l'article de S. Beer (Beer, 72) où il utilise l'expression "management of knowledge". GORIA (Goria, 06) qualifie la période allant de la fin des années 1970 au début des années 1990 comme étant le passage de la gestion de l'information à celle de la connaissance. Selon toujours cet auteur l'année 1980 marque l'acceptation de l'expression "knowledge management" par la grande majorité de la communauté anglophone qui s'intéresse à ces questions. Beaucoup de publications durant cette période confirment sa thèse, on peut citer les écrits de Sackmann (Sackmann, 91) sur la culture de la connaissance dans les organisations, celles de Nonaka (Nonaka, 91) sur la connaissance créatrice dans la célèbre Harvard Business Review et, l'article de T.A. Stewart (Stewart, 91) explicitement dédié au "knowledge management". Cette période marque aussi le début du concept d'entreprise apprenante. Senge (Senge, 90) met en avant les processus d'apprentissage en équipe et montre l'intérêt d'un nouvel état d'esprit qui fait de la connaissance un atout concurrentiel indéniable.

Avec les progrès de l'informatique, cette période marque aussi le développement de travaux sur l'intelligence artificielle et les systèmes experts. Dans ce domaine on a noté la focalisation qui s'est faite sur la manipulation et la transmission de données ainsi que sur la problématique de sa conservation. De nombreuses innovations apparaissent à ce moment-là comme la gestion électronique des documents mais également le traitement automatique du langage, à travers la dictée vocale ou la traduction automatique.

C'est tout juste après le début des années 1990 qu'on a observé une accélération sur la recherche dans le domaine du Knowledge management. L'année 1995 est caractérisée par la publication du livre de Nonaka et Takeuchi et c'est souvent cette date qui est prise pour symboliser la naissance du Knowledge Management (KM) en tant que discipline professionnelle reconnue. En effet, les travaux japonais ont surtout mis en relief des interactions existantes entre les connaissances tacites et explicites mais également les approches possibles pour les développer.

Leur approche présente une nouvelle dynamique de création du savoir qui tient compte de l'environnement mais également du potentiel des personnes. A l'heure actuelle le Knowledge management est en profonde mutation, il s'est longtemps focalisé sur la collecte et le classement des données mais s'intéresse aujourd'hui au partage à travers le concept d'intelligence participative en cherchant à la fois à décloisonner le management et connecter les personnes entre elles.

3.2.2 Définition de la gestion des connaissances

Malgré une reconnaissance certaine dans les théories et en pratique, la gestion des connaissances ne dispose toujours pas de définition consensuelle pour la qualifier (Goria 06). Les différentes tentatives de définition correspondent généralement aux besoins et aux domaines de rattachement des auteurs qui s'y essaient. Nous allons présenter quelques définitions tirées de la littérature sur la gestion des connaissances. Ces définitions analysées nous permettront de mieux délimiter notre champ de recherche afin de cibler les idées les plus pertinentes pour notre thématique.

Le tableau ci-dessous nous donne les résumés des définitions qui ont bien marqué notre attention.

Tableau 11 : définition de la gestion des connaissances

Auteurs et années	Définitions
Grundstein, 1995	C'est considérer les connaissances utilisées et produites par l'entreprise comme un ensemble de richesses constituant un capital, et en tirer des intérêts contribuant à augmenter la valeur de ce capital ».
Nonaka et Takeuchi, 1997	La gestion de la connaissance est centrée sur la gestion de la création de la connaissance, son objectif serait de mieux prendre en compte l'aspect humain. La valorisation de la connaissance en amont présente un avantage concurrentiel. La connaissance est d'abord individuelle et détenue par des « experts » avant d'être diffusée. Le passage de l'individuel au collectif est celui marquant le passage du tacite à l'explicite, c'est la diffusion de la connaissance qui permet la création de savoirs nouveaux
Davenport & L. Prusack, 1998	Processus de capture des connaissances, de partage et de réutilisation que les organisations utilisent pour devenir plus productives et de se rapprocher de leurs clients.

René-Charles Tisseyre, 1999	La gestion consciente, coordonnée et opérationnelle de l'ensemble des informations, connaissances et savoir-faire des membres d'une organisation au service de cette organisation.
Grundstein, 2000	Il couvre toutes les actions managériales visant à répondre à la problématique de capitalisation des connaissances dans son ensemble conditions favorables au travail coopératif encourager le partage des connaissances élaborer des indicateurs permettant d'assurer le suivi et la coordination des actions engagées mesurer les résultats et de déterminer la pertinence et les impacts de ces actions
Prax, 2000	Processus de création, d'enrichissement, de capitalisation et de diffusion de savoirs qui implique tous les acteurs de l'organisation, en tant que consommateurs et producteurs
Ermine, 2001	Un ensemble de concepts et d'outils permettant aux membres d'une organisation de travailler ensemble et de faire le lien entre les informations disponibles, la production de connaissances et le développement des compétences individuelles, collectives et organisationnelles.
Nonaka, 2002	Un espace partagé de relations en émergence. Cet espace peut être physique, mental ou la combinaison des deux. Il fournit une plate-forme, qui, dans une perspective transcendante, intègre toute information requise.
Prax, 2003	Le management de la connaissance répond à quatre attentes de ses instigateurs : mettre à disposition l'information utile sans qu'elle ait été réclamée, répondre aux requêtes de l'utilisateur, faire fructifier et capitaliser les savoirs, permettre la participation des acteurs à une performance collective.
Serge Cacaly, 2004	La gestion organisée, coordonnée et opérationnelle des savoirs et des savoir-faire individuels et collectifs dans les organisations. Elle s'intéresse aux informations et aux connaissances internes, mêmes si celles-ci sont alimentées et enrichies par des apports externes.
Amin et Cohendet, 2004	L'aspect processuel et dynamique de la connaissance est appréhendé à travers le terme de « Knowing » ou « connaissance en action ». Les connaissances sont liées à l'action et à l'activité collective. Les connaissances sont donc considérées comme évolutives, distribuées dans l'organisation et ancrées dans les pratiques.

Charlet, 2005	Rassembler le savoir et le savoir-faire sur des supports facilement accessibles, faciliter leur transmission en temps réel à l'intérieur de l'établissement, en différer à nos successeurs et garder la trace de certaines activités ou actions sur lesquelles on peut devoir rendre des comptes à l'avenir.
Ergazakis et al., 2005	Processus de création de valeur à partir des actifs intangibles de l'entreprise, dont l'essence est de fournir des stratégies pour procurer la bonne connaissance à la bonne personne au bon moment et dans le bon format.
Yvon Pesqueux, 2010	Une mise en place d'une organisation de l'information visant à identifier, saisir, indexer et distribuer les informations pertinentes quant à l'exercice de ses activités par chacun des agents de l'organisation. Il s'agit de rendre accessible aux différents collaborateurs une expérience collective.
Jaime, 2005	L'ensemble des mesures destinées à accroître l'efficacité des activités réalisées par une organisation, par une meilleure utilisation des connaissances existantes au sein et en dehors de l'organisation.
Goria 2006	La gestion des connaissances est un ensemble de moyens et de méthodes destinés à mieux utiliser les savoirs et les connaissances potentiellement accessibles à une organisation dans l'objectif d'améliorer ses capacités de mémorisation, d'apprentissage, de collaboration et d'innovation à travers une meilleure gestion de ses actifs intellectuels et informationnels.
wikipedia.org	Une démarche managériale pluridisciplinaire qui regroupe l'ensemble des initiatives, des méthodes et des techniques permettant de percevoir, identifier, analyser, organiser, mémoriser, partager les connaissances des membres d'une organisation

Au travers de ce tableau, nous voyons qu'il existe ainsi des définitions variées et parfois même conflictuelles de la gestion des connaissances. Mais comme le notent Anand et Singh (Anand et al, 11), un thème central est présent dans toutes les définitions : « gérer les connaissances et encourager les ressources humaines à les partager afin de créer des produits et services à valeur ajoutée »

Celle qui cadre avec notre thématique de recherche est la définition que donne Goria (Goria, 05) de la gestion des connaissances. En effet, dans une de ses publications a été recensé un nombre important de travaux de recherche sur la gestion des connaissances. Parmi eux, certains l'abordent comme un moyen d'appliquer la stratégie de l'entreprise. D'autres la considèrent comme un processus conduisant à créer et accroître l'utilisation de connaissances, ou destiné à

faciliter le partage de connaissances. Face à cette multitude d'approches et de définitions, Gorla propose cette définition « *un ensemble de moyens et de méthodes destinés à mieux utiliser les savoirs et les connaissances potentiellement accessibles à une organisation dans l'objectif d'améliorer ses capacités de mémorisation, d'apprentissage, de collaboration et d'innovation à travers une meilleure gestion de ses actifs intellectuels et informationnels* ».

Ce souci d'efficacité pousse les entreprises à entreprendre de nombreuses démarches d'amélioration continue comme les démarches qualité qui supposent des employés bien formés.

Nous avons vu précédemment que les centres de formation collaborent avec les entreprises pour la formation des Étudiants/Stagiaires. Ceci impose d'améliorer leurs fonctionnements internes et d'optimiser les relations avec ces dernières.

Ainsi, dans notre contexte les enjeux de la gestion des connaissances portent sur l'apprentissage dans l'action mais aussi l'efficacité et la fiabilité des activités accomplies durant le séjour de l'Étudiant/Stagiaire en entreprise. Cela passe nécessairement par une bonne politique de maintenance de l'entreprise et un talent confirmé du maître de stage.

3.2.3 Les concepts de base

On remarque que la gestion des connaissances s'appuie sur des concepts de base tels que celui de donnée, d'information, de compétence et de connaissance que nous allons définir. D'un autre côté, il est important de bien faire la distinction entre les deux dimensions de la connaissance : tacites et explicites.

3.2.3.1 Données

Prax définit la donnée comme un élément brut qui n'a pas encore été mis en contexte, « un fait discret et objectif ; elle résulte d'une acquisition, d'une mesure effectuée par un instrument naturel ou construit par l'homme, elle peut être « qualitative ou quantitative » (Prax, 00). Davenport abonde dans le même sens et décrit la donnée comme étant seulement une partie d'un événement et ne permet pas un jugement, une interprétation et de ce fait ne peut être la base d'une action (Davenport et al, 98).

Au regard de ces deux définitions on peut affirmer que la donnée n'a aucune signification, n'a de sens en elle-même et traduit les faits, les observations. Elle est objective et non intentionnelle, si l'instrument qui a servi à son acquisition est standardisé. A ce stade, la

signification n'est que peu ou pas perçue, d'où l'importance des termes « *données brutes* » et « *traitement de données* ». Les données sont donc en l'état, et elles nécessitent un traitement pour avoir une signification. Mais il est important de prendre en compte l'intentionnalité de l'agent qui a matérialisé et collecté les données. Au moment du traitement des données l'intentionnalité peut peser aussi bien sur sa signification que sur son sens au point d'en fausser la fiabilité d'acquisition.

Il faudra développer un nombre considérable de méthodes visant à pallier cette possibilité de dérive de partialité. Le processus général de gestion des données tendra donc, par déterminisme technique, d'en effacer l'intention (Yvon Pesqueux, 10)

3.2.3.2 Informations

Pour Nonaka (Nonaka, 94), tout comme c'est le cas pour Argyris (Argyris, 93), l'information constitue un intrant nécessaire à l'initiation et à la formalisation de l'apprentissage. Ces auteurs définissent l'information comme étant un flux de messages (ou de signaux). Lécaille (Lécaille, 03) explique qu'une information peut passer par plusieurs stades au cours de la conception : brouillon, pièce à conviction, trace habilitée. Avant de quitter l'espace de conception privé du projeteur, pour être échangée avec d'autres, une information doit être équipée et habilitée. Selon Prudhomme (Prudhomme et al. 01), les informations sont pour les uns, des données triées, sélectionnées et organisées par un individu dans un but précis, pour les autres, des données auxquelles sont associées des significations par la description de méthodes et procédures d'utilisation. Ferrary (Ferrary et al. 06) définit l'information comme « une donnée ou un ensemble de données articulées de façon à construire un message qui fasse sens. ». Elle est donc associée à un contexte et est porteuse d'un sens particulier. A l'inverse de la donnée, elle est le produit d'une construction et résulte d'une intention de l'utilisateur. Elle implique un émetteur et un récepteur à qui elle fait sens et son support peut être reproduit (feuille, Cdrom, monument, objet, etc.). En tant que produit fini, l'information peut malgré tout faire l'objet d'un processus de transformation, c'est-à-dire intégrer une chaîne de traitement (statistiques, rédaction d'un article de presse, etc.). Brunel, (Brunel, 08) voit l'information comme significative, utile, et permet de donner des explications en tant que processus de mise en forme des données (Bierly, 00). Il poursuit sa réflexion en citant Nonaka pour qui les informations peuvent être envisagées sous deux aspects : syntactique (en structure ou volume) et sémantique (signification ou sens)

(Nonaka, 94). Une illustration de l'information syntactique est trouvée dans l'analyse de Shannon (Shannon et al, 49) concernant le flux d'informations mesurée sans aucun respect de la signification première. L'aspect sémantique de l'information est plus important pour la génération de la connaissance, parce qu'il se concentre sur la signification.

3.2.3.3 Connaissance

La définition de la connaissance est un exercice difficile, car la connaissance est une notion abstraite dont la détermination peut impliquer des aspects complexes tels que : les actions, le contexte, les informations, les acquis et expériences, etc. La norme AFNOR définit la connaissance comme : « un ensemble de représentations, idées ou perceptions acquises par l'étude ou l'expérience » (Lacolare, 11). Selon Brooking (Brooking, 99), La connaissance peut être considérée comme la somme de l'information et de l'expérience. Prax, (prax, 00) approfondie cette réflexion en qualifiant la connaissance comme une information comprise, assimilée, utilisée et qui permet d'aboutir à une action. Elle s'intègre au système personnel de représentation et subit une série d'interprétations liées aux croyances générales (paradigmes), au milieu professionnel, au point de vue, à l'intention, au projet de l'individu, etc. (Davenport, 98) lui définit la connaissance comme l'ensemble des expériences, des valeurs, de l'information prise en contexte et des expertises générées et appliquées par les individus pour évaluer et aborder les nouvelles expériences ou informations. Dans les entreprises, la connaissance existe non seulement sous forme de documents ou de bases de données, mais elle est également imbriquée dans les routines, les processus, les pratiques et les normes organisationnelles. Pour Ermine, (Ermine, 00) « la connaissance est (donc) le résultat de l'interprétation de l'information dans son référentiel. Ce référentiel comprend la sémantique que l'individu attache à l'information et au contexte dans lequel est intégrée cette information ». Au niveau industriel, la connaissance est considérée aujourd'hui comme « une ressource stratégique pour la productivité croissante ; un facteur de stabilité dans un environnement instable et dynamique ; et c'est un avantage concurrentiel décisif » (Ermine, 00) pour les individus et les organisations. En effet, l'économie mondiale est en train de passer d'un système de valeur basée sur la production matérielle à un système basé sur les connaissances (Chen, 10) d'où l'importance croissante accordée au concept « d'entreprise basée sur la connaissance ».

(Brunel, 08) propose une définition qui implique forcément l'homme « porteur » car la connaissance est inséparable du sujet porteur. Il poursuit sa réflexion pour dire qu'en Intelligence Artificielle, on distingue généralement la connaissance et le raisonnement. Les questions liées à la connaissance sont celles de son acquisition « apprentissage », de sa représentation et de son utilisation « raisonnement ». Contrairement à l'information, la connaissance est à la fois mémoire et processus de construction d'une représentation résultant d'une acquisition d'information et d'une action. Pour nous cette définition est cohérente car elle regroupe à son sein tous les concepts qui sous-tendent notre vision théorique de la connaissance. Cependant, nous avons noté quelques définitions proches de notre conception de ce qu'est la connaissance. Ces définitions sont donc celles que nous considérons dans le cadre de cette thèse. En effet, nous soutenons l'idée que la connaissance est intimement liée aux individus qui devront l'explicitier et la partager.

➤ **Connaissances tacites**

Les connaissances tacites sont du domaine de la conscience et du mental, ancrées dans les personnes et leurs vécus. Elles correspondent aux compétences innées ou acquises, les savoir-faire et les expériences. Ce savoir est intuitif, presque instinctif, peu verbalisable ou communicable, et dicte une majorité de nos comportements. Le spécialiste du domaine applique les règles et principes qu'il a appris, les adapte en fonction du contexte, des circonstances, etc. sans pouvoir en expliquer les raisons. Les connaissances tacites sont difficiles à expliciter en même temps qu'elles sont difficiles à extraire de l'action dans laquelle elles sont enracinées. Les caractéristiques fondamentales des connaissances tacites les rendent difficile à transcrire. Il existe des techniques d'explicitation dont le bénéfice pour la gestion des connaissances doit être exploré, c'est le cas de l'entretien d'explicitation, mis au point par Vermersch (Vermersch, 01). Le transfert de connaissance tacite se réalise principalement par la collaboration et l'interaction des individus. C'est à travers cette interaction que les individus peuvent avoir de nouvelles idées et innover (Vincent Chauvet et al, 03). Pour Boisot (Boisot, 98), Il existe trois types de connaissances tacites dans une organisation :

- Les connaissances tacites qui ne sont pas exprimées parce que tout le monde les connaît et les considère comme acquises ;
- Les connaissances tacites qui ne sont pas formulées parce que personne ne les comprend entièrement ;

- Les connaissances tacites qui restent non explicitées alors que certaines personnes les comprennent parce que le processus d'explicitation serait trop coûteux pour l'organisation.

➤ **Connaissances explicites**

Les connaissances explicites sont des connaissances formalisées, codifiées. Par ce biais, elles peuvent être conservées ou communiquées sans altération de sens entre un émetteur et un récepteur disposant d'un langage systématique commun comme les mots, les nombres (Nonaka et Takeuchi, 97). Prax dans (Prax, 00) décrit les connaissances explicites comme étant des événements passés ou d'objets situés quelque part et à un certain moment, et sous-tend la formulation d'une théorie générique, libre de tout contexte. Les connaissances explicites sont de natures conceptuelles et abstraites, ce qui leur permet ainsi d'avoir un large champ d'exploitation, avec toutefois une nécessaire adaptation au contexte. Charlet dans (Charlet, 05) définit lui les connaissances explicites comme des connaissances codifiées notées en tant qu'un manuel, des procédures, des plans, des modèles, des documents d'analyse, des données, etc. On peut intervenir sur leur mode de formalisation. A travers ces définitions on comprend que ce sont des connaissances transférables physiquement car elles apparaissent sous forme tangible. Dans un système informatique, dans un équipement d'automatisme ou au niveau d'un document les connaissances explicites sont clairement énoncées. C'est un savoir exprimé de façon visible, il est diffusable, clair, objectivé et codifiable. C'est par exemple ce qu'on assimile à travers l'éducation formelle, qui passe par un vocabulaire analytique et rationnel en mots et nombres qui ont une signification. L'information, qui ne tient qu'aux faits, peut être facilement, sous forme explicite capitalisée et transportée dans des documents, alors que la connaissance au sens littéral, est un item plus humain, subjectif et souvent tacite. Pour résumer nous allons nous baser sur le modèle de Grundstein où les deux terminologies sont fusionnées (Grundstein, 02) et présentées sur la Figure 16.

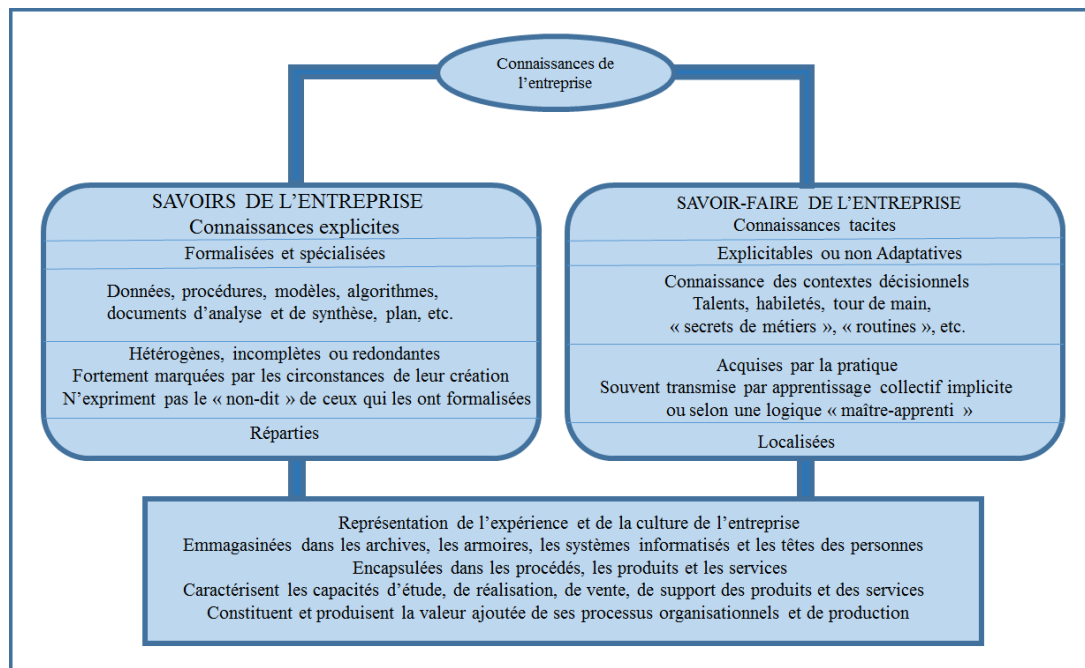


Figure 16 : Les deux catégories de connaissances de l'entreprise (Grundstein, 02)

3.2.3.4 Compétence

Le terme compétence est interfacé avec plusieurs disciplines : les ressources humaines (la compétence individuelle se retrouve dans les termes formation et gestion des compétences), le management (les compétences collectives), mais aussi la stratégie (les compétences clés et le cœur de métier) ; c'est donc une notion multi facettes qui ne se limite pas à l'approche technique. Beaucoup de travaux développés dans la littérature sont en droite ligne avec notre problématique de recherche, (Le Boterf, 08; Levy, 00; Vidal-Gomel, 07). En effet notre objectif s'appuie sur une démarche qui non seulement permet de comprendre et de capitaliser des connaissances mais également de transmettre et diffuser des compétences individuelles et/ou collectives de métier, formées au cours de l'expérience. (Vergnaud, 11) propose une définition plus opérationnelle que théorique de la notion de compétences et donne des précisions sur ce qui différencie un expert d'un novice :

- A est plus compétent que B s'il sait faire quelque chose que B ne sait pas faire et A est plus compétent au temps t' qu'au temps t s'il sait faire à t' ce qu'il ne savait pas faire à t.
- A est plus compétent que B s'il s'y prend d'une meilleure manière.
- A est plus compétent que B s'il dispose d'un répertoire de ressources alternatives qui lui permettent d'adapter sa conduite aux différents cas de figure qui peuvent se présenter.
- A est plus compétent que B s'il est moins désarmé devant une situation nouvelle.

(Le Bellu, 11) apporte un commentaire à cette définition, pour elle, même si les deux premiers points semblent évidents, les deux derniers sous-entendent que la compétence se développe avec l'accumulation de l'expérience et renvoient en partie aux critères de définition de l'expertise. Un expert possède davantage de règles stockées dans sa mémoire procédurale ; et son stock de connaissances déclaratives qu'il s'est constitué au fil du temps sur le domaine est plus important (Anderson, 96; Anderson et Lebiere, 98). Le Boterf (Le Boterf, 08) définit la compétence requise selon les organisations et les contextes de travail, soit comme « un savoir-faire en situation de travail », « soit comme un savoir agir en situation de travail ». (Wittorski, cité par Prax, 00), « la compétence industrielle, est l'application effective des connaissances dans un contexte précis c'est comme des savoir-agir reconnus » organisés dans le but d'atteindre des objectifs. Pour Tarondeau (Tarondeau, 98), la connaissance ne saurait être considérée comme un stock de ressources qui s'épuiserait dans l'usage mais comme des ressources générées par l'action elle-même.

En résumé, la notion de compétence suppose l'existence de connaissances, l'inverse n'étant pas forcément vrai et quel que soit le nom qu'on veuille bien leur attribuer, les compétences professionnelles présentent un caractère multidimensionnel. Elles sont plus ou moins tacites, socialement construites, distribuées, situées et fortement liées au contexte de la situation de travail.

3.2.4 Génération de connaissances

L'étude faite sur les connaissances tacites et explicites a mis en évidence des défis pour la gestion de connaissances des organisations dans l'optique de favoriser le partage et l'échange de ces connaissances. Il est important de connaître le processus de génération de ces connaissances pour les capitaliser et les transférer. Plusieurs auteurs, comme Nonaka et Takeuchi, Cook et Brown, Tsoukas, Engeström, Chouki, Brunel ont souligné l'importance de la génération des connaissances pour les organisations. Ils ont étudié le processus de création ainsi que son utilisation et son mode de partage afin d'augmenter la valeur de l'entreprise. Une analyse de leurs modèles de génération de connaissances nous permet de les classer en deux catégories : d'une part, les modèles selon lesquels les connaissances sont générées par la conversion entre les connaissances tacites et les connaissances explicites (Nonaka, 94 ; Nonaka et Takeuchi , 95 ; Prax, 12), d'autre part, les modèles selon lesquels les connaissances sont

générées dans l'activité, dans la pratique, dans l'action ou pendant un dialogue productif (Tsoukas, 09 ; Cook et Brown, 99 ; Brunel, 08).

3.2.4.1 Modèle de génération de connaissances Nonaka et Takeuchi

Nous avons constaté d'après nos lectures que le modèle de conversion de connaissances de (Nonaka, 94, 07) et (Nonaka, Takeuchi, 95) est le plus présent et qu'il constitue une référence principale pour les chercheurs. L'idée principale de ce modèle est qu'il suppose un dialogue continu entre les deux dimensions épistémologiques de la connaissance : tacite et explicite (Nonaka, Von Krogh, 09). Les auteurs montrent les différents mécanismes de transformation entre connaissances tacites et explicites à travers ce modèle nommé SECI (Socialisation, Extériorisation, Combinaison, Intériorisation).

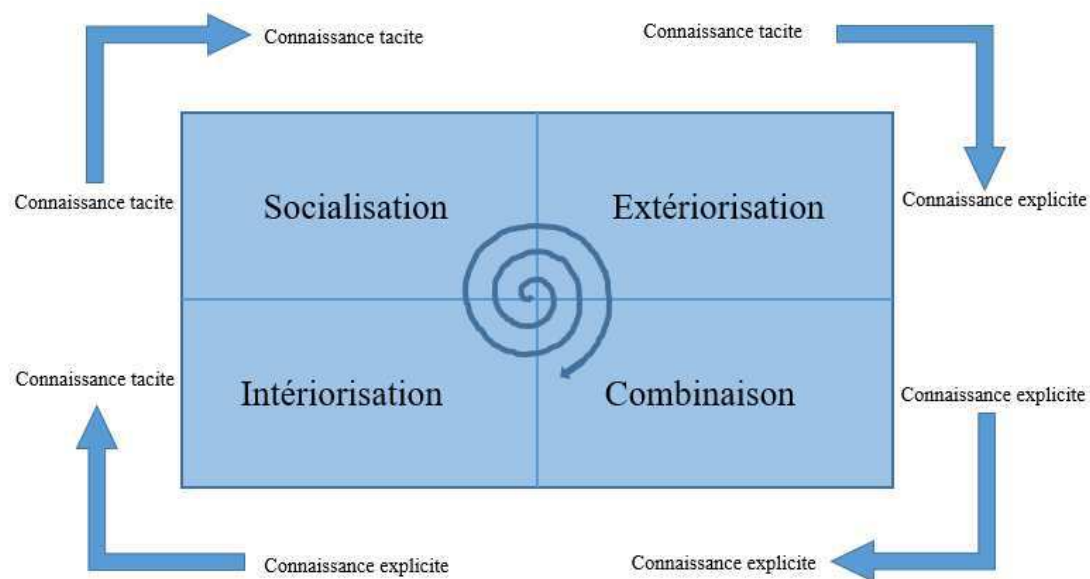


Figure 17 : La spirale SECI de la création de connaissances (Nonaka et Takeuchi, 96)

- Socialisation

Du tacite au tacite : la socialisation est un processus interactif entre individus au sein d'un groupe. Une forme de socialisation très connue est l'apprentissage dans sa dimension technique, il se fait par observation, par imitation et par partage d'expériences. La socialisation est un processus de partage d'expérience : apprendre sur le tas est une pratique qui répond fondamentalement au concept de socialisation. La clé pour acquérir la connaissance tacite est alors l'expérience.

- Extériorisation

Du tacite vers l'explicite : l'extériorisation désigne l'explicitation des pratiques et des croyances. L'extériorisation est un processus d'articulation des connaissances tacites en concepts explicites. Elle s'appuie sur un processus de dialogue des acteurs de l'entreprise pour être enclenché

- Combinaison

De l'explicite vers l'explicite : la combinaison permet la communication des connaissances qui sont rapprochées pour produire des connaissances nouvelles. La combinaison est un processus de systématisation de concepts en un système de connaissances. Les individus échangent et combinent les connaissances par des médias tels que les documents, les réunions, les conversations téléphoniques et les réseaux de communication informatisés.

- Intériorisation

De l'explicite vers le tacite : l'intériorisation représente l'enracinement de la connaissance explicite. Elle est étroitement liée à l'apprentissage dans l'action et permet de s'approprier une connaissance explicite, qui devient alors un savoir tacite, un savoir-faire. Ce processus est enclenché par accumulation d'expérience dans la réalisation d'une tâche, à partir de documents divers tels que manuels, sons, vidéos ou encore à partir de simulations effectuées sur ordinateur.

A travers ce modèle nous voyons que la génération de connaissances se fait à travers une spirale mettant en œuvre tour à tour ces différents processus de conversion.

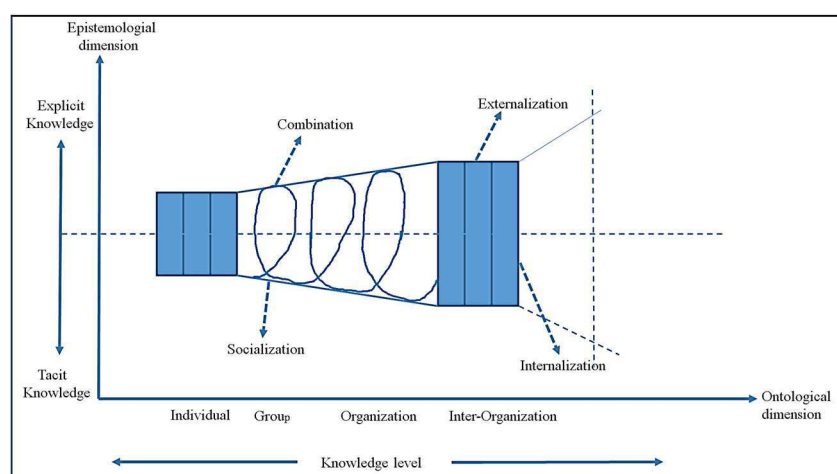


Figure 18 : Spirale de la connaissance

Dans cette spirale, les auteurs présentent les quatre phases absolues du transfert de connaissances tout en déterminant les dispositions pour le mettre en pratique. Ce modèle est basé sur la théorie qui explique comment la connaissance tenue par des individus peut être simultanément agrandie et enrichie par la spirale (Nonaka, 94), on assiste alors à un effet d'amplification de la connaissance créée par les individus. En bout de ligne, la création de connaissances est un processus sans fin. Il sera mis à niveau continuellement tant et aussi longtemps que le transfert de toutes ces connaissances se fera (Nonaka, 00). Pour donner son maximum, ce processus doit donc non seulement s'installer au sein de l'organisation, mais il doit aussi jouer de façon inter-organisationnelle. Ainsi la connaissance est transférée au-delà des frontières de l'entreprise, entrant en interaction avec des savoirs développés dans d'autres organisations, permettant ainsi de créer une nouvelle connaissance. Pour qu'une telle spirale fonctionne il convient de créer et d'entretenir un espace propice, dans lequel règne la confiance et dans lequel les individus partagent un minimum de culture commune, ce qui est essentiel pour se comprendre surtout lorsqu'il est question de connaissances tacites.

3.2.4.2 Modèle de génération de connaissances de Engeström

Engeström (Engeström, 99) propose un modèle de génération de connaissances qui tire ses fondements de la théorie de l'activité. La théorie de l'activité est un système dit *d'activité* qui met en relation plusieurs entités telles que le sujet (*Subject*), l'objet (*object*), la communauté (*community*), les outils (*tool and signs*), les règles (*rules*) et la division du travail (*Division of labor*). Ce modèle a été repris par Engeström dans (Engeström et al, 10) en spécifiant les différentes significations de chaque entité composant le système. Le sujet se renvoie à l'individu ou à un sous-groupe, dont les positions ou les points de vue sont choisis comme vision d'analyse. L'objet lui renvoie à la matière première ou à l'espace du problème vers lequel l'activité est dirigée. L'objet est transformé en résultats (*outcomes*), à l'aide d'instruments et d'artefacts sous forme d'outils et de signes. La communauté regroupe les individus ou les sous-groupes d'individus qui possèdent et qui partagent le même objet général. La division du travail se réfère à la division horizontale des tâches et à la division verticale du pouvoir. Enfin, les règles contiennent les règlements explicites et tacites, les conventions, les normes qui contraignent les actions dans le système d'activités

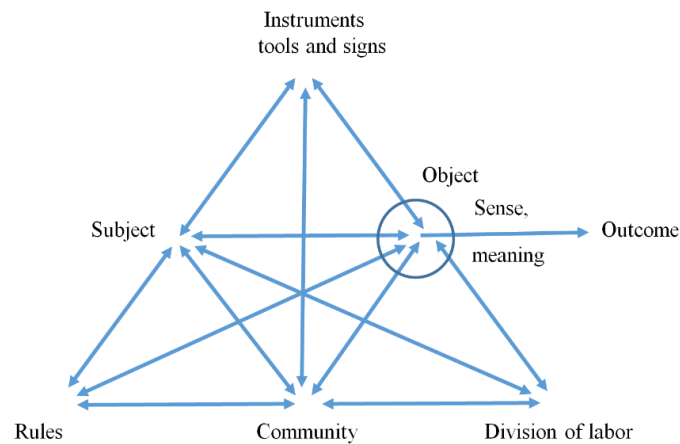


Figure 19 : Modèle génération de connaissances de Engeström

La génération de connaissances nouvelles dans les organisations par le dialogue et les échanges entre les individus est la base du modèle de (Tsoukat, 09) citée par (Chouki, 12). Ce modèle permet aux participants d'un dialogue de prendre une distance vis-à-vis de leurs façons usuelles et non réfléchies, de leur compréhension et leur action. Cette prise de recul leur permet de reconceptualiser une situation entre les mains par la combinaison conceptuelle (*conceptual combination*), par l'expansion (*expansion*), et/ou par le recadrage (*reframing*). La figure ci-dessous représente le modèle de génération des connaissances par le dialogue de Tsoukas

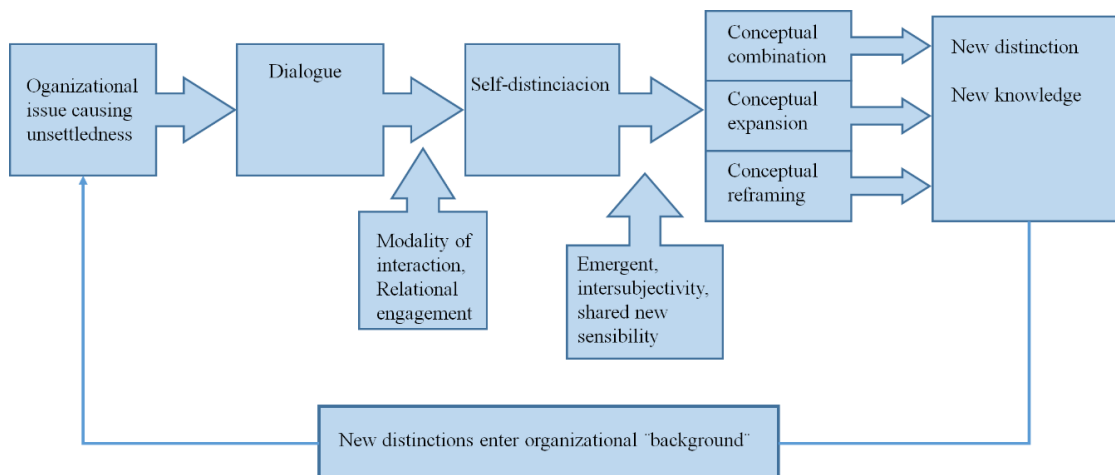


Figure 20 : modèle de génération des connaissances par le dialogue de Tsoukas

3.2.4.3 Modèle de génération de connaissances de Cook et Brown

Pham (Pham, 11) décrit le modèle de génération de connaissances de Cook et Brown (Cook, Brown, 99) comme un modèle qui se base sur l'idée qui affirme que l'interaction avec le monde

est génératrice de connaissances et que toutes les formes de connaissances sont mobilisées dans l'interaction.

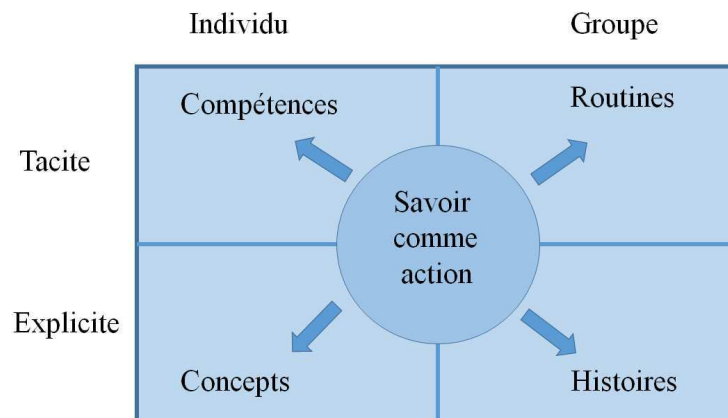


Figure 21 : Modèle de génération de connaissances Cook et Brown

Ce modèle s'articule autour de quelques principes clés qui sont les suivants :

- Premièrement, Cook et Brown distinguent les connaissances (*knowledge*) et les savoirs-en-action (*knowing*). Le *knowledge* est le reflet de ce qu'on possède dans la tête, il est utilisé pour agir mais ne fait pas partie de l'action. Le *knowing* fait référence à nos interactions avec le monde matériel et social. Il fait partie de l'action et ne s'exprime que dans l'action.
- Deuxièmement, ils proposent une lecture différente de celle de Nonaka et Takeuchi de la relation entre quatre formes du *knowledge*. Ces quatre formes sont obtenues à partir du croisement des dimensions tacite/explicite et individuelle/organisationnelle. Pour Cook et Brown, chacune de ces formes est unique et conceptuellement différente des autres. Dans la pratique, chacune a son propre rôle et ne peut être remplacée. L'une ne peut devenir l'autre et la conversion est impossible.
- Troisièmement, ils différencient le rôle du *knowledge* dans l'interaction avec le monde et celui du *knowing* qui est lié à l'interaction. Le *knowledge* désigne ce qu'un individu ou un groupe possède, peut posséder, ou doit posséder pour agir. Il doit être considéré en tant qu'instrument (*tool*) qui est nécessaire pour rendre possible l'action. Le *knowledge* constitue le cadre d'interprétation, le sens et la discipline qui nous permettent d'interagir avec le monde. Cependant, le *knowledge* n'explique pas la totalité de ce que l'on sait faire. Il est nécessaire de tenir compte également du *knowing* qui est une partie intégrante de l'action et qui est le reflet de l'interaction du sujet connaissant avec le monde physique et social. La relation entre le *knowledge* et le *knowing* peut être représentée par le concept d'*affordance*. En référant au courant pragmatique américain, Cook et Brown mettent en avant les *facultés* et les *frustrations* que l'on peut rencontrer en interagissant avec le monde. Ils soutiennent l'idée selon laquelle les facultés et les frustrations ne sont pas des propriétés du monde physique et social, elles caractérisent plutôt la nature de l'interaction. C'est dans l'action que l'on se rend compte de ce qu'il est possible et ce qu'il n'est pas

possible de faire. Par exemple, la résistance à la fraction est une propriété de l'argile. Cependant, on ressentira seulement la faculté ou la frustration en manipulant la matière. L'articulation entre les connaissances de l'argile que le sujet possède (*knowledge*) et les sensations ressenties en manipulant la matière (*knowing*) est un exemple d'*affordance*. Ce concept permet de qualifier le phénomène d'émergence des propriétés dans et seulement dans l'action.

- Quatrièmement, Cook et Brown affirment le caractère dynamique de la relation entre le *knowledge* et le *knowing*. En effet, le *knowing* doit faire appel au *knowledge* en tant qu'instruments dans l'interaction avec le monde. A son tour, l'interaction constitue une passerelle qui lie le *knowledge* et le *knowing*. La relation réciproque entre le *knowledge* et le *knowing* permet d'expliquer le rapport entre ce que nous savons et ce que nous faisons. C'est dans l'interaction que les quatre formes du *knowledge* sont mobilisées dans une même activité, et que de nouvelles connaissances et de nouveaux savoirs-en-action sont générés. Ce dynamisme est appelé la « dance générative ». Elle est propre à l'action et elle est facteur générateur de nouveaux savoirs.

3.2.4.4 Modèle de génération de connaissances de Brunel

Brunel, (Brunel, 08) dans sa thèse, nous propose un modèle basé sur le principe de concevoir et apprendre en même temps. En effet selon l'auteur, en même temps qu'on conçoit, on peut générer de la connaissance qui servira à former et à apprendre sur le produit lui-même et également sur le processus de conception. La transmission et l'apprentissage grâce au produit ainsi généré, participera à la formation des concepteurs eux-mêmes et répondra aux besoins des nouveaux clients. Selon lui, n'importe quels éléments de la connaissance une fois produit, analysé, structuré et enregistré devient un catalyseur qui devra amplifier et structurer les éléments des nouvelles connaissances apportées. C'est un procédé dynamique en expansion appelé « ingenition ». Sa théorie est basée sur l'intersection de trois domaines : théories de la conception, théories de l'apprentissage et théories de la connaissance.

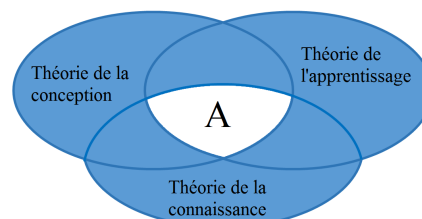


Figure 22 : Intersection de trois théories (Brunel, 08)

Le processus « d'ingenition » est basé sur un cycle mettant en commun les connaissances, les compétences et les acteurs au sein de l'entreprise (Figure 23).

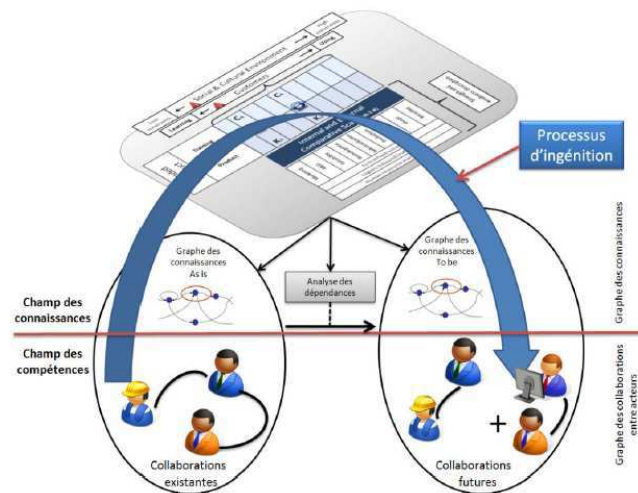


Figure 23 : Modèle Général du Processus d'Ingénierie (Brunel, 08)

Pendant la toute première opération de ce procédé, un macro modèle est défini (La grille en haut de la Figure 24)

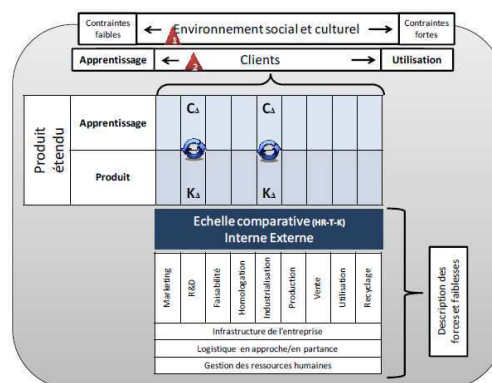


Figure 24 : Macro modèle du processus d'ingénierie (Brunel, 08)

Ce macro modèle permet de déterminer les orientations stratégiques de l'entreprise en termes de génération des connaissances des employés ainsi que de déterminer de façon plus précise les besoins des futurs clients. Les situations d'apprentissage sont créées grâce à des collaborations existantes elles-mêmes supportées par des produits orientés vers l'apprentissage. L'auteur appelle ces produits : "produits orientés didactique".

Ces situations sont modélisées et nommées par le graphe des connaissances « AS IS ». Ces graphes sont obtenus après observations des actions et des réactions des stagiaires et de leurs formateurs pendant le processus d'apprentissage. Par exemple, de jeunes ingénieurs dans un bureau d'étude prennent des informations concernant les procédures diverses auprès des plus

anciens. Après avoir analysé ces graphes, concernant les diverses connaissances et compétences susceptibles d'atteindre l'objectif visé, plusieurs graphes appelés « Graphes des connaissances To Be » peuvent être établis. Une fois évalués et analysés, les graphes les plus appropriés sont choisis et ils seront utilisés comme cadre principal à partir duquel des contraintes particulières pour le modèle devront être extraites. D'ailleurs, de ce nouveau graphe, des protocoles concernant des sessions de formation peuvent être recensés afin de satisfaire au mieux les exigences des futurs clients (Brunel, 08).

Ainsi, nous pouvons utiliser ce modèle dans les activités de maintenance car faire de la maintenance participe à produire des connaissances issues de l'action, à savoir : faire quelque chose de concret qui génère de la connaissance. C'est l'action qui provoque cette génération.

3.2.5 Transfert des connaissances

Plusieurs auteurs ont proposé une modélisation du processus de transfert des connaissances. Tout d'abord, le modèle de la spirale de (Nonaka, Takeuchi, 95) que nous avons étudié plus haut mais très intéressant pour le transfert des connaissances. Il met en évidence les processus de diffusion de la connaissance organisationnelle, en se basant sur la diversité des « interactions sociales entre connaissances tacites et connaissances explicites. » Ainsi au moyen de quatre modes de conversion ou transfert (socialisation, extériorisation, combinaison, intériorisation), le savoir existant peut-être transformé en nouvelle connaissance. Et finalement, ces processus, interdépendants, constituent un modèle descriptif général : la spirale de l'apprentissage. L'analyse par Ermine (Ermine, 12) sur le transfert des connaissances lui permet de dégager un processus en deux types de transfert (Transfert direct et transfert indirect). Le transfert direct est un processus par socialisation, il s'agit d'une communication des savoirs qui s'effectue sans explicitation. L'archétype de ce genre de communication est le compagnonnage, où l'apprentissage se fait par contact direct avec l'expert, par observation, par « imprégnation ». Le transfert indirect qu'il décompose en trois sous-processus, l'explicitation, la combinaison et l'appropriation. Le premier sous processus (Externalisation) est l'explicitation. Il consiste à faire émerger une partie du savoir tacite (collectif ou individuel) sous une forme informationnelle visible. L'explicitation de ces connaissances ne peut jamais être complète, car elle sera toujours limitée « barrière du tacite ». Mais un grand nombre de méthodes et d'outils sont déjà disponibles pour cette tâche. Un premier type d'approche relève de ce qu'on appellera

la transcription des connaissances : certaines connaissances tacites peuvent être explicitées simplement, en les transcrivant, de manière plus ou moins structurée. Un second type d'approche relève de ce qu'on appelle la modélisation des connaissances : certaines connaissances tacites peuvent être explicitées grâce à des outils de modélisation. La modélisation est une démarche qui peut être assez lourde à mettre en œuvre, mais très puissante par rapport à la simple transcription. C'est ce qu'on appelle l'ingénierie des connaissances. Le second sous processus (combinaison) est celui de l'information, de mise en partage, qui permet de rechercher, recombinaison des informations. Les technologies de l'information (intranet) sont un moyen puissant de mise en partage, avec des gains importants pour le patrimoine collectif (mais ce n'est pas une condition suffisante !). Le troisième sous-processus (Internalisation) est celui d'appropriation. Une connaissance explicitée ne vaut quelque chose que si elle est utilisée dans un contexte d'action qui concoure à la réalisation des objectifs de l'entreprise. Pour cela, il faut que les personnes recréent, à partir des connaissances explicites partagées, leurs propres connaissances tacites qui leur serviront de manière spécifique dans leur travail. L'expérimentation (personnelle ou collective), la formation sont des leviers classiques de ce processus.

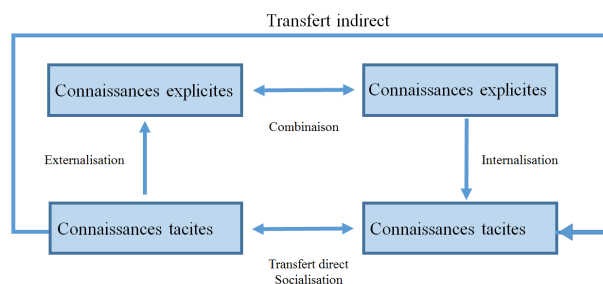


Figure 25 : Processus de capitalisation et de partage des connaissances (Ermine, 12)

Takahashi (Takahashi, 10) insiste sur l'importance de la capacité d'absorption feedback de l'émetteur afin d'assurer le succès du transfert de connaissances. Cette capacité est bâtie sur la compréhension mutuelle de la base des connaissances entre l'émetteur et le récepteur pour absorber les connaissances issues du processus de transfert de connaissances. La capacité d'absorption feedback repose sur l'interaction entre les acteurs du transfert et la base de données des connaissances partagées. Selon Takahashi, l'intérêt du concept de capacité d'absorption feedback permet de :

- renforcer la prise en compte du rôle de l'émetteur,
- clarifier l'interaction entre l'expéditeur et le destinataire
- expliquer le rôle des différences contextuelles entre l'émetteur et le récepteur dans le processus d'absorption des connaissances du partenaire.

Il voue une importance particulière sur les flux feedback dans l'utilisation appropriée des connaissances transférées, dans l'amélioration des connaissances et au processus du transfert des connaissances. Avec ces possibilités des flux feedback, du récepteur vers l'émetteur, on peut assurer une parfaite réussite au transfert de connaissances.

Selon Argote (Argote et al, 03) cités par (Prévot, 07), le transfert inter-organisationnel des savoirs correspond au « processus par lequel une unité (individu, groupe, département, division) est affectée par l'expérience d'une autre donc un apprentissage de la part d'un récepteur. Cependant, les déterminants de son succès ne se limitent pas aux capacités d'apprentissage du récepteur. En effet, le transfert de connaissance suppose la transmission d'un ensemble organisé de relations entre composants de cette connaissance. Il implique donc une adaptation à trois niveaux : de l'émetteur, du récepteur et de la connaissance elle-même. Ces adaptations supposent la création de relations entre le récepteur et l'émetteur dans un contexte déterminé favorable au transfert. Dans une autre étude (Argote et al, 00), il montre comment ces trois éléments reflètent les objectifs de l'organisation. Pour lui ces trois éléments se combinent pour former les réseaux constitutifs de l'organisation. Ainsi selon l'auteur pour réaliser un transfert, il faut soit modifier les « réservoirs » du récepteur (par communication ou formation), soit déplacer les réservoirs de l'émetteur vers le récepteur. (Johansson et al, 11) ont identifié entre autres dans le contexte du défi des transferts de connaissances que le manque de confiance et la peur de perdre l'avantage concurrentiel comme étant une zone à problème. Il est important selon eux, avant tout processus de transfert de connaissances, de développer des stratégies de collaboration basées sur une relation de confiance pour éviter les éventuels goulots d'étranglement. Beaucoup de chercheurs se sont inspirés du modèle mathématique de communication de (Shannon et Weaver, 49) pour expliquer le transfert de connaissances (Gupta et Govindarajan, 00 ; Inkpen et Dinur, 98 ; Rogers, 82 ; Igor, 11).

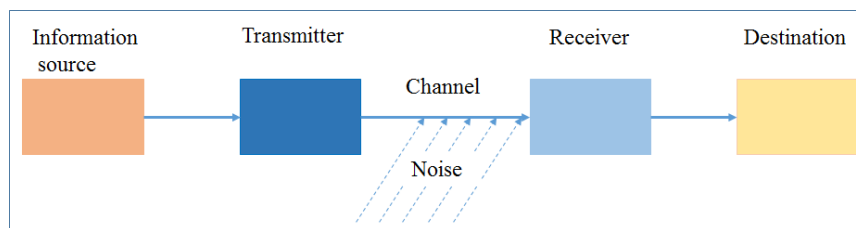


Figure 26 : modèle de communication de Shannon et Weaver

Dans ce modèle linéaire, la communication est réduite à la transmission d'un message. L'émetteur, grâce à un système de codage, envoie un message à un récepteur qui effectue le décodage de ce message, lequel peut être déformé par le « bruit ». Essentiellement, on reproche à ce modèle le caractère décontextualisé et linéaire de l'acte de communication, car il ne prévoit pas de rétroaction entre le destinataire et l'émetteur du message. C'est probablement grâce à sa présentation simple, sinon simpliste, que le modèle de Shannon et Weaver a tant retenu l'attention des chercheurs. Sur le plan pratique, l'assimilation de la gestion des connaissances dans les entreprises à l'intranet et à l'utilisation massive des télécommunications repose sur les principes de ce modèle.

Dans cette thèse, nous nous intéressons plus aux modèles qui prennent en compte le processus d'apprentissage dans l'activité. C'est pour cette raison que nous retenons comme cadre théorique le modèle de Nonaka, Takeuchi et celui de Brunel que nous exploiterons selon nos besoins. Ce choix peut être justifié par l'adéquation pertinente qu'apporte l'approche des notions de connaissances tacites et explicites et leurs combinaisons chez Nonaka et Takeuchi et la décomposition par triple instrumentation portée par les travaux de Brunel (Brunel, 08).

3.2.6 Méthodes de capitalisation de connaissances

Si nous faisons une synthèse de notre parcours de la littérature sur les méthodes de capitalisations des connaissances nous remarquons deux types de catégorie, la première catégorie regroupe les méthodes basées sur une structuration formelle des connaissances issues de la formalisation des connaissances d'experts. L'intervention d'un médiateur spécialiste de la connaissance est nécessaire à l'issue du processus de capitalisation.

La deuxième catégorie est basée sur une collecte de connaissances elle-même basée dans l'activité de l'expert permettant ainsi de capitaliser les connaissances d'une manière plus transparente et plus progressive. Ces méthodes requièrent des phases de validation des

connaissances par les experts du domaine. Dans cette section nous présentons une liste non exhaustive des méthodes de capitalisation de connaissances qui nous paraissent les plus intéressantes en lien avec notre thématique de recherche.

Tableau 12 : Les modèles de capitalisation des connaissances

MODELES DE CAPITALISATION DE CONNAISSANCES		
MODELE	AUTEUR	OBSERVATIONS
La méthode SAGACE	Cette méthode a été développée par Penalva au CEA (95, 97), (Laboratoire d'intelligence artificielle de Marcoule)	Elle permet de modéliser les connaissances statiques décrivant un système de production. Cette modélisation fournit une base de dialogue entre les acteurs dans un projet et une aide aux choix des moyens d'action.
La méthode REX (Retour d'EXpérience)	Cette méthode a été développée par le Commissariat à l'Energie Atomique (CEA)	D'un point de vue pratique, la méthode Rex peut être perçue comme un ensemble de procédures qui dirigent et assistent l'explicitation, le recueil, l'organisation et la valorisation des connaissances et des expériences d'une entreprise.
La méthode MKSM (Methodology for Knowledge System Management)	Elle est mise au point par le Commissariat à l'Énergie Atomique (CEA) en 1993	Elle repose sur un axiome de base, à savoir que les connaissances d'une entreprise sont organisées comme un système complexe, appelé « système de connaissances » ou « Patrimoine de connaissances ». Celui-ci n'est pas réductible à d'autres systèmes comme le système d'information ou le système documentaire ou le système de qualité
La méthode CYGMA (Cycle de vie et de Gestion des Métiers et des Applications)	Elle a été définie par la société KADE-TECH	Elle préconise des entretiens avec les experts et une étude de la documentation de l'entreprise afin de produire un « bréviaire de connaissances » qui est validé avec les experts. Les connaissances dans ce bréviaire sont structurées en quatre documents. Le glossaire métier Le livret sémantique Le cahier de règles Le manuel opératoire
La méthode MEREX (Mise En Règle de l'EXpérience)	J-C CORBEL, 1995	Elle permet de regrouper les savoir-faire collectifs, de les diffuser ; les partager et les ré exploiter par de nouveaux projets. MEREX se présente comme un système basé sur le principe du retour d'expérience et facilite l'accès aux connaissances des acteurs. En favorisant l'échange, en activant les compétences de par son processus de confrontation des connaissances, elle permet le transfert des mémoires passives des acteurs pris individuellement à des mémoires actives de la collectivité.
KADS (Knowledge Acquisition and Design)	Elle est née en 1985 dans le cadre du programme européen	KADS se veut une méthodologie pour l'étude, la construction, l'utilisation et la maintenance de systèmes de connaissances. Le

System ou Knowledge Acquisition and Documentation Structuring)	Esprit I. Elle est lancée par quatre chercheurs : Anne Brooking du KBSC, South Bank Polytechnic (Royaume-Uni), Joost Breuker et Bob Wielinga de l'Université d'Amsterdam et Mike Rogers du CEC	principe d'une mise en place rapide d'un prototype est rejeté (connaissance « superficielle », manque de structure, de maintenance), en cherchant au contraire à conceptualiser et modéliser le domaine complètement avant d'entreprendre une implémentation. L'approche doit permettre de stocker la connaissance de l'expert indépendamment du système expert construit
CommonKADS	Le projet KAD est reconduit en 1990, sous le nom de KADS II, dans le cadre du programme européen Esprit II.	C'est une méthodologie améliorée de KAD dans le but d'en faire un standard commercial, notamment en Europe. Elle repose sur le postulat que le partage des connaissances est basé sur la communication et la recréation de connaissances. Donc, la gestion de connaissances signifie le partage de la connaissance parmi plusieurs individus. L'originalité de cette méthodologie « est de permettre de modéliser les connaissances utilisées par les experts pour résoudre des problèmes selon des perspectives différentes.
la méthode KOD (Knowledge Oriented Design)	Claude Vogel en 1988	KOD est une méthode déposée par CISI ingénierie et développée dans le cadre de l'activité Intelligence Artificielle. Elle a pour but essentiel de proposer des cadres de collectes et de modélisation de la connaissance et de permettre le passage de cette connaissance en une information manipulée par la machine. La méthode repose sur un processus à trois axes : la pratique : identifier les éléments de l'expertise cognitif : structurer et valider les connaissances acquises informatique : mettre en forme des connaissances dans un programme informatique.

A travers ce tableau nous remarquons que toutes les méthodes se distinguent par leur type, leur mode de recueil des connaissances, le type de connaissances manipulées et la façon de représenter ces connaissances.

Types de Méthodes

Les méthodes REX, CYGMA, MEREX sont dédiées à la capitalisation de connaissances. Les méthodes MKSM, CommonKADS sont adaptées de l'ingénierie des connaissances.

Recueil et sources de Connaissances

Les méthodes REX, MKSM, CommonKADS, KOD adoptent le mode d'entretiens et des analyses de documents pour recueillir les connaissances. La méthode CYGMA adopte le mode des entretiens et de l'extraction à partir des documents.

Les méthodes REX, MKSM, CYGMA, CommonKADS, KOD prennent leurs sources à partir des connaissances des experts et des documents. La méthode MEREX prend ses sources de connaissances à partir des experts.

Types de Connaissances manipulées

La méthode SAGACE permet de représenter les aspects fonctionnels, organiques et opérationnels comme résultat d'un projet. Les méthodes MKSM, CommonKADS et KOD permettent de définir les typologies de connaissances définies (Information, Contexte, Signification, Tâche, Méthode, Inférence, Modèle du domaine, Ontologie). Ce sont des méthodes dédiées à la représentation d'un processus.

Représentation des Connaissances

Les méthodes MKSM, Componential Framework, CommonKADS et KOD représentent les connaissances sous forme de modèles de connaissances. La méthode REX représente les connaissances sous forme de mémoires d'expériences (ensemble de fiches).

La méthode SAGACE est munie d'un outil informatique pour la gestion des connaissances, c'est l'outil Systémographe. De même pour les méthodes REX, MKSM, KAD, les outils sont respectivement l'outil REX, l'outil MKSM et l'outil KADS.

Dans cette section nous avons remarqué qu'il existe plusieurs méthodes de capitalisation de connaissances au sein des organisations et qu'elles ne sont pas trop compliquées à mettre en œuvre. Cette simplicité de mise en œuvre que nous avons remarquée pour ces méthodes cadre bien avec le mode fonctionnement que nous voulons imposer au modèle qui fait l'objet de cette thèse.

3.2.7 Le raisonnement à partir de cas

Dans le contexte industriel actuel, il s'avère nécessaire d'avoir des approches et d'outils d'aide à la maintenance. Ces outils doivent permettre de proposer des concepts nouveaux mais aussi de diminuer fortement les délais de l'activité du moment que certains choix ne sont plus ni à

faire, ni à remettre en cause, notamment lorsqu'il existe une certaine récurrence dans l'activité. Pour disposer de ces outils on peut recourir à des méthodes basées sur le retour d'expériences. Ces expériences regorgent d'intérêts particuliers et devront être acquises lors des activités de maintenance antérieures mais aussi sur l'exploitation des connaissances et savoirs faire des experts.

3.2.7.1 Éléments fondamentaux (RàPC)

En résumé, le RàPC est une méthodologie qui trouve son origine et son développement dans les travaux issus de l'intelligence artificielle et de la psychologie cognitive et orientée vers la résolution de problèmes. C'est un raisonnement par analogie qui consiste à résoudre un nouveau problème à partir d'expériences antérieures (problèmes connus et résolus précédemment), dont chacun constitue un cas.

Le but est d'utiliser les connaissances issues des cas précédents et de les adapter pour résoudre de nouveaux problèmes. Chaque cas désigne un ensemble de problèmes associés à leurs solutions. Un « cas source » correspond à une expérience antérieure et peut servir en tant que cas similaire pour résoudre par analogie un problème en cours appelé « cas cible ».

Les principales étapes du RàPC sont la remémoration (sélection dans la base d'un cas jugé similaire au problème cible), l'adaptation (résolution du problème cible s'appuyant sur le cas remémoré) puis la révision et la mémorisation (ou apprentissage : validation du cas nouvellement formé et stockage éventuel dans la base). Afin de mieux comprendre le fonctionnement d'un cycle RàPC nous allons partir d'un exemple.

Cet exemple part de l'observation faite lors de la création d'un procédé. Un cas dans cette situation représente les différents paramètres d'une conception passée (spécifications, conditions opératoires, modèles thermodynamiques, diagrammes, ...). Dans la quête d'informations pour la création de nouveaux procédés, l'ingénieur peut comparer ses besoins à ceux des conceptions passées résumées par exemple sous la forme d'un flowsheet. Un flowsheet similaire peut alors être utilisé et modifié, si nécessaire, pour être adapté à la nouvelle situation. Dans cet exemple on peut voir qu'un système de RàPC est capable de résoudre de nouveaux problèmes en adaptant les solutions de problèmes passés (R. Reyes, 12).

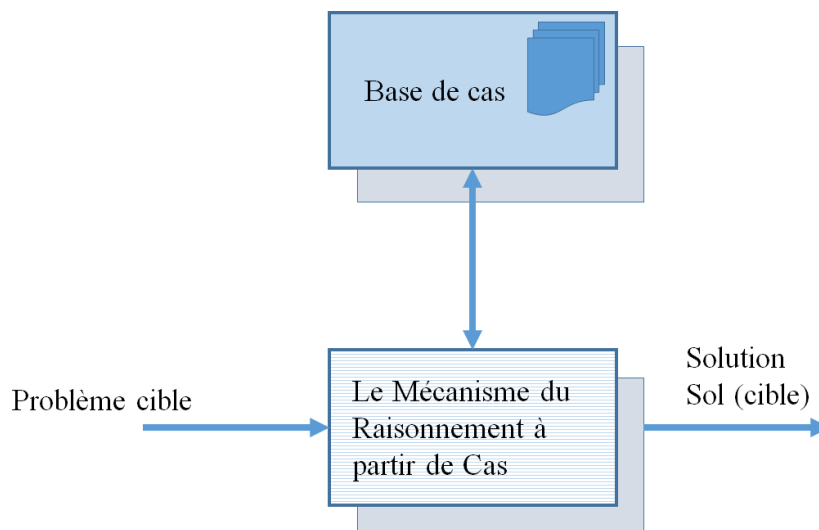


Figure 27 : Principe de fonctionnement du Raisonement à partir de Cas (Lieber et al, 04)

3.2.7.2 Le cycle RàPC

Selon (Kol, 92), le RàPC peut être défini comme une méthodologie capable d'effectuer du raisonnement et de l'apprentissage, se basant sur les connaissances spécifiques des problèmes passés. Les connaissances passées sont réutilisées pour fournir une solution à un nouveau problème. Dans la littérature on trouve une multitude de modèles qui sont utilisés pour représenter les différentes étapes séquentielles du processus déployé dans un RàPC : (All, 94), (Hun, 95) et (Lea, 96) ...

Dans la Figure 28, on retrouve un cycle R5 proposé par (Finnie et al, 03) qui est utilisé pour modéliser et construire un système type de RàPC. Ce cycle est une extension du modèle R4 introduit par (Aamod, 94). Dans le cycle R5 chaque R fait référence à une des étapes suivantes : (R. Reyes, 12)

- Représenter : Il s'agit de mettre en forme le problème cible en vue de la remémoration en complétant sa description à l'aide de la connaissance du domaine.
- Remémorer : Son objectif est de sélectionner et d'extraire un cas source similaire à cible. Le point clef de cette étape est la mesure de similarité.

(Cible, Base de Cas) \rightarrow (source, Sol(source)) \in Base de Cas

- Réutiliser : En s'appuyant sur le cas remémoré, la réutilisation cherche à résoudre cible. Le système RàPC adapte la solution d'un cas remémoré pour répondre aux exigences du nouveau problème. Cette phase est aussi connue sous l'appellation « l'adaptation de cas », elle peut être formalisée par :

(Source, Sol(source), cible) → Sol(cible).

Les approches pour adapter Sol(source) à cible sont nombreuses. La réutilisation peut être aussi triviale que la proposition directe de Sol(source) comme solution pour cible, sans aucun changement (utilisé pour l'aide à la décision ou justifier un choix). Mais la plupart du temps, cette étape d'adaptation cherche à définir l'écart entre les problèmes source et cible pour ensuite modifier Sol(source). Les méthodes d'adaptation doivent répondre aux deux questions suivantes : Qu'est ce qui devrait être modifié dans Sol(source) ? Comment ce changement doit-il être opéré ?

- Réviser : Suite à l'adaptation, Sol(cible) proposée est testée, par simulation ou expérimentalement, pour vérifier son adéquation et sa pertinence par rapport à cible. En cas d'échec du test, la solution est corrigée pour éliminer les dernières divergences. A noter que ces étapes de test et de réparation peuvent faire partie intégrante de l'adaptation.
- Retenir : S'il est opportun, apport d'une réelle valeur ajoutée à la base de cas, le nouvel épisode de résolution est stocké dans la base. Cette étape fait du RàPC un système auto apprenant, ce qui lui confère l'avantage d'étendre sa couverture de l'espace des problèmes possibles et d'accroître son efficacité. Avec cette étape se pose inévitablement le problème de la maintenance de la base de cas et notamment de la gestion des connaissances dans un tel système.

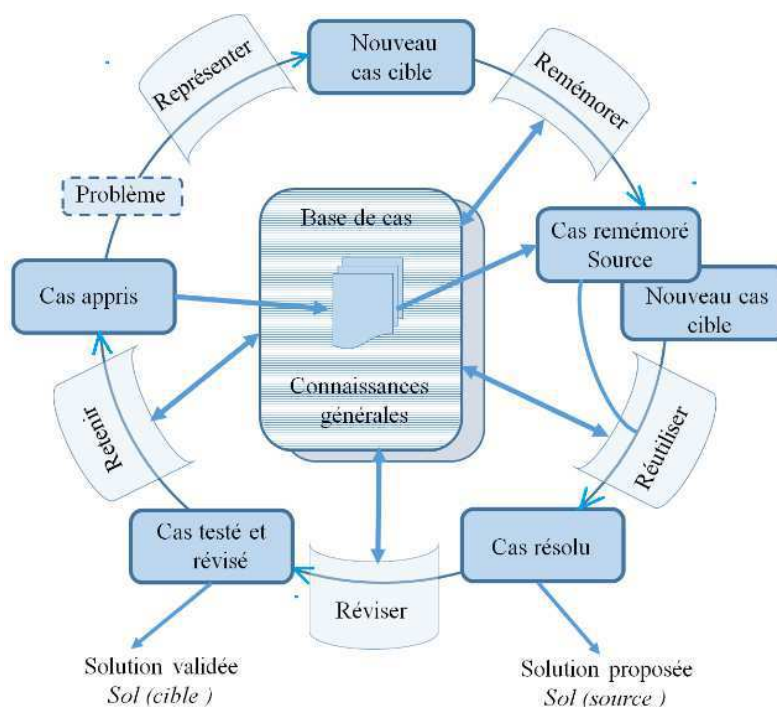


Figure 28 : Le cycle R5 du Raisonnement à Partir de Cas (Veloso et al, 94)

Afin de mieux comprendre le cycle de RàPC, nous décrivons les différentes étapes principales de ce mécanisme :

- la remémoration de cas passés similaires au nouveau cas (également appelé cas courant, cas de référence ou cas cible). Cette étape nécessite l'utilisation d'une mesure de similarité permettant de comparer le cas cible à tous les cas de la base (également appelés cas passés ou cas sources). Cette étape s'appuie souvent sur une structuration de la base de cas (indexation). La phase de la recherche est en général initiée par l'élaboration d'un problème cible qui consiste à le mettre en forme et à inférer des informations pour compléter sa description en vue de la remémoration.
- l'adaptation du (ou des) cas source(s) le(s) plus similaire(s) au cas cible : il s'agit de retenir la meilleure solution passée et de la réutiliser/transformer afin de proposer une solution au problème courant. A la fin de cette phase on dispose d'un nouveau cas. Dans la littérature on distingue deux types d'adaptation:
 - l'adaptation transformationnelle qui consiste à réutiliser directement les solutions des cas passés.
 - l'adaptation dérivative ou générative qui consiste à réutiliser les étapes du raisonnement menant aux solutions à partir des connaissances utilisées pour résoudre le problème passé.
- la phase d'apprentissage qui doit déterminer si le nouveau cas peut être stocké dans la base de cas, (si ce stockage est jugé opportun), c'est-à-dire s'il doit être mémorisé dans la base pour l'enrichir et rendre plus efficaces les futures utilisations.

Plusieurs stratégies et mécanismes sont proposés dans la littérature pour répondre aux besoins de chacune des étapes. Nous nous intéressons ici à la phase de la recherche par similarité.

Notons toutefois que même si le RàPC permet d'élaborer des systèmes à base de connaissances qui fonctionnent plutôt bien et qui remportent un important succès industriel (Jabrouni, et al., 09), son ingénierie reste un problème difficile. Par exemple, les opérations de maintenance sont fastidieuses et requièrent d'importants efforts de réingénierie des connaissances. Les réponses classiques pour améliorer l'ingénierie du RàPC sont en fait les mêmes que celles utilisées dans le génie logiciel traditionnel (Knublauch, 02). Ainsi, même s'il a de nombreuses qualités, le RàPC n'est pas vraiment un système à base de connaissances qui « apprend à résoudre des problèmes en résolvant des problèmes » car il ne peut pas faire évoluer dynamiquement sa propre représentation des expériences.

Trois causes principales à cette limitation sont proposées dans (Bernard, 07) : modèle de cas « trop bien structuré et donc trop contraint », paradoxe des « connaissances figées qui évoluent » et hypothèse réductrice du « c'est bon pour moi maintenant donc ce sera toujours bon pour tout le monde ».

Quant à l'efficacité du raisonnement à partir de cas (RàPC), elle n'est plus à prouver lorsqu'il est nécessaire de réutiliser la connaissance. Son efficacité avérée dans la gestion des connaissances et surtout dans le domaine de la maintenance industrielle, nous incite à l'utiliser dans nos travaux.

3.2.8 Modes de représentation graphique des connaissances

Il existe dans la littérature plusieurs modes de représentation des connaissances qui sont fondés sur une approche graphique. On peut citer entre autres les arbres et les réseaux sémantiques, les ordinogrammes, les diagrammes causaux, les arbres de décisions et les modèles orientés objets

3.2.8.1 Arbre sémantique

Il sert à mettre en évidence les éléments de connaissances sous la forme d'une structure hiérarchique partant d'un objet général et d'un classement par spécialisation des classes en sous-classes et de classes en individus. Il n'y a pas de liens entre les branches de la hiérarchie (liens croisés). Ce type de représentation est très utilisé aussi en création de site Web.

Ils peuvent également servir de base à une stratégie d'apprentissage par laquelle les apprenants discutent d'un domaine pour ensuite construire un arbre sémantique illustrant leur vision de la structure de ce domaine.

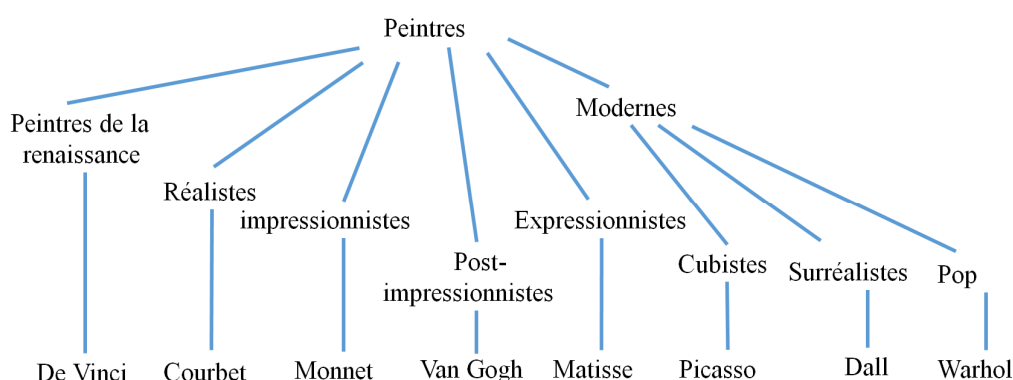


Figure 29 : exemple d'arbre sémantique (Paquette, 02)

3.2.8.2 Carte conceptuelle ou graphe entité relation

Plus générales que les arbres sémantiques, les *cartes conceptuelles* sont aussi largement utilisées en éducation pour représenter les relations entre concepts. L'utilisation des cartes

conceptuelles repose sur la théorie de la mémoire associative en psychologie cognitive. Selon cette théorie, un nouveau concept ne prend du sens que par son association avec des concepts connus. En représentant explicitement des réseaux d'associations entre concepts, on espère faciliter l'assimilation des nouvelles connaissances, que ce soit dans un contexte de présentation ou d'explication par un formateur, ou dans un contexte de construction et d'organisation de ses connaissances par un apprenant.

Les cartes conceptuelles prennent aussi la forme d'un graphe, mais qui n'est pas nécessairement de nature hiérarchique. Dans une carte conceptuelle, les nœuds du graphe représentent les concepts et les liens, la relation entre deux concepts. Cette fois, la nature de chaque lien est précisée par un mot inscrit sur la ligne qui représente graphiquement le lien (Paquette, 02).

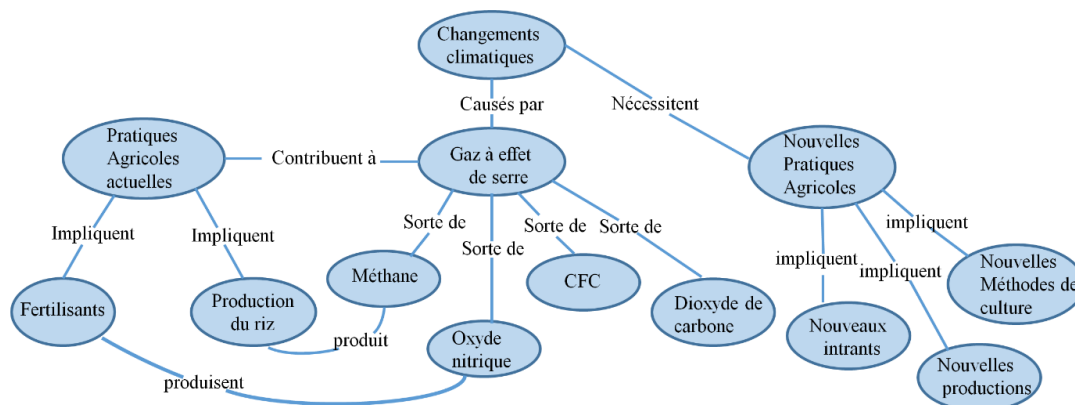


Figure 30 : Exemple de carte conceptuelle (Paquette, 02)

3.2.8.3 Algorithme et ordinogramme

Cette méthodologie est une forme bien connue de graphe qui sert à représenter des connaissances procédurales. Dans cette représentation, les objets sont des actions ou des décisions, et les liens représentent le flux d'informations d'une action ou d'une décision à l'autre. La notion de séquence est ainsi introduite dans ce type de représentation.

(Paquette, 02) définit un algorithme comme ensemble structuré de procédures et l'ordinogramme comme une façon commode de représenter les algorithmes. L'ordinogramme est utilisé dans les cours d'initiation à la programmation, mais aussi dans d'autres domaines du savoir, notamment en éducation.

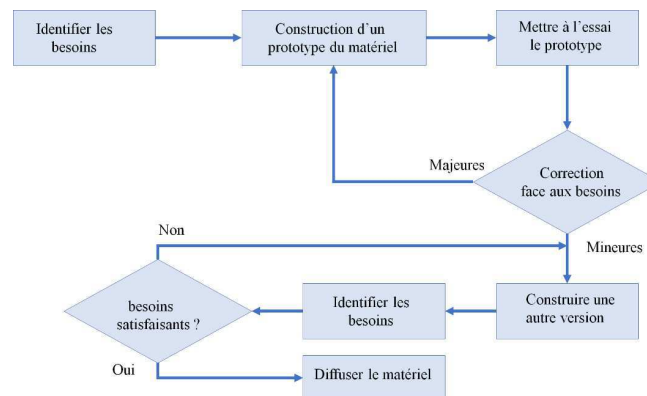


Figure 31: Exemple d'algorithme (Paquette, 02)

Le diagramme causal est une autre forme de représentation procédurale utilisé dans différents domaines, notamment dans les systèmes d'aide à la décision et les systèmes experts, pour établir des liens d'influence ou de cause à effet entre différents facteurs. Les décisions peuvent être de nature administrative, pédagogique ou autre.

La lecture du diagramme se fait de gauche à droite. Lorsqu'un facteur est observé, les possibilités résultantes sont indiquées par des liens. Dans l'exemple de la Figure 32, le non-démarrage de la voiture peut être occasionné par la défaillance du carburateur, du moteur ou de l'alimentation.

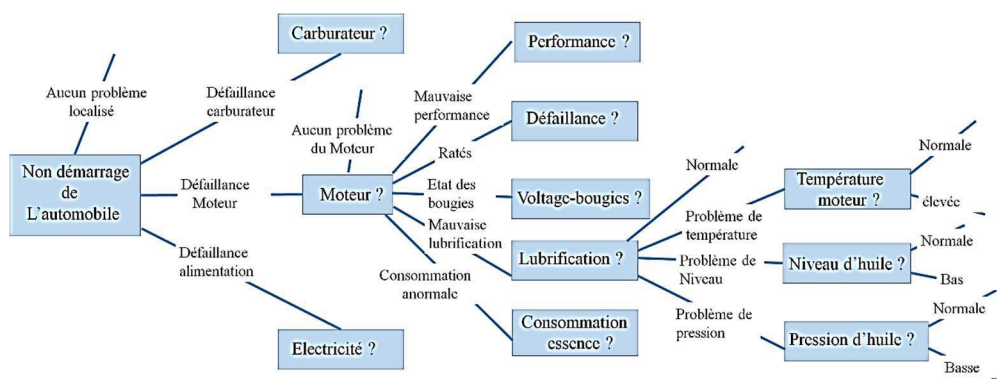


Figure 32 : Exemple d'un arbre causale (Paquette, 02)

3.2.8.4 La modélisation par objets typés (MOT)

C'est une méthode de représentation graphique des connaissances conçue à l'intention des concepteurs pédagogiques qui désirent construire un système d'apprentissage ou un système

d'aide à la tâche. Elle peut également être utilisée dans d'autres contextes, notamment par les apprenants, comme outil de soutien de leurs travaux et de leurs stratégies d'apprentissage.

Dans le cadre d'une pédagogie constructiviste, ces deux types d'activités se rejoignent. Un système d'aide à la tâche, parce qu'il place l'utilisateur en situation de résolution de problèmes, l'amène à construire de nouvelles connaissances. Inversement, un système d'apprentissage constructiviste utilise généralement un système d'aide à la tâche pour soutenir un ensemble d'activités d'apprentissage axées sur la résolution de problèmes fictifs ou réels. Un tel environnement peut également engager les apprenants dans des activités d'ingénierie pédagogique, en appliquant le principe qui veut que l'on comprenne bien ce que l'on peut expliquer clairement à d'autres.

Le typage des connaissances et des liens dans un modèle MOT est apparu essentiel, puisque le traitement pédagogique variera selon le type de connaissances. Par exemple, si la connaissance est un concept, on pourra la construire par un processus d'induction qui fait alterner la spécification et la généralisation à l'aide d'exemples et de contre-exemples. Si la connaissance est une procédure, on pourra la simuler et la construire par la résolution de problèmes de plus en plus complexes. Si la connaissance est un principe, on pourra la mettre à l'épreuve dans des applications diverses, puis l'établir en la précisant dans des forums de discussion.

Nous reviendrons en détail sur ce modèle dans le chapitre suivant.

3.3 L'apprentissage au sein des organisations

Cette section a pour objectif de comprendre les processus mis en jeu dans l'apprentissage des connaissances impliquées dans la mise en œuvre d'une compétence en entreprise industrielle. Cette compétence repose sur différentes caractéristiques, elle s'exprime à travers des actions finalisées, elle est contextualisée, elle est un « savoir reconnu » dans le sens où un individu ne se déclare pas lui-même compétent, elle nécessite une appréciation sociale. Et enfin, elle s'inscrit dans un processus d'apprentissage. L'apprentissage est un processus qui accompagne la génération des connaissances et bien qu'ils soient des concepts différents, ils entretiennent un lien étroit. (Mbengue, 04) affirme que la relation est bidirectionnelle. Les savoirs résultent des processus d'apprentissage qui peuvent être plus ou moins complexes. A leur tour, ils peuvent contenir du savoir-apprendre, cela signifie que les processus d'apprentissage résultent

également des savoirs. Selon (Filol, 04), il existe deux niveaux d'apprentissage qui sont associés : organisationnel et individuel.

3.3.1 Apprentissage organisationnel et ses formes d'apprentissage

3.3.1.1 Apprentissage organisationnel

Koenig dans (Koenig, 94) définit l'apprentissage individuel en insistant sur le concept de compétence. Pour lui c'est un « phénomène collectif d'acquisition et d'élaboration de compétences qui, plus ou moins profondément, plus ou moins durablement, modifie la gestion des situations et les situations elles-mêmes ».

Il est appuyé dans son propos par Tarondeau dans (Tarondeau, 98) qui suppose que « l'acquisition du savoir, même si elle est strictement individuelle, a des effets sur l'organisation ou sur plusieurs de ses membres ».

L'apprentissage organisationnel doit être un outil qui permet aux organisations de développer continuellement leurs compétences pour affronter un environnement en perpétuel changement de même que les individus. L'apprentissage organisationnel est de deux natures :

- L'**apprentissage en simple boucle** est celui où les acteurs de l'entreprise, appliquant des solutions connues, résolvent les difficultés quotidiennes sans réellement innover. L'individu, replacé dans une situation identique, répètera les mêmes actions, car, il cherche à se protéger derrière des *routines défensives* (Argyris, 95).
- L'**apprentissage en double boucle** n'est requis que lorsque la situation l'exige. Il devient nécessaire si les normes acquises d'apprentissage ne parviennent plus à répondre au nouveau contexte. L'individu cherche alors à éliminer les erreurs en cascade et les routines défensives. L'apprentissage organisationnel se met en place lors des apprentissages en double boucle (Argyris, 95).

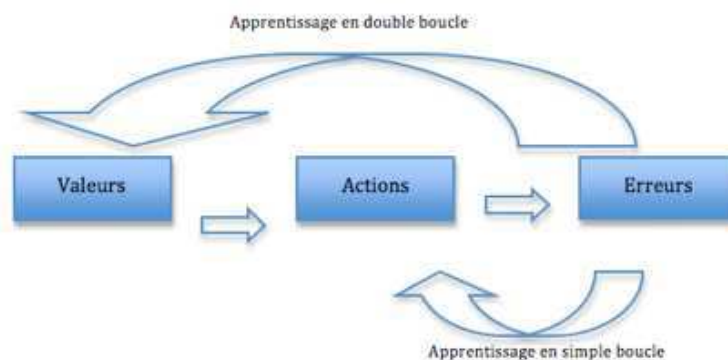


Figure 33 : apprentissage en simple et double boucle (Argyris, 95)

3.3.1.2 Les formes d'apprentissage organisationnel

Les formes d'apprentissage développées dans la littérature sont très nombreuses et leur synthèse débouche sur les principales formes suivantes :

Tableau 13 : Les formes d'apprentissage organisationnel

Type d'apprentissage	Publications	Définitions
Apprentissage comme processus d'adaptation	(Métais et Roux-Dufort, 96) (Cyert et March, 63)	L'apprentissage apparaît comme une réponse aux perturbations environnementales. L'organisation apprend de ses expériences et modifie ses comportements, et par suite ses routines, en fonction des rétroactions de l'environnement ;
L'apprentissage comme processus d'imitation	(Métais et Roux-Dufort, 96)	Dans cette forme d'apprentissage, l'organisation cherche à capitaliser sur l'expérience des autres. Elle tire des enseignements, et perçoit le gain ou la perte qui découle des actions menées par d'autres organisations ;
L'apprentissage comme processus d'expérimentation, ou « par l'expérience » ou « autoréférentiel »	(Schreyöög, 00)	Dans cette optique, l'organisation apprend de ses propres expériences.
	(Métais et Roux-Dufort, 96)	L'apprentissage par expérimentation « ne consiste pas en une simple séquence essai-erreur dans la mesure où celle-ci implique implicitement une démarche déductive. Il procède davantage d'une démarche inductive et consiste à apprendre sur la base d'une observation informée et valide, mais aussi d'une expérimentation active et volontaire » ;
L'apprentissage par l'incorporation de nouvelles connaissances	(Schreyöög, 00).	L'auteur donne l'exemple des fusions et acquisitions qui permettent à l'organisation d'acquérir de nouveaux savoirs et de les intégrer à son propre capital de savoir. L'acquisition de nouvelles connaissances est aussi favorisée par la sous traitance et par le recours aux prestataires externes. Cela met en avant les capacités d'absorption de l'organisation (Cohen et Levinthal, 90), pour permettre la combinaison du savoir (Nonaka et Takeuchi, 95) et son internalisation au sein de l'entreprise ;
L'apprentissage comme transformation du cadre de l'action collective	(Métais et Roux- Dufort, 96)	Cette forme est centrée sur l'organisation et suppose que, pour gérer des situations complexes, les membres de l'organisation ont besoin de se référer à des théories ou modèles de l'action collective. L'apprentissage consiste à transformer, au fil du temps, ces théories ou modèles qui constituent le cadre d'action organisationnelle ;
	(Argyris, 95)	C'est un apprentissage en boucle double, par opposition à l'apprentissage en boucle simple.

A travers ce tableau, nous voyons que l'apprentissage organisationnel peut bénéficier, à la fois à une organisation apprenante par des enseignements tirés de ses propres expériences

(apprentissage par l'expérience), et par ceux des autres organisations (apprentissage par imitation). Nous supposons qu'elle développe de nouveaux savoirs individuels et de nouveaux cadres d'action collective, de manière à la fois réactive (apprentissage comme processus d'adaptation), et proactive (apprentissage par incorporation de nouvelles connaissances).

3.3.2 Apprentissage individuel

L'apprentissage individuel peut être défini comme « le processus par lequel un individu apprend c'est-à-dire acquiert de nouvelles connaissances, notamment par la formation continue ou l'expérience » (Fillol, 04). Les travaux de psychologie behavioriste sont le fondement de l'apprentissage individuel. D'après cette théorie il est impossible d'accéder aux états mentaux des individus, sans pour autant en nier l'existence. D'après John Watson dans (Watson, 14) cette psychologie doit se limiter à ce qui peut être observé, c'est-à-dire au comportement. Ce type d'apprentissage est mesurable dans la mesure où l'on peut mettre en relation des stimulations et des comportements correspondants. Comme le précise Herbert Alexander Simon (Simon, 91), ce qu'un individu apprend dépend fortement de ce qu'il sait déjà mais aussi de ce que les autres savent et croient. L'apprentissage individuel est donc un processus social. Vygotsky (Vygotsky, 34) a d'ailleurs mis en avant la dimension sociale de l'apprentissage : c'est dans l'interaction que l'individu se construit et apprend. Les travaux d'Argyris et Schön (Argyris et Schön, 78) placent l'individu au centre des processus d'apprentissage organisationnel. Ces auteurs soulignent que les organisations savent moins que leurs membres dans la mesure où elles filtrent, réduisent et uniformisent les savoirs individuels. Pour ces auteurs, le fondement de l'apprentissage organisationnel réside donc dans les représentations individuelles des théories guidant l'action organisationnelle. Le comportement d'une entreprise peut être modifié significativement par une nouvelle compétence apportée par un expert. L'apprentissage sera organisationnel si la connaissance apportée par un individu intéresse l'organisation tout entière et non parce que le sujet de l'apprentissage est l'entreprise. Selon Shrivastava (Shrivastava, 83), les entreprises ne disposent pas de cerveau mais elles disposent d'une mémoire de normes, de systèmes culturels qui donnent une dimension organisationnelle aux apprentissages individuels. Pour Hong-Soo (Kim, 93) la "collectivisation" des connaissances, leur généralisation à l'organisation et leur inscription dans des procédures, dans des pratiques et des valeurs partagées différencient qualitativement l'apprentissage organisationnel de l'apprentissage individuel. Fillol (Fillol, 06) affirme que Argyris et Schön sont précurseurs en la matière en précisant dès

1978 que : « l'apprentissage individuel fonde l'apprentissage organisationnel qui à son tour nourrit l'apprentissage individuel ». Par là même, ils soulèvent le paradoxe de l'apprentissage organisationnel : l'organisation est composée d'individus et l'apprentissage individuel est nécessaire à l'apprentissage organisationnel ; cependant, l'organisation est capable d'apprendre indépendamment de chaque individu mais non de l'ensemble des individus. Ainsi, même si l'individu est le seul capable d'apprendre, il fait partie d'un système d'apprentissage dans lequel le savoir personnel est échangé et transformé. L'apprentissage organisationnel émerge de l'apprentissage individuel et n'est pas simplement la somme de l'apprentissage des membres de l'organisation. Certaines personnes apprennent de leurs propres expériences et transmettent à d'autres des éléments de cette connaissance. Cela signifie qu'un individu ou un groupe d'individus n'apprend pas seulement à partir de ses propres expériences, il apprend aussi à partir des expériences d'autrui. L'apprentissage à partir de l'expérience d'autrui est implicite dans la diffusion des connaissances et des compétences ; ainsi, l'apprentissage individuel génère l'apprentissage organisationnel (Beeby et Booth, 00), (Kim, 93a, 93b). La communication est fondamentale dans le partage et le transfert de l'apprentissage de l'individu vers l'organisation et vice versa (Lundberg, 95). Par ailleurs, Iandoli et Zollo (Iandoli et Zollo, 08) proposent une théorie d'apprentissage organisationnel qui clarifie la distinction entre apprentissage individuel et collectif. Ces auteurs ajoutent que cette distinction permet d'intégrer, au niveau micro, les pratiques de gestion des connaissances et, au niveau macro, des politiques de pilotage du processus d'apprentissage collectif. Piaget a beaucoup contribué à la compréhension de l'apprentissage individuel en étudiant le processus de développement de la structure de connaissance des enfants. Dans son approche épistémologique il soutient qu'il existe une réalité externe à l'individu avec laquelle celui-ci est en constante interaction et par rapport à laquelle il doit s'adapter. La production de la connaissance (apprentissage) devient le moyen privilégié pour permettre cette adaptation parce qu'elle augmente son réservoir d'actions potentielles (dans ses structures de connaissance) sur la réalité favorisant ainsi l'adaptation de l'individu. Des structures de connaissance de plus en plus complexes servent à des adaptations futures qui pourront être réalisées par l'action d'une façon quasi automatique jusqu'au moment où cette action perdra de son efficacité face à des conditions inédites. Quand cette action manque, nous devons faire appel à la réflexion pour développer une nouvelle forme d'action (Landry, 95).

3.3.3 Organisation apprenante

Senge introduit en 1990 le concept « d'organisation apprenante » et propose une autre définition de l'apprentissage organisationnel centrée sur les individus :

« Dans les organisations apprenantes, les individus améliorent sans cesse leur capacité à créer les résultats désirés, de nouvelles façons de penser surgissent et se développent continuellement, la vision collective accorde une marge de liberté importante, et les individus apprennent sans cesse comment mieux apprendre ensemble » ; le rôle des aptitudes collectives à apprendre ayant d'abord été souligné par (Chandler, 62). Selon Garvin (Garvin, 93), il s'agit d'une organisation capable de créer, acquérir et transférer de la connaissance et de modifier son comportement pour refléter de nouvelles connaissances. Grant (Grant, 96) enfin, définit l'entreprise comme un « lieu d'intégration des savoirs spécifiques de chacun ». Dans une organisation apprenante les compétences apparaissent comme le stade ultime d'une chaîne qui part des données produisant les informations qui produisent les connaissances qui produisent les compétences. Les données, informations et connaissances sont des constituant, des ressources particulières mises en œuvre dans une organisation apprenante. La compétence est alors considérée comme hiérarchiquement supérieure à la connaissance. Les entreprises, et plus généralement les organisations, cherchent à acquérir de nouvelles connaissances et compétences, de manière à accroître leurs performances et leur compétitivité (McEvily, 02). Elles tendent ainsi à devenir des organisations apprenantes. Une organisation apprenante peut être vue comme une communauté de pratique (Wenger, 98).

3.3.4 Apprentissage dans l'action

L'apprentissage dans l'action a été développé afin d'aider les personnes à apprendre de leurs expériences de vie pour ainsi les guider vers des décisions mieux informées. Ce type d'apprentissage est lié à un processus riche d'enseignements par lequel une personne scrute ses propres interventions et son expérience en vue d'améliorer son rendement. Autrement dit, il s'agit de résoudre des problèmes et de prendre les moyens pour y parvenir. Pour Pedler (Pedler, 91), l'apprentissage dans l'action est une façon de penser et d'agir qui se révèle quand les personnes apprennent de leurs actions dans le monde réel. Essentiellement c'est une approche pour le développement des personnes et des organisations qui utilisent la tâche comme moyen d'apprentissage. Selon Elkjaer (Elkjaer, 04), les expériences découlent de l'application

conjointe de deux processus à savoir l'investigation et la réflexivité qui sont deux processus cognitifs.

Répondre à l'incertitude est le rôle de l'investigation (ou l'enquête). En effet les individus trouvent à travers l'investigation des moyens d'identification de nouveaux problèmes et d'exploration de solutions pouvant être appliquées rapidement. Quant à la réflexivité elle conduit les individus à apprendre de l'évaluation des actions et de la verbalisation de leurs conséquences. L'expérience obtenue à travers l'utilisation combinée de l'investigation et du raisonnement réflexif est fortement ancrée dans l'action et, de ce fait, hautement dépendante du contexte dans lequel elle a été forgée. La notion d'expérience en contexte suppose l'intégration de conditions uniques de temps et de lieu incluant « le caractère intrinsèquement social et matériel de la connaissance », (Marshall, 08). La capacité et la volonté des agents apprenants à recourir à l'analyse réflexive de leur action est le socle des procédures d'apprentissage dans l'action. Ainsi l'efficacité de l'apprentissage dans l'action sera déterminée par cette capacité de l'individu d'évaluer dans quelle mesure les objectifs assignés aux actions entreprises ont été atteints et, à défaut, d'en comprendre les raisons et d'en tirer des enseignements. Pour (Weinstein, 99), l'apprentissage dans l'action est essentiellement un processus qui repose sur la croyance du potentiel de l'individu. Il s'agit d'une façon d'apprendre de nos actions et de ce qui nous arrive, en prenant le temps de nous questionner, de comprendre, de réfléchir et de faire des découvertes qui influenceront notre façon d'agir dans le futur. Il y a, toujours selon Weinstein, deux éléments essentiels à l'apprentissage dans l'action au sein d'un groupe : les personnes travaillent ensemble à leurs « actions » et à leurs « apprentissages ». Plus spécifiquement, selon (Argyris et al, 74), les groupes d'apprentissage dans l'action reposent sur l'observation de la pratique professionnelle qui est souvent régie par des théories d'usage, soit des logiques d'action inconscientes, qui diffèrent sensiblement des théories épousées des acteurs, soit des rationnels par lesquels ils expliquent leurs actions à posteriori. Dès lors, ils peuvent s'engager dans des cycles d'action et de réflexion, où se succèdent l'observation attentive de leurs actions, une réflexion sur leur expérience, l'élaboration de pistes de compréhension et d'expérimentation et, enfin, la mise en œuvre de nouvelles façons de voir, de penser et d'agir (Baron et al, 15). A travers ces quelques lignes nous remarquons que l'entreprise peut être une source de connaissances et de savoir-faire. Mais elle n'est pas forcément le lieu de la mise en forme de l'expérience et que aussi l'organisation d'un apprentissage y est très

complexe. Il se dessine donc une complémentarité théorie/pratique qu'on peut trouver dans la collaboration entre le CFPT et l'entreprise industrielle.

3.4 La gestion de la maintenance en entreprise industrielle

La Maintenance dans les entreprises ne cesse d'évoluer de jour en jour aussi bien sur le plan technologique que sur le plan économique. Elle s'oriente dans une vision logique de développement durable et permet d'augmenter la disponibilité des équipements de production des systèmes industriels mais aussi de prolonger leur durée de vie. Grâce à ses caractéristiques, elle anticipe les défaillances sur les éléments critiques des systèmes, permet de prévenir les risques industriels et d'assurer la sécurité des personnes et des biens. Sa mise en œuvre nécessite une qualification et participe à la valorisation du personnel technique de maintenance. Au cours des phases de maintenance dans une entreprise, des connaissances sont générées. Elles sont issues des différents acteurs de la poule de maintenance, experts ou novices. Ces connaissances, issues d'erreurs rectifiées, d'interrogations et de retours d'expériences doivent aider à l'amélioration des futures interventions. Il est donc important de capitaliser les connaissances ainsi générées pour les analyser, les structurer, les stocker et ensuite les partager.

Ce chapitre introduit quelques notions théoriques de la maintenance en entreprise industrielle et va nous aider à développer une méthode adaptée à nos besoins de capitaliser ces connaissances générées dans un but d'apprentissage et de transfert.

3.4.1 Stratégies de la maintenance

3.4.1.1 Le service de maintenance

Le rôle principal d'un service maintenance est de maintenir à un niveau satisfaisant les valeurs patrimoniales des moyens de production mais aussi leurs capacités opérationnelles. La valeur patrimoniale est vue comme l'allongement de la durée de vie utile des machines et équipements ce qui repousse ou annule la nécessité d'un nouvel investissement, ou en facilite la revente. Les capacités opérationnelles sont nécessaires pour honorer une commande au moment où le client la demande.

La fonction maintenance peut être présentée comme un ensemble d'activités regroupées en deux sous-ensembles : les activités à dominante technique et les activités à dominante gestion. Ces

différentes activités sont représentées dans la figure 34 : contenu de la fonction maintenance (Retour et al, 90)

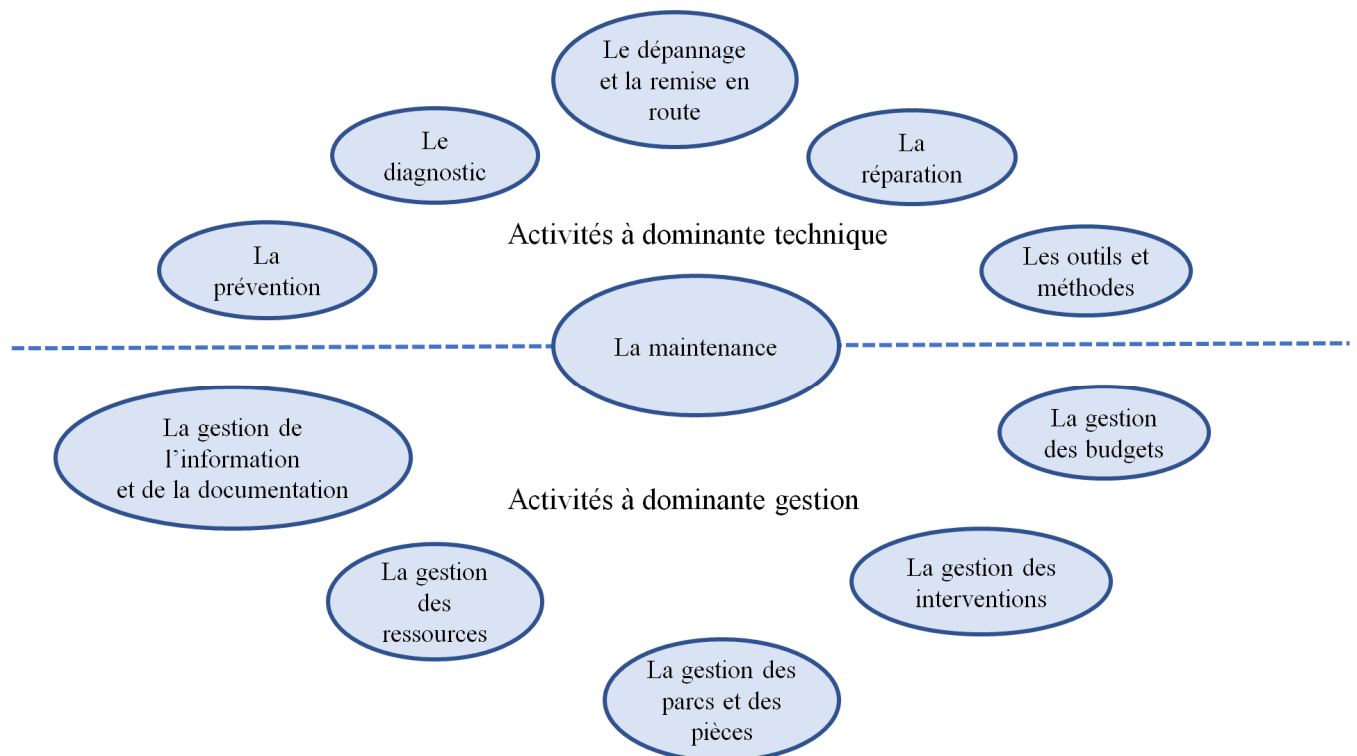


Figure 34 : La fonction de maintenance (D. Retour et al, 90)

3.4.1.2 Les méthodes de maintenance

➤ Définition de la maintenance

La norme française AFNOR NF EN 13306 définit la maintenance comme l'ensemble de toutes les actions techniques, administratives et de management durant le cycle de vie d'un bien, destinées à le maintenir ou à le rétablir dans un état dans lequel il peut accomplir une fonction requise. Dans cette définition nous trouvons deux mots-clés : maintenir et rétablir. Le premier fait référence à une action préventive. Le deuxième fait référence à l'aspect correctif. Le diagramme suivant (Figure 35) synthétise selon la norme NF EN 13306 les méthodes de maintenance.

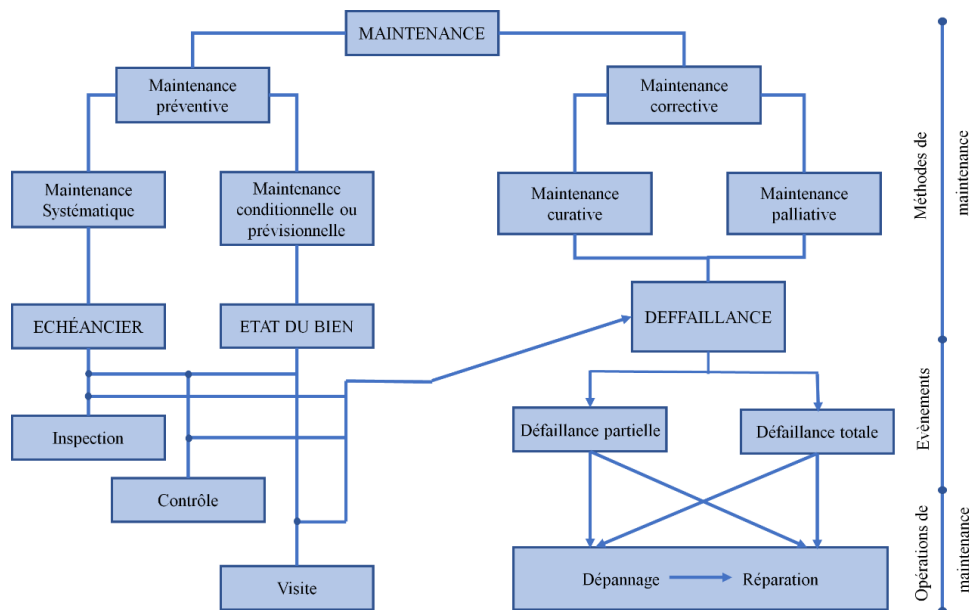


Figure 35 : les méthodes de maintenance (NF EN 13306)

➤ Maintenance corrective

La maintenance corrective est définie comme une maintenance effectuée après détection d'une panne ou d'une défaillance (AFNOR X 60-010). Elle est destinée à remettre un bien dans un état dans lequel il peut accomplir une fonction requise. Elle est caractérisée par son caractère aléatoire et requiert des ressources humaines compétentes et des ressources matérielles (pièces de rechange et outillage) disponibles sur place. Elle est composée de deux types d'interventions dont le choix de l'une ou de l'autre porte sur la politique de maintenance de l'entreprise. Ce choix nécessite la mise en place d'un certain nombre de méthodes qui permettent d'en diminuer les conséquences :

- la maintenance palliative qui a un caractère provisoire car on cherche à remettre le système défaillant en état de fonctionnement provisoire,.
- La maintenance curative qui a un caractère définitif car on cherche à réparer le système d'une manière définitive.

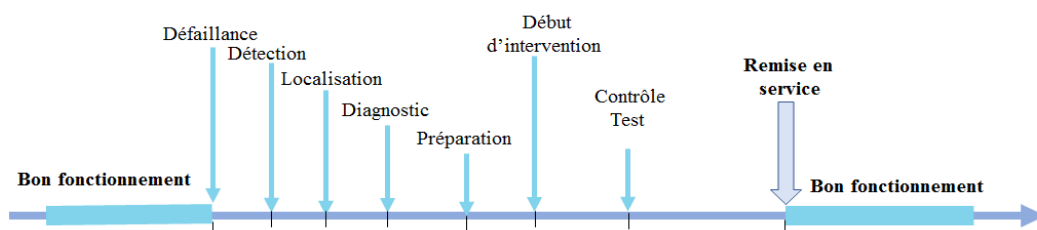


Figure 36 : Processus de déroulement d'une maintenance corrective sur un système ou un équipement (Pascal Vriagnet, 11)

- Défaillance :

Selon la norme AFNOR X60-010 la défaillance c'est une cessation (défaillance complète) ou altération (défaillance partielle) d'un bien à accomplir la fonction requise.

Actuellement, on utilise plutôt le mot défaillance qui désigne tout ce qui paraît anormal, tout écart de la norme de bon fonctionnement

Une défaillance pourra être par exemple :

- un bruit anormal ;
- une vibration anormale ;
- la sortie d'un produit non conforme, aussi bien qu'un arrêt total ou partiel de la machine

Il existe deux formes de défaillance :

Défaillance partielle : altération de l'aptitude d'un bien à accomplir la fonction requise.

Défaillance complète : cessation de l'aptitude d'un bien à accomplir la fonction requise.

Le tableau 14 illustre des exemples de mode de défaillance que ce soit pour des composants électriques, hydrauliques ou mécaniques.

Tableau 14 : Exemples de modes de défaillance

Modes de défaillance	Composants électriques	Composants hydrauliques	Composants mécaniques
Plus de fonction	- composants défectueux	- composant défectueux - circuit bouché	- rupture - blocage/grippage
Pas de fonction	- composant ne répondant pas à la sollicitation dont il est l'objet - connexions débranchées - fils desserrés	- connexions/raccords débranchés	
Fonction dégradée	-dérive des caractéristiques	- mauvaise étanchéité - usure	- désolidarisation - jeu
Fonction intempestive	- perturbations	- perturbations (coups de bélier)	

Les opérations de maintenance corrective :

- Le dépannage :

Actions physiques exécutées pour permettre à un bien en panne d'accomplir sa fonction requise pendant une durée limitée jusqu'à ce que la réparation soit exécutée (EN 13306 : avril 2001). Le dépannage n'a pas de conditions d'applications particulières. La connaissance du comportement du matériel et des modes de dégradation n'est pas indispensable même si cette connaissance permet souvent de gagner du temps. Souvent, les opérations de dépannage sont de courtes durées mais peuvent être nombreuses. De ce fait, les services de maintenance soucieux d'abaisser leurs dépenses tentent d'organiser les actions de dépannage. Certains indicateurs de maintenance (pour en mesurer son efficacité) prennent en compte le problème du dépannage. Ainsi, le dépannage peut être appliqué par exemple sur des équipements fonctionnant en continu dont les impératifs de production interdisent toute visite ou intervention à l'arrêt.

- La réparation :

Intervention définitive et limitée de maintenance corrective après panne ou défaillance. L'application de la réparation peut être décidée soit immédiatement à la suite d'un incident ou d'une défaillance, soit après un dépannage, soit après une visite de maintenance préventive conditionnelle ou systématique. La réparation correspond à une action définitive. L'équipement réparé doit assurer les performances pour lesquelles il a été conçu. Tous les équipements sont concernés.

➤ **Maintenance préventive**

La maintenance préventive est définie quant à elle comme une maintenance effectuée dans l'intention de réduire la probabilité de défaillance d'un bien ou d'un service rendu (AFNOR X60-010). Elle peut être systématique, conditionnelle, ou prévisionnelle.

Selon toujours la norme AFNOR, elle est systématique si elle est effectuée selon un échéancier établi selon le temps ou le nombre d'unités d'usage. La périodicité des remplacements est déterminée selon deux méthodes :

- La première est l'âge où on suggère de remplacer l'équipement à la panne après T unités de temps de bon fonctionnement

- La seconde est de type bloc où on suggère de remplacer l'équipement après une période prédéterminée de temps T , $2T$, etc. indépendamment de l'âge et de l'état du composant.

La norme AFNOR définit la maintenance préventive conditionnelle comme un type de maintenance qui est subordonnée à un événement prédéterminé. L'action d'une maintenance préventive conditionnelle est subordonnée au contrôle d'évolution de paramètres significatifs de la dégradation. Les paramètres significatifs de la dégradation peuvent être des mesures de caractéristiques physiques du système (épaisseur d'un matériau, degré d'érosion, température, pression, etc.). La planification d'une maintenance conditionnelle repose sur la détermination de seuils critiques (seuils de décision) pour ces paramètres de dégradation. Selon Monchy (Monchy, 00), la maintenance prévisionnelle est une maintenance conditionnelle qui est subordonnée à une analyse de l'évolution surveillée de paramètres significatifs de la dégradation du bien, permettant de retarder et de planifier les interventions. Pour Souris (Souris, 90), à partir de cette prévision, la date du diagnostic et du déclenchement de l'intervention de maintenance est planifiée afin que cette dernière soit terminée avant que le niveau requis pour le paramètre étudié ne soit dépassé.

3.4.2 Optimisation de la maintenance

Selon Baglin (Baglin et al. 05), l'optimisation de la politique de maintenance et l'anticipation de l'impact des défaillances semblent prometteuses, puisque les actions de maintenance sont un des facteurs les plus influents sur la disponibilité du système de production. Le problème d'optimisation de la maintenance consiste à déterminer la fréquence des inspections pour minimiser la somme des coûts liés à l'indisponibilité d'un système et ceux liés aux opérations d'inspection. Du moment que chaque action de maintenance engendre des coûts, les services de maintenance doivent arriver à trouver une balance optimale entre maintenance préventive et corrective tout en respectant les objectifs fixés. L'entreprise doit aussi rechercher un compromis afin d'optimiser les relations entre les coûts de maintenance liés à l'investissement humain et matériel, et les pertes consécutives aux arrêts de la production.

Sur la Figure 37 est présentée une illustration des effets de la fréquence des opérations de maintenance sur les coûts liés soit à la maintenance corrective, soit à la maintenance préventive. Nous remarquons sur cette figure que l'augmentation du nombre d'interventions sur le système permet de réduire les effets indésirables engendrés par une panne mais pénalise le

fonctionnement du système et peut entraîner une augmentation du coût global d'exploitation du système.

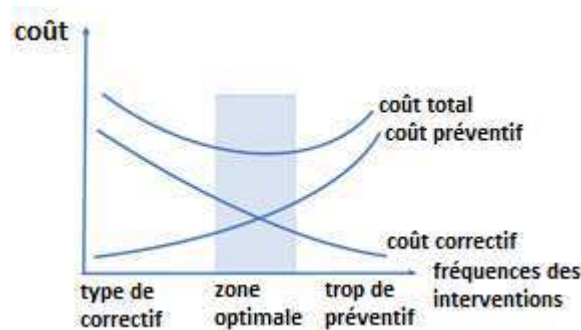


Figure 37 : effets de la fréquence des opérations sur les coûts

3.4.3 Les niveaux de maintenance

La maintenance est caractérisée par une très grande variété de tâches que l'on peut différencier par rapport à leur nature, leur spécificité et leur durée. Une organisation des activités de maintenance est prise dans ce travail comme suit

Niveau I : correspond à une maintenance de première ligne qui est transférée progressivement aux opérateurs de production, assistés si nécessaire par les techniciens de maintenance.

Niveau II : représente le domaine d'action des équipes polyvalentes de techniciens de maintenance. Les tâches englobent aussi bien les opérations correctives que préventives (diagnostic, réparation, remplacement, test, révision, mise en œuvre d'améliorations, etc.).

Niveau III : dédié aux travaux spécialisés (rénovation, reconstruction, . . .) souvent externalisés pour que la maintenance puisse recentrer ses moyens sur son savoir-faire défini au niveau II.

3.4.4 La sûreté de fonctionnement en maintenance

La norme NF EN 13306 définit la sûreté de fonctionnement comme étant l'ensemble des propriétés qui décrivent la disponibilité et les facteurs qui la conditionnent : fiabilité, maintenabilité, et logistique de maintenance.

En France, la sûreté de fonctionnement regroupe quatre notions, la fiabilité, la maintenabilité, la disponibilité et la sécurité.

3.4.5 La notion de fiabilité d'un système

La fiabilité caractérise l'aptitude d'un système ou d'un matériel à accomplir une fonction requise dans des conditions données pendant un intervalle de temps donné. Un système peut être défini comme un ensemble de composants interdépendants, conçus pour réaliser une fonction donnée, dans des conditions données et dans un intervalle de temps donné. Pour chaque système, il importe de définir clairement les éléments qui le caractérisent, à savoir la fonction, la structure, les conditions de fonctionnement, les conditions d'exploitation et l'environnement dans lequel il est appelé à opérer. En termes de statique la fiabilité est une fonction du temps $R(t)$, qui représente la probabilité de bon fonctionnement d'un matériel.

$$R(t) = P(\text{durée de vie du système} > t) \quad (1.3)$$

En termes de qualité, la fiabilité d'un matériel est définie comme l'aptitude à maintenir l'entité identique à sa spécification d'origine.

Il existe deux types de fiabilité :

- la fiabilité intrinsèque, qui est propre à un matériel, selon un environnement donné ; elle ne dépend que de la qualité de ce matériel.
- La fiabilité extrinsèque, qui résulte des conditions d'exploitation et de la qualité de la maintenance ; elle est relative à l'intervention humaine.

La fiabilité est caractéristique de la qualité car elle traduit un besoin à respecter dans la définition des performances de la fonction à remplir. Les concepteurs, pour intégrer la fiabilité, utilisent des indicateurs quantitatifs de fiabilité comme éléments de décision dans la conception des équipements. Ces indicateurs sont généralement le taux de défaillance (λ) et la Moyenne des Temps de Bon Fonctionnement (MTBF). Ils sont établis rigoureusement sur la base de fonctions de probabilité de la fiabilité ou « Reliability » $R(t)$, obtenue de deux manières :

Par la loi de survie, quand il s'agit d'avoir des précisions sur la défaillance dans le temps d'un dispositif. Elle est souvent appliquée pour tester l'endurance des composants mécaniques ou électroniques. La fiabilité $R(t)$ est le rapport du nombre d'équipements $N(t)$ qui fonctionnent encore au temps t sur le nombre N_0 d'équipements initiaux, pour une durée donnée de fonctionnement t :

$$R(t) = \frac{N(t)}{N_0} \quad (2.3)$$

- Par le taux de défaillance $\lambda(t)$ selon une approche probabiliste, $f(t)$ étant la densité de probabilité de défaillance :

$$R(t) = 1 - F(t) = 1 - \int_0^t f(t) dt = e^{-\int_0^t \lambda(t) dt} \quad (3.3)$$

Cette fonction est le complément de la fonction de répartition de défaillance,

$F(t) = 1 - R(t)$ dont la dérivé $f(t)$ est la densité de probabilité des défaillances.

Ainsi, liée aux risques de défaillance, la vie des équipements se présente en trois phases :

- Phase de jeunesse : $\lambda(t)$ décroît rapidement. C'est la période de mise en service et de rodage de l'installation. Les défaillances sont dues à des anomalies ou des imperfections de montage. Dans cette phase, seule la maintenance corrective est applicable.
- Phase de maturité : $\lambda(t)$ est pratiquement constant. C'est la période de vie utile où les défaillances apparaissent sans dégradation préalable visible, pour des causes diverses. Le taux de défaillance est constant ou légèrement croissant, correspondant au rendement optimal de l'équipement. Dans cette phase une maintenance préventive est applicable.
- Phase de vieillesse : $\lambda(t)$ croît rapidement. Un mode de défaillance prédomine et entraîne une dégradation accélérée : c'est la période d'obsolescence, souvent due à l'usure mécanique, la fatigue, l'érosion ou la corrosion. A un certain point de $\lambda(t)$ le matériel est hors service. Une maintenance préventive conditionnelle peut éventuellement être mise en place.

Dans la première phase, seule la maintenance corrective est pratiquée. C'est seulement dans la seconde phase (phase de maturité) qu'intervient la maintenance préventive.

La Figure 38, représentant la variation du taux de défaillance en fonction du temps, est appelée « Courbe en baignoire ».

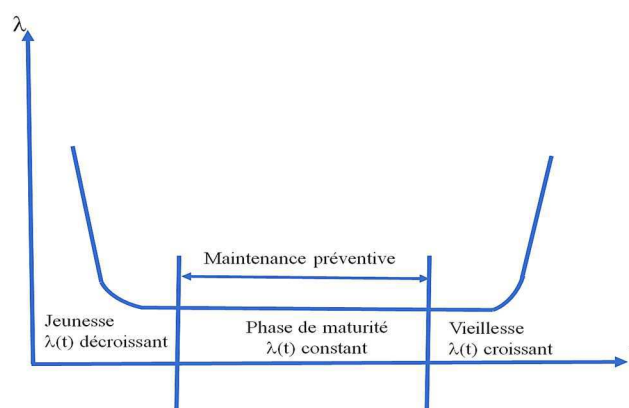


Figure 38 : courbe en baignoire : taux de défaillance $\lambda(t)$

Cette courbe en baignoire montre bien que la maintenance préventive n'est réellement justifiée que pour la phase de maturité. Dans cette période, le taux de défaillance est sensiblement constant et égal à l'inverse de l'indice de fiabilité : MTBF (Mean Time Between Failure). La MTBF, ou moyenne des temps de bon fonctionnement, est la valeur moyenne des temps entre deux défaillances consécutives. Ainsi faut-il retenir que durant la phase de maturité de l'équipement, le taux de défaillance est constant :

La durée moyenne entre deux défaillances (MTBF) correspond à l'espérance mathématique de la variable aléatoire T. Son expression est donnée par l'équation 4.3.

$$MTBF = \int_0^{+\infty} R(t) dt \quad (4.3)$$

Ceci correspond à l'expression générale de la fiabilité.

$$\lambda(t) = \frac{1}{MTBF} \quad (5.3)$$

Cette égalité est valable si $\lambda(t) = \text{constant}$ c'est-à-dire la densité de probabilité des défaillances $f(t)$ indique une loi exponentielle.

Dans le cas où le système à étudier est composé de plusieurs éléments, la fiabilité se détermine en tenant compte de différentes configurations : Pour un système S de i éléments disposés en série :

$$R_S = \prod_{i=1}^i R_i(t) \quad (6.3)$$

Pour un système S de i éléments disposés en parallèle :

$$R_S = 1 - \prod_{i=1}^i [1 - R_i(t)] \quad (7.3)$$

Selon (Monchy, 00), l'étude de la fiabilité d'un composant ne tient pas compte des erreurs humaines lors de l'utilisation c'est à dire les fausses manœuvres, le mauvais emploi des équipements et l'exécution de tâches de maintenance non conformes.

3.4.6 La maintenabilité

Selon la norme NF EN 13306, la maintenabilité est l'aptitude d'un bien à être maintenu ou rétabli dans un état dans lequel il peut accomplir une fonction requise, lorsque la maintenance est accomplie dans des conditions données, avec des procédures et des moyens prescrits. La maintenabilité caractérise la facilité à remettre ou de maintenir un bien en bon état de fonctionnement. Cette notion ne peut s'appliquer qu'avec du matériel maintenable, donc réparable. « Les moyens prescrits » englobent des notions très diverses : moyens en personnel, appareillages, outillages, etc. La maintenabilité d'un équipement dépend de nombreux facteurs

Tableau 15 : Maintenabilité d'un équipement

Facteurs liés à l'équipement	Facteurs liés au constructeur	Facteurs liés à la maintenance
- documentation - aptitude au démontage - facilité d'utilisation	- conception - qualité du service après-vente - facilité d'obtention des pièces de rechange - coût des pièces de rechange	- préparation et formation des personnels - moyens adéquats - études d'améliorations (maintenance améliorative)

Les indicateurs de maintenabilité sont le taux de maintenabilité, introduit de façon similaire au taux de défaillances $\lambda(t)$ et le MTTR, traduction de « Mean Time To Repair ». Ils sont évalués selon l'approche probabiliste, $g(t)$ étant la densité de réparation :

$$M(t) = \int_0^t g(t) dt = 1 - e^{-\int_0^t \mu(t) dt} \quad (8.3)$$

$$MTTR = \int_0^{+\infty} t.g(t) dt \quad (9.3)$$

Expression générale de MTTR

$$\mu(t) = \frac{1}{MTTR} \quad (10.3)$$

Egalite valable si $\mu(t) = \text{constant}$ c'est-à-dire la densité de probabilité des défaillances $f(t)$ indique une loi exponentielle.

3.4.7 La disponibilité

La norme NF EN 13306 définit la disponibilité en ces termes « Aptitude d'un bien à être en état d'accomplir une fonction requise dans des conditions données, à un instant donné ou durant un intervalle de temps donné, en supposant que la fourniture des moyens extérieurs nécessaires est assurée ». Pour Ligeron (Ligeron, 88), elle peut être décomposée en disponibilité intrinsèque qui fait référence au concepteur et en disponibilité opérationnelle qui fait référence à l'utilisateur. La disponibilité intrinsèque est définie par :

$$D_i = \frac{\mu}{\mu + \lambda} = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \quad (11.3)$$

La disponibilité opérationnelle est définie par :

$$D_o = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR + MTL} < 1 \quad (12.3)$$

MTL = Mean Time to Logistic. Ce temps est relatif aux délais d'approvisionnement des pièces et de transport.

La disponibilité doit tendre vers 1 pour que l'équipement soit rentable pour l'entreprise.

3.5 Formalisation des connaissances en maintenance



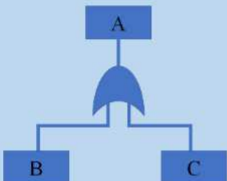
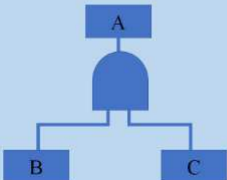

Dans les entreprises une quantité importante d'informations est collectée quotidiennement dans les activités de maintenance (Benomrane et al., 13). Ces informations constituent une précieuse source de connaissances et peuvent être structurées selon un formalisme bien défini pour en permettre une meilleure exploitation par les différents acteurs. Il devient aujourd'hui indispensable de trouver des mécanismes pour valoriser et faciliter la réutilisation future des connaissances capitalisées. Comme le souligne Rakoto (Rakoto, 04), il s'agit de partager les connaissances en favorisant leur compréhension au moyen de représentations explicites et par un traitement plus automatisé de l'information.

Dans cette partie nous allons sans être exhaustif faire l'économie de la littérature qui est consacrée aux principales méthodes utilisées en maintenance industrielle pour la résolution de problèmes en entreprises.

3.5.1 Arbre de Défaillance

L'arbre de défaillance est un outil graphique permettant de retracer les combinaisons de causes engendrant un événement indésirable (ici, un accident) lié à un système analysé donné (Andéol et al 07), (Lievens, 76). Cette méthode consiste à considérer une défaillance donnée du système et à construire d'une manière arborescente (descendante) l'ensemble des combinaisons de défaillances des composants mis en jeu. L'événement indésirable ou non souhaité est au sommet de l'arbre d'où la dénomination « d'événement-sommet », les événements indésirables intermédiaires ou de base étant reliés en cascade à l'aide de symboles correspondant à des opérations logiques. Cet arbre est représenté sous forme de diagramme logique : les combinaisons de causes sont établies grâce à des portes logiques. Dans le tableau ci-dessous sont représentés les symboles les plus couramment utilisés pour construire un arbre de défaillance.

Tableau 16 : symboles de l'outil graphique de l'arbre de défaillance

Symbole	Signification du Symbole
	Evènement ou condition
	Evènement élémentaire ne faisant plus l'objet d'analyse
	Porte « OU » A se produit si B ou C se produisent
	Porte « ET » A se produit si B et C se produisent simultanément
	Renvoi à une autre page

3.5.2 La méthode 5M

Elle est appelée Diagramme d'Ishikawa, du nom de son inventeur. C'est une méthode déductive basée sur l'analyse des causes provoquant l'incident. Cette analyse permet de visualiser le rapport existant entre un problème et toutes ses causes possibles. Le 5M est une représentation des causes sous forme d'arbre permettant de les analyser en passant en revue les familles de

facteurs expliquant le phénomène. Le Milieu, la Méthode, la Main d'œuvre, la Matière, et le Matériel influent sur le développement et le déroulement du processus. Cette classification permet d'analyser de façon plus structurée les différentes causes probables. La figure suivante propose une vision d'ensemble des interactions entre les facteurs influençant le processus et le processus lui-même. Cette représentation présente un exemple de diagramme d'Ishikawa.

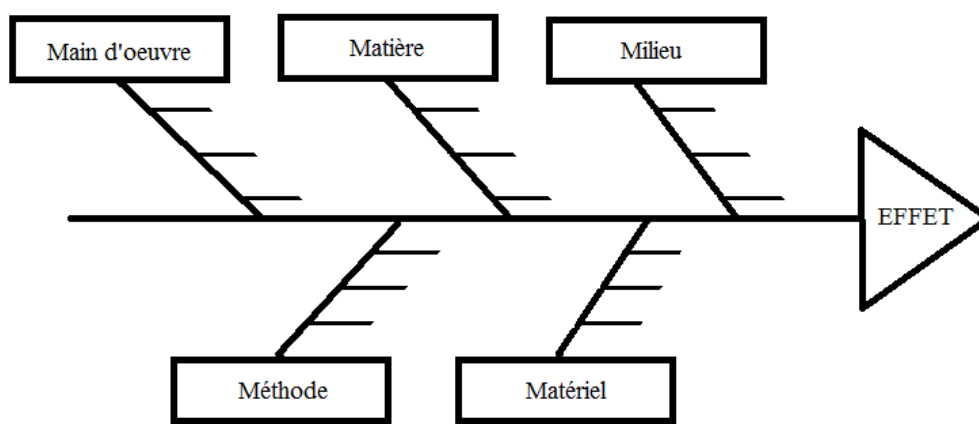


Figure 39 : Diagramme Ishikawa

Un 6ème M est souvent évoqué dans les ouvrages : le M de Management. En effet certains incidents peuvent être dus au système de management de l'entreprise. C'est un facteur qui doit être pris en compte dans les causes probables de tout événement (Le Ray, 10).

3.5.3 Analyse préliminaire des risques

L'APR est une méthode générale utilisée dans presque tous les domaines (aéronautique, automobile, chimie, nucléaire, ...), son objectif principal est d'identifier les points d'un système qui peuvent être critiques pour la sécurité, d'évaluer les risques correspondants, d'apprécier les scénarios associés et de définir les critères de conception à appliquer (Desroches et al., 09), (Mortureux, 02). Elle vise également à estimer la gravité des conséquences liées aux risques afin de proposer des recommandations et des mesures permettant la réduction de ces situations dangereuses et de mettre en évidence les points critiques. Elle suit une démarche inductive car elle part des causes pour en déduire les conséquences, ainsi elle est qualifiée comme qualitative car elle n'offre pas de possibilité de quantification. Les principales étapes qui illustrent cette étude sont résumées dans la Figure 40.

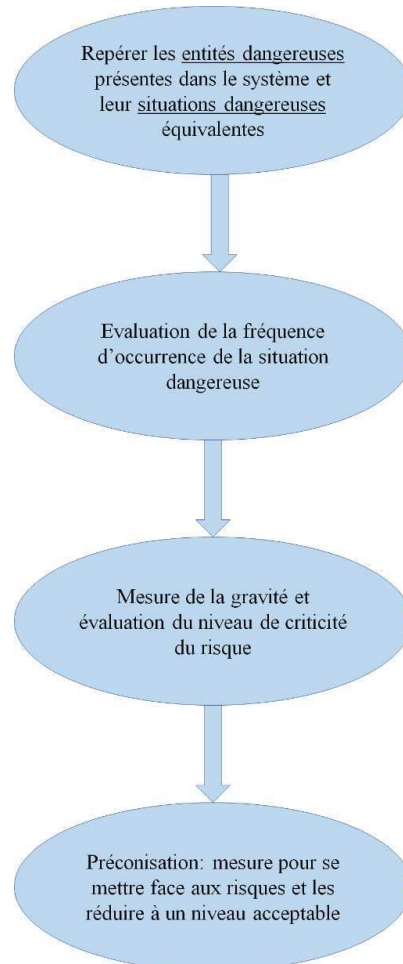


Figure 40 : Démarche de l'analyse préliminaire des risques

3.5.4 Analyse des modes de défaillance et de leurs effets (AMDE ou AMDEC)

Cette méthode consiste à identifier les modes de défaillance, à chercher leurs causes et leurs effets qui affecteraient les composants du système étudié (voir tableau 17). L'utilisation de cette méthode est généralement recommandée si les modes de défaillance ont d'importants effets sur la fiabilité, la maintenabilité, ou la sécurité d'un système.

Tableau 17 : représentation d'une AMDE ou d'une AMDEC (Lievens, 76)

1	2	3	4	5 et 6		7	8	9	10
Identification du composant	Mode de défaillance	Causes possibles	Phases	Conséquences		Probabilité de la défaillance	Criticité	Action correctives	Recommanda- tions applications
				Locales	Sur l'ensemble du système				

Pour L'AMDEC

Le remplissage du tableau commence à la colonne de gauche et permet de décrire le fonctionnement de l'AMDE. On définit le système en déterminant ses principales fonctions, ses limites fonctionnelles et celles de ses composants. Ensuite on s'intéresse aux spécifications relatives au fonctionnement, aux composants et à l'environnement de ce système. Le repérage des phases de vie les plus critiques se fait à ce moment-là, par le biais d'une APR par exemple. La deuxième étape est l'établissement des modes de défaillance du système. On recense pour chacun des composants, dans une phase de vie donnée, ses modes de défaillance qui se définissent par l'effet par lequel une défaillance de ce composant est observée. Cette étape peut être facilitée par l'utilisation de check-list de modes génériques de défaillance (fonctionnement intempestif ou prématuré, non fonctionnement au moment prévu, non arrêt au moment prévu.). On examinera ensuite les effets de ces modes sur les fonctions du système ainsi que sur chacun des composants. On peut étendre cette AMDE en s'intéressant à la probabilité et à la criticité des effets, on fait alors une AMDEC (Analyse des modes de défaillance, leurs effets et de leur criticité). On construit, dans ce cas, une grille de criticité

Tableau 18 : exemple d'une grille de criticité réalisée dans le cadre d'une AMDEC (Gardes, 01)

Probabilité Gravité	Très faible	Faible	Moyenne	Forte
Effets mineurs				
Effets significatifs				
Effets critiques				
Effets catastrophiques				

3.5.5 Méthode des 5 pourquoi

Cette méthode correspond à un ensemble d'activités opérationnelles qui visent à construire une arborescence de la chaîne des événements (arbre de causes) qui a conduit à la défaillance principale. Les branches de l'arbre sont construites en s'appuyant sur le Why Why Analysis appelé aussi méthode des « 5 Pourquoi », qui permet d'identifier l'origine d'un problème (root cause) en amenant les experts à s'interroger progressivement sur le problème en se posant à plusieurs reprises la question du *Pourquoi* ? On considère que la cause racine identifiée dans un niveau supérieur de ce mécanisme itératif est plus pertinente que celle identifiée dans un niveau inférieur (symptôme). La Figure 41 illustre le mécanisme de décomposition du problème en hypothèses (Jabrouni et al, 11).

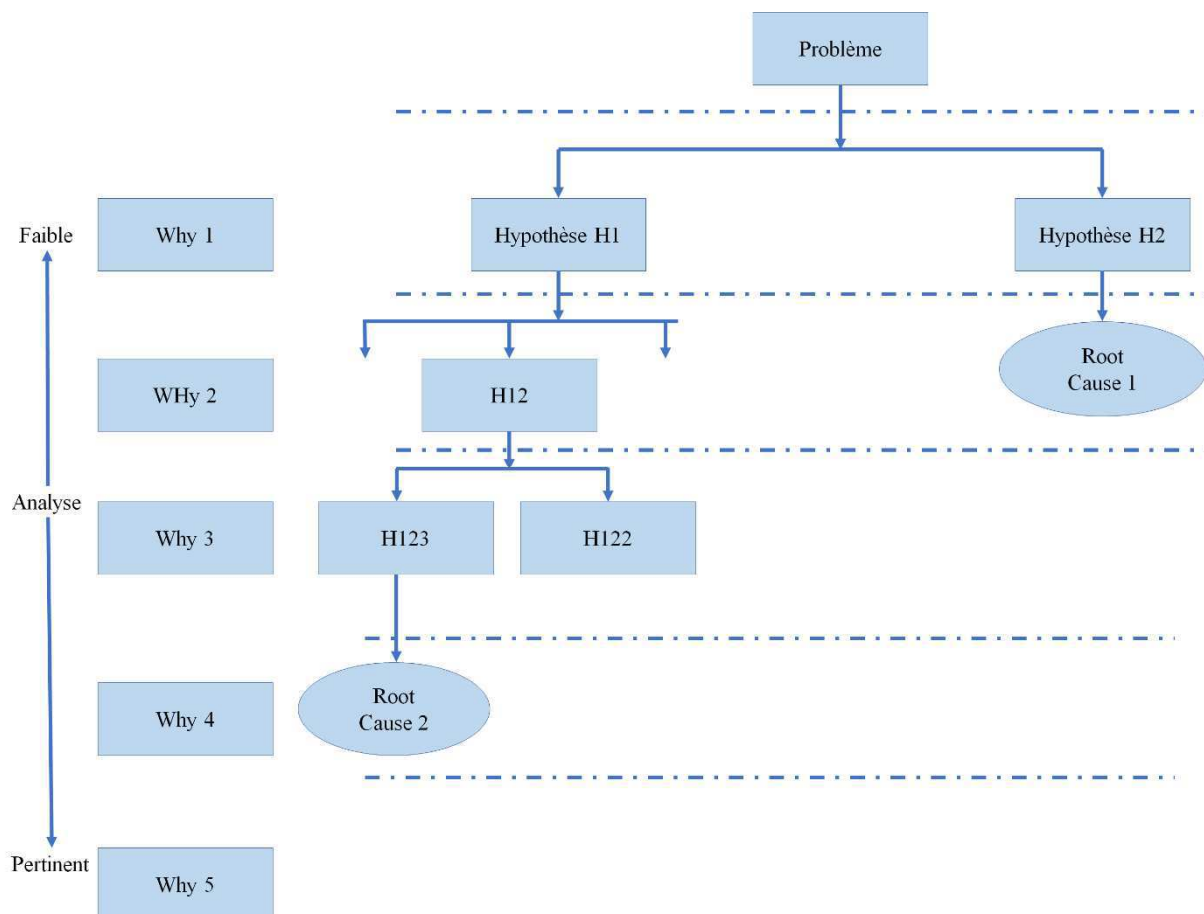


Figure 41 : le mécanisme de décomposition du problème aux hypothèses : 5 pourquoi (Jabrouni et al, 11)

Cette méthode présente l'avantage d'encourager les experts à pousser l'analyse jusqu'au dernier niveau de la méthode des « 5 Pourquoi ».

3.6 Conclusion partielle

Dans ce chapitre nous avons présenté quelques travaux de recherche concernant les thèmes liés à notre problématique : La gestion des connaissances en entreprise, la maintenance industrielle, l'apprentissage dans les organisations.

Dans un premier temps, nous nous sommes intéressés à la gestion des connaissances de l'entreprise en tant que domaine à part entière ayant des approches, des processus et des outils. La définition de ce qui est la gestion des connaissances dans le domaine de l'ingénierie des connaissances permet de cerner le point de vue selon lequel nous envisageons d'aborder la notion de la gestion des connaissances, et d'identifier en conséquence, les différentes approches et méthodes relatives à ce domaine.

L'étude des éléments interdépendants de la Gestion des Connaissances : **la génération, la capitalisation et le transfert**, nous ont permis de comprendre qu'une initiative de faire bénéficier aux centres de formation technique l'énorme quantité de connaissances collectée quotidiennement dans les entreprises industrielles, doit se fonder sur ces éléments, qui interagissent autour des individus porteurs des connaissances explicites et tacites. Cette étude bibliographique sur la gestion des connaissances a bien éclairé notre vision sur la complexité du monde des connaissances dans l'entreprise moderne et a guidé notre choix sur l'approche de gestion des connaissances la mieux adaptée au contexte de notre application à savoir le modèle de Nonaka, Takeuchi et celui de Brunel.

Dans un deuxième temps, nous nous sommes attachés à définir les concepts de l'apprentissage organisationnel qui est un processus collectif de développement et de modification des connaissances (aussi bien tacites qu'explicites) au sein d'une organisation.

Nous avons remarqué qu'il se développe de différentes manières : observation, imitation, expérimentation, etc., de la concurrence, de l'environnement ou directement à l'intérieur de l'entreprise. Cet apprentissage serait la combinaison d'un processus émergent avec une vision centrée sur l'expérimentation, et d'un processus plus volontariste avec une volonté des individus de générer et favoriser cet apprentissage (Argiris, 95 et Senge, 99). Nous citons

(Dogson, 93) pour qui l'apprentissage organisationnel est, tout aussi naturel que l'apprentissage individuel, qui permet aux individus de s'ajuster et de survivre dans un monde compétitif et incertain.

Enfin, tandis que l'objectif principal visé dans ce mémoire est de capter les connaissances issues des activités de maintenance en entreprise industrielle pour les transférer aux CFPT, il a été nécessaire d'étudier les concepts de cette maintenance. Nous avons défini le système de gestion de la maintenance avec ses différents aspects préventifs et correctifs, puis, nous avons défini la fiabilité et la défaillance d'un système. Il est important de connaître les grandeurs et les mécanismes qui en résultent pour pouvoir asseoir une base théorique solide qui facilite l'implantation du modèle qui est traité dans ce mémoire.

Nous verrons aux chapitres suivants, que toutes nos propositions sont fondées d'une part sur l'analyse de ce qui a été évoqué à travers cette revue de la littérature, et d'autre part, sur la problématique particulière au domaine d'application auquel sont destinés nos travaux de recherche.

Chapitre 4

Le modèle KSRU

(Knowledge Skill Repository Update)

Description et fonctionnement

4 Chapitre 4 : Le modèle KSRU

(Knowledge Skill Repository Update)

4.1 Introduction

Ce chapitre aborde le cœur de notre contribution dans cette thèse. Nous voulons voir dans quelle mesure il est possible de réactualiser en permanence le référentiel de compétences du CFPT à travers des connaissances collectées dans les activités de maintenance industrielle. Mais aussi assurer un apprentissage optimal d'un Étudiant/Stagiaire dans ces mêmes activités de maintenance. Ainsi pour bien aborder ce travail le chapitre est structuré comme suit :

- Description aussi complète que possible du modèle proposé en montrant chaque élément qui le compose puis la manière dont le modèle sera utilisé.
- Description de la procédure de réactualisation du référentiel de compétences du CFPT
- Utilisation du modèle
- La procédure de la stratégie d'apprentissage en maintenance et générer des connaissances
- En fin on termine le chapitre avec l'apprentissage de l'Étudiant au Centre de Formation Professionnelle et Technique (CFPT)

4.2 Description du modèle

Le modèle KSRU (Knowledge Skill Repository Update) est représenté sur la Figure 42. Il permet d'une part l'apprentissage de l'Étudiant/Stagiaire dans l'activité de maintenance et d'autre part la réactualisation permanente du référentiel de compétences. Pour y arriver l'entreprise sera considérée comme une organisation apprenante qui favorise les apprentissages collectifs en développant une logique de professionnalisation. Le stagiaire y sera à la fois dans un lieu d'ancrage d'acquis théoriques et dans un lieu d'ancrage de compétences professionnelles. Une stratégie est mise en œuvre pour déterminer le parcours que l'Étudiant/Stagiaire empruntera afin d'optimiser les bénéfices de ses apprentissages et ainsi atteindre une certaine professionnalité.

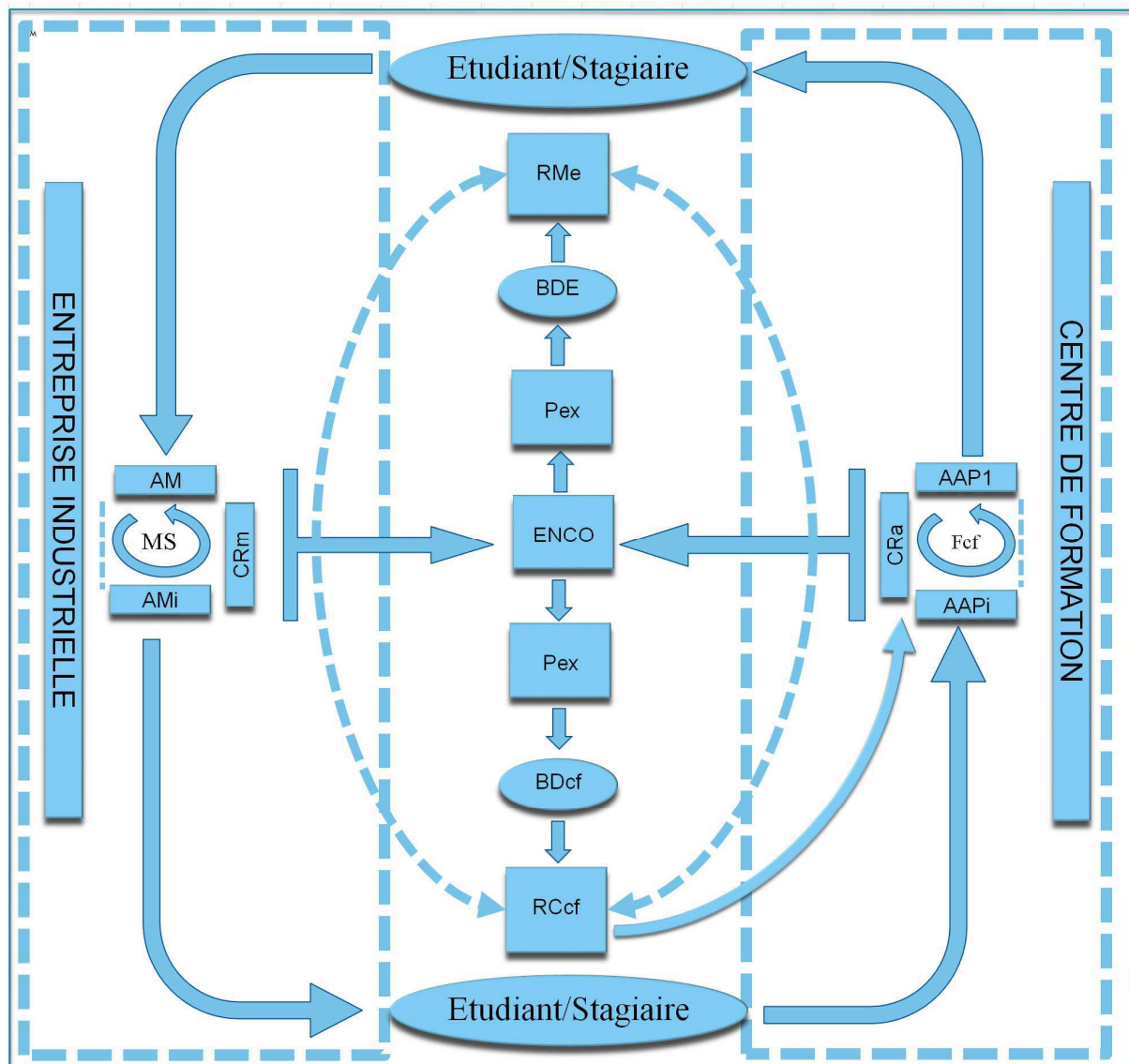


Figure 42 : Modèle KSRU (Knowledge Skill Repository Update)

La méthodologie utilisée pour le fonctionnement du modèle est décrite ci-dessous en quatre parties.

4.2.1 Première partie :

Dispositif de capture et de transmission « des gestes professionnels »

La première phase de la méthodologie consistera à mettre en place un dispositif de capture et de transmission des « gestes professionnels ». Pour réaliser cette tâche nous proposons d'utiliser l'Étudiant/Stagiaire et ceci dans une finalité de formation et de professionnalisation. La

technique que nous mettons en œuvre consiste à tenter d'accéder au vécu subjectif (ce vécu comporte le sensoriel et l'émotionnel, la pensée et les gestes non encore conscientisés) de l'Étudiant/Stagiaire (ES). Cela passe nécessairement par une verbalisation de ses activités sous forme de compte rendu, après chaque activité de maintenance durant son séjour dans l'entreprise. Cette technique développée permet de faciliter l'expression de ces savoirs internalisés et tente d'accéder au vécu subjectif du sujet (Buisse, Vanhulle, 09), (Huard, 10), (Mouchet et al, 11), (Vermersch, 06). Puisque nous mettons l'ES en situation d'apprentissage en entreprise nous avons porté notre choix sur la méthode de verbalisation à posteriori de l'action (Theureau, 92) cité par (Leroy, 11). Ainsi après chaque action de maintenance le sujet tentera de commenter son activité. Ce compte rendu permettra, au sujet, une prise de recul par la réflexion sur l'expérience, sur l'activité réalisée.

4.2.2 Deuxième partie : exploitation du compte rendu de l'Étudiant/Stagiaire

La deuxième phase du fonctionnement du modèle est l'exploitation du compte rendu de l'Étudiant/Stagiaire. Ce travail se fera entre l'expert de l'entreprise (Maitre de stage) et le l'Étudiant/Stagiaire lui-même.

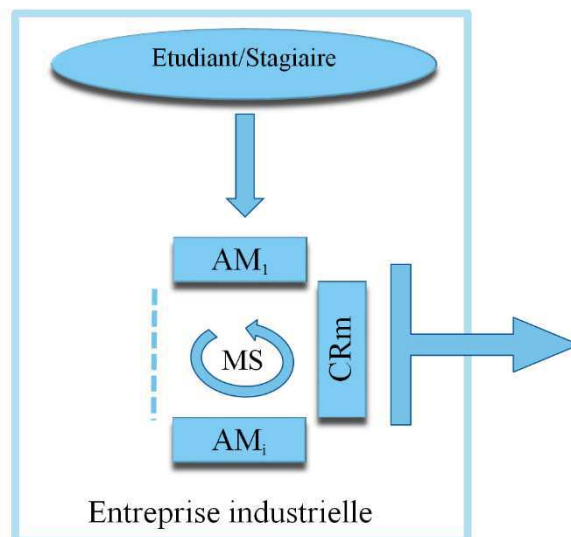


Figure 43 : Interaction formative entre le maître de stage et l'Etudiant/Stagiaire

Ce compte rendu doit être présenté au maître de stage sous forme manuscrite mais aussi oralement. La présentation orale du compte rendu à son maître de stage, une fois de retour de l'activité de maintenance, pourrait jouer ce rôle de recul par la réflexion sur l'expérience. Cette

méthodologie est abordée par (Garcia, 12) « Avoir conscience de ses expériences vécues n'est rien d'autre que de les avoir à sa disposition ». L'interaction avec cet adulte « maître de stage » apparaît comme le moteur du développement de la pensée, qui devient autonome à l'issue du processus d'intériorisation. (Lefevre et al, 09) insiste ainsi sur la pertinence de discuter sur son expérience et d'avoir une approche réflexive sur les situations professionnelles pour produire de la connaissance. Notons au passage que ce modèle considère l'entreprise industrielle comme une structure apprenante puisque l'apprentissage collectif est favorisé avec un développement d'une logique de professionnalisation. La situation de travail est exploitée aux fins d'apprentissage, l'échange et la communication privilégiés. L'évaluation fait partie des pratiques courantes, elle est reconnue comme source de connaissances. L'encadrement, fortement impliqué, s'attache à mettre en cohérence management de la formation et management des compétences. A l'issue de ces deux activités (la rédaction du compte rendu et sa présentation) s'en suivra une évaluation des connaissances acquises par l'Etudiant/Stagiaire, l'utilisation de l'informatique (document « Excel ») est fort intéressante et très utile dans la mesure où il peut s'autoévaluer par un « jeu » de questions-réponses. Ce document Excel est un outil informatique que nous allons concevoir et il fera partie des éléments essentiels qui accompagnent l'ES tout au long de son séjour en entreprise industrielle.

4.2.3 Troisième partie : Interaction formative entre le stagiaire et le formateur du CFPT

Compte tenu des enjeux et de l'intérêt que laissent entrevoir les apprentissages réalisés à l'école en vue d'une bonne qualité de l'insertion future dans le monde du travail, une bonne stratégie pédagogique s'impose. Cette stratégie devrait s'appuyer sur une culture minimale commune entre les professeurs et les maîtres de stage. En effet, donner du sens à la coopération entre l'entreprise et l'école ne peut se faire si ce qui est fait ici est ignoré là. Cela impliquerait une « formation innovante partagée » entre les uns et les autres.

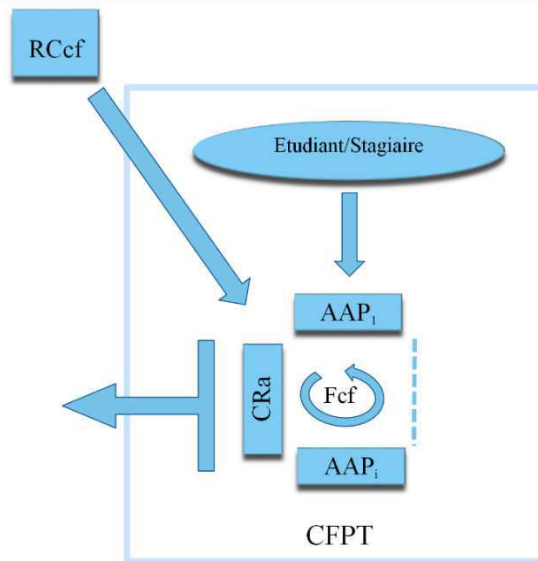


Figure 44 : Interaction formative entre le stagiaire et le formateur du centre de formation (Fcf)

L'enseignant, régulièrement, fait appel dans ses activités de classe à un scénario pédagogique qui s'appuie en général sur les points suivants qui sont au cœur des pratiques quotidiennes de l'enseignement.

- Présenter les connaissances à acquérir
- Vérifier leur acquisition
- S'assurer de leur conservation en mémoire

En dehors de ces points et compte tenu de l'objectif visé, pour préparer l'insertion de l'apprenant en entreprise comme stagiaire, l'enseignant doit greffer dans son apprentissage d'autres points tels que :

- Repérer si telle ou telle connaissance est maîtrisée avant de confier la réalisation d'une tâche ?
- Présenter une activité pour être assuré que la compréhension de son utilité sociale soit susceptible de mobiliser des connaissances supposées acquises ou de susciter une motivation à les acquérir ?
- Donner du sens aux apprentissages, montrer à l'élève à quoi sert tout ce qu'il apprend à l'école, à situer les apprentissages par rapport à des situations qui ont du sens pour lui, et à utiliser ses acquis dans ces situations.

Tous ces points, et de nombreux autres, sont au cœur du processus de rapprochement entre l'école et l'entreprise. La démarche relève d'une véritable concertation incluant les contenus à privilégier, les formes de présentation à utiliser et les modalités d'évaluation à employer.

Cette partie du modèle dans son fonctionnement s'inspire totalement de cette vision et met en avant le sujet pour développer son potentiel créatif. C'est la version humaniste de la compétence et selon Zarifian (Zarifian, 03) elle favorise « le pouvoir d'action, la capacité à donner du sens et l'engagement de la subjectivité de ceux qui s'affrontent, au quotidien, à des situations professionnelles ». L'orientation pédagogique préconisée par le ministère de la formation professionnelle, va dans ce sens et désormais c'est l'approche par les compétences qui sera la méthodologie utilisée pour la formation dans son secteur. Nous proposons cette méthodologie pour développer chez le futur Étudiant/Stagiaire des compétences qui lui garantiront un bon séjour en entreprise. On peut s'inspirer de De Ketele (De Ketele, 00), qui considère que l'enseignement par les compétences « cherche à développer la possibilité par les apprenants de mobiliser un ensemble intégré de ressources pour résoudre une situation-problème appartenant à une famille de situations. ». Cette approche met donc en situation les apprentissages et elle permet aux apprenants de partager, d'échanger et de coopérer entre eux lors des différents apprentissages. La compétence dans le monde de travail est profondément ancrée dans l'action singulière, fait que traduit la définition désormais classique de la compétence donnée par Richer (Richer, 12), la compétence est dynamique, car elle est « une combinaison de connaissances, savoir-faire, expériences et comportements s'exerçant dans un contexte précis ».

Comme pour la phase précédente celle-ci aussi doit être évaluée, l'intention est de savoir ce que les élèves tiennent pour acquis afin d'en apprendre davantage sur les liens qu'ils établissent, sur leurs connaissances antérieures, leurs conceptions erronées, leurs lacunes et leurs styles d'apprentissage. A la fin de chaque processus d'apprentissage, Apprentissage en Maintenance (AM1 à AMi) et Apprentissage dans les Activités Pratiques (AAP1 à AAPi), nous avons proposé une évaluation formative qui vise à améliorer l'apprentissage en cours en détectant les difficultés de l'ES. Ces difficultés détectées permettent de lui venir en aide, en modifiant la situation d'apprentissage ou le rythme de cette progression, pour apporter (s'il y a lieu) des améliorations ou des correctifs appropriés. Nous appelons $\sum V_1$ l'évaluation de l'apprentissage de l'ES en entreprise pendant les phases de maintenance et $\sum V_2$ l'évaluation de l'apprentissage au centre de formation. Ainsi nous avons une évaluation totale que nous appelons :

$$\sum V = \sum V_1 + \sum V_2 \quad (1.4)$$

4.2.4 Quatrième partie : encodage et transfert des comptes rendus

Cette dernière partie du modèle tente d'exploiter les comptes rendus (CRm et CRa) issus des deux activités, l'activité de maintenance de l'Etudiant/Stagiaire en entreprise industrielle et l'activité d'apprentissage au centre de formation. Après exploitation, suivra l'encodage (ENCO) puis successivement dans un sens ou dans un autre :

- Le partage entre experts (Pex) pour une prise de décision
- Transfert vers une base de données (BDE) de l'entreprise ou du centre de formation (BDcf)
- Transfert vers un référentiel
 - o De métier pour l'entreprise (RMe)
 - o De compétences
 - o pour le centre de formation (RCcf)

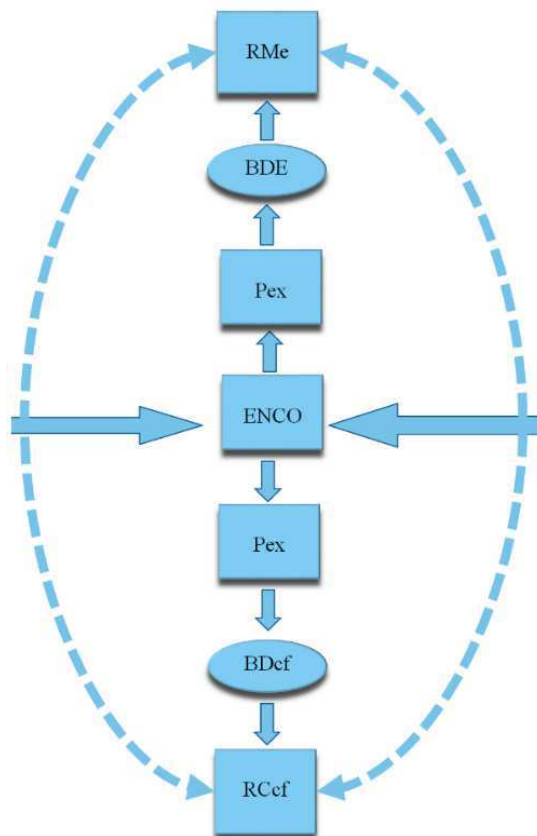


Figure 45 : Encodage et partage entre experts

Le modèle utilise dans son fonctionnement deux types d'encodage selon le sens de parcours de l'information :

- Sens 1 : vers base de données entreprise (BDE)

Ici l'encodage consiste à transcrire le compte rendu dans le registre du service de maintenance en respectant la procédure dictée par le type de politique de maintenance utilisée par l'entreprise

- Sens 2 : vers base de données CFPT (BDcf)

Ici l'encodage consiste à utiliser des verbes d'action pour formuler les compétences en objectifs afin de leur donner un caractère pédagogique. On utilise la taxonomie de Bloom

En résumé nous venons de montrer d'une manière succincte la méthodologie utilisée pour faire fonctionner le modèle KSRU. A travers les différentes phases de la méthodologie nous avons montré comment chaque acteur du modèle agit pour que l'ensemble fonctionne. Dans la section suivante, nous montrerons le processus utilisé pour réactualiser le référentiel de compétences du Centre de Formation Professionnelle et Technique.

4.3 PROCEDURE DE REACTUALISATION DU RCcf

Cette section présente en détail la quatrième partie du modèle qui s'appuie en grande partie sur le processus d'ingénition (Brunel, 08) qui est une méthode de génération des connaissances évolutive, associée à un système d'information collaboratif permettant aux acteurs de formaliser et de partager leurs connaissances. Le processus global d'ingénition est montré sur la Figure 46. Il est basé sur un cycle qui étudie deux inducteurs initiaux communs que sont les compétences et les connaissances. C'est la phase de transfert de connaissances d'un individu à un autre qui a attiré notre attention. Dans cette thèse ce modèle sera adopté à nos besoins.

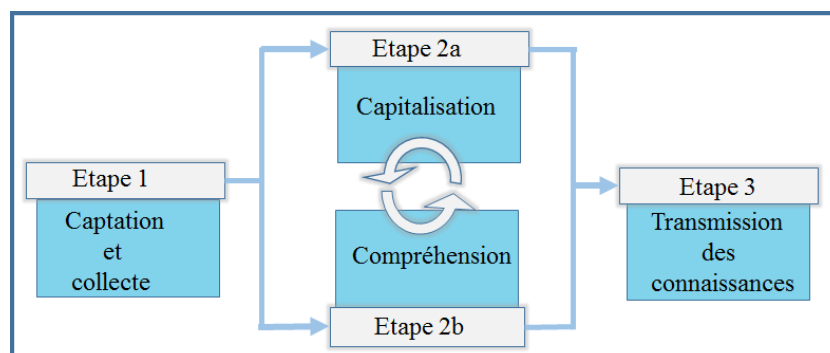


Figure 46 : Principe général d'ingénition (Brunel, 08)

4.3.1 Étape 1 : Captation et collecte des données et informations

C'est une étape de captation et de collecte de données et d'informations permettant de décrire l'activité de maintenance du début jusqu'à la fin. Cette étape voit les compétences captées et

collectées, décrites et décomposées en graphe de connaissances et aura comme acteurs principaux l'ES, son maître de stage ainsi que le formateur du CFPT. Ce sera une période de coopération entre les deux acteurs où ils mettront en œuvre tout un processus facilitant l'apprentissage de l'ES.

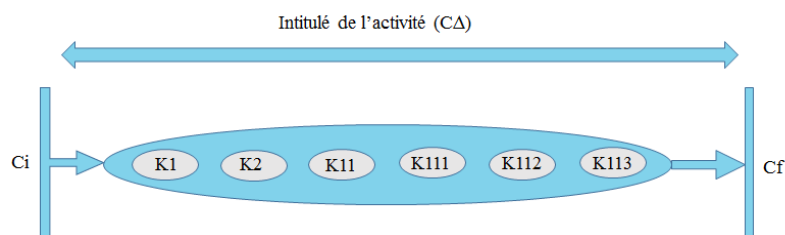


Figure 47 : Graphe de connaissances issues de la collecte d'informations

4.3.2 Étape 2 : capitalisation des connaissances extraites

Cette étape permet, à la fois, de capitaliser les connaissances extraites (étape 2a) et de comprendre les interactions de ces connaissances entre elles (étape 2b). C'est dans cette étape qu'on mettra en œuvre la matrice LRI (Learning Relevancy Indicator) (Indicateur de pertinence d'apprentissage). Cette matrice permet de mettre en exergue comme le montre son auteur les alternatives possibles entre plusieurs solutions pour des produits différents ayant la même vocation et la même clientèle. Elle permet aussi de collecter, de stocker, d'analyser, et d'aider à la décision. Dans notre modèle nous l'utiliserons comme un outil d'aide à la décision. Après la phase de collecte des informations pendant l'activité de maintenance par l'ES et la phase de décompositions en graphe de connaissances, la matrice LRI permettra de montrer si ces connaissances sont compatibles avec les attentes des centres de formations. Elle sera partagée entre les différents experts choisis pour prendre cette décision. Ce groupe d'experts sera composé de formateurs issus des différents centres de formation et du technicien de maintenance en charge de l'ES dans l'entreprise. La matrice est construite de la façon suivante : Les critères Ci en colonne sont évalués sur 4 niveaux différents. L'échelle va de 1 à 4, 1 Très insuffisant et 4 Très satisfaisant. Les niveaux peuvent être adaptés à la question posée. En effet on peut très bien simplifier la pertinence de la réponse. 1 non, 4 oui.

Pi est une pondération possible des critères. Ces pondérations sont définies au début de l'étude et restent identiques pour toutes les évaluations des experts.

Wi en ligne est l'identification de l'expert qui fait l'analyse.

	C1	C2	C3	C...	Cn
	p1	p2	p3	p...	Pn
W1	1	1	1	2	1
W2	1	2	1	3	1
W3	1	2	3	1	1
W...	1	4	2	3	1
Wm	1	3	2	1	1

Figure 48 : Matrice LRI (Brunel, 08)

Selon l'auteur le nombre de critères peut varier à l'infini, les coefficients de pondération peuvent être modifiés ou non, et le nombre d'experts peut lui aussi varier à l'infini. Dans notre étude et en fonction de notre problématique de recherche, nous avons choisi les critères d'évaluations suivants (voir tableau 19) en les classant en trois catégories :

- les critères qui prennent en compte les relations de l'entreprise vis-à-vis des centres de formation.
- les critères qui prennent en compte essentiellement le référentiel de compétences du centre formation
- les critères qui prennent en compte la situation de la nouvelle connaissance dans un processus de formation du technicien au centre de formation

Tableau 19 : les critères d'évaluation

Critère 1	Critère 2	Critère 3
L'entreprise est certifiée ISO	Est en conformité avec les programmes	Travailler efficacement en équipe
L'entreprise n'est pas éloignée des centres de formation	viser l'efficacité	permet une implication active des apprenants dans leurs apprentissages
L'entreprise pratique une bonne politique de maintenance	favorise l'action-réflexion	Adaptation au niveau de l'apprenant
Equipements modernes	apporter un soutien plus adapté à la situation des élèves en difficulté	Variation des modes d'intervention
Le responsable de maintenance est très expérimenté	Mobilisation, coordination et transfert d'un ensemble de ressources	Communiquer verbalement avec ses collègues de travail

Existe déjà une collaboration avec les centres de formation	Favorise des situations d'intégration	Utiliser des méthodes d'organisation de travail
Participation à l'élaboration du référentiel de compétences	Apporter à l'enseignant une amélioration certaine au regard de supports didactiques	Transmettre et interpréter de l'information
Est visitée lors de l'analyse des situations de travail	l'erreur est appréhendée comme un levier d'apprentissage	
Entreprise du secteur informel	Favorise des mesures de remédiation	
	Facilite la mise en œuvre de situations	
	Favorise l'autonomie	
	Respect des limites d'intervention professionnelle	
	Utiliser l'information pertinente pour accomplir une tâche précise	
	Permet de déterminer des solutions pertinentes	
	Intégration dans un processus d'apprentissage existant	
	Intégration dans l'organisation de la séance de cours	
	nécessite un support audiovisuel	
	permet le travail par petit groupe	

4.3.3 Méthode de calcul de l'indice LRI

Chaque expert W_i , au cours de l'analyse des nouvelles connaissances proposées va émettre un avis.

$$W(\text{expert}) = p_1 \cdot C_1 + p_2 \cdot C_2 + \dots = \sum_i p_i \cdot C_i \quad (2.4)$$

Avec C_i , $i \in \{1, 2, \dots, n\}$ les critères de l'évaluation et $p \in [0, 1]$ coefficients de pondération.

Ainsi on obtient une valeur somme que l'on pourra transformer en note globale en fonction de l'avis de l'expert. Pour les m experts, les évaluations peuvent s'écrire comme suit :

$$W(\text{expert}_j) = p_1 \cdot C_{1j} + p_2 \cdot C_{2j} + \dots = \sum_i p_i \cdot C_{ij} \quad (3.4)$$

Où $j = 1, \dots, m$ représente l'identifiant de l'expert

Sous une forme matricielle, les différentes évaluations des experts peuvent s'écrire de la façon suivante :

$$\begin{bmatrix} W(\text{expert})_1 \\ W(\text{expert})_2 \\ \dots \\ W(\text{expert})_m \end{bmatrix}_{[m \times 1]} = \begin{bmatrix} C_{11} & C_{12} & \dots & \dots & C_{1n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ C_{m1} & C_{m2} & \dots & \dots & C_{mn} \end{bmatrix}_{[m \times n]} \begin{bmatrix} P_1 \\ P_2 \\ \dots \\ P_n \end{bmatrix}_{[n \times 1]} \quad (4.4)$$

$$\text{Où } W_{[m \times 1]} = C_{[m \times n]} P_{[n \times 1]} \quad (5.4)$$

On peut évaluer les connaissances issues de l'activité de maintenance selon les critères prédéfinis. En fonction du résultat obtenu montré par l'indice Learning, on saura si oui ou non la connaissance proposée peut servir comme élément de compétence transférable au centre de formation.

4.3.4 Étape 3 : encodage des connaissances issues de la matrice LRI

Cette étape a pour objectif principal de recueillir et de traiter toutes les connaissances issues de la matrice LRI qui ont eu un indice Learning acceptable. Ce traitement consiste à les reformuler pour leur donner un caractère pédagogique, en fait c'est le processus d'encodage (ENCO) dont on avait évoqué dans l'explication de la quatrième partie du modèle. Ensuite les connaissances traitées seront transférées au CFPT et ainsi le référentiel de compétences sera mis à jour. On peut voir les détails dans l'étude de cas.

4.4 Utilisation du modèle

L'utilisation du modèle requiert une bonne coopération entre l'entreprise industrielle et le CPFT. Il faut d'abord mettre sur pied un comité d'experts composé d'une part des formateurs du CPFT et d'autre part des maîtres de stage. Une convention de partenariat visant à établir des échanges équilibrés et des synergies entre les partenaires doit être rédigée. Son contenu doit définir les modalités et les champs d'actions du partenariat et ceci en commun accord entre les partenaires. Une fois les bases de coopération bien ficelées, reste maintenant à les appliquer et cela commence par une formation de l'apprenant (partie 3 du modèle) en vue de son placement

en entreprise comme stagiaire. En entreprise une interaction formative avec son maître de stage permet de collecter régulièrement toutes les connaissances issues des activités de maintenance (parties 1 et 2 du modèle). Dans les entreprises les Maîtres de stage sont chargés de transmettre, par intervalle de temps réguliers, les connaissances collectées, au coordonnateur (partie 4 du modèle). La figure 49 résume cette phase d'utilisation du modèle.

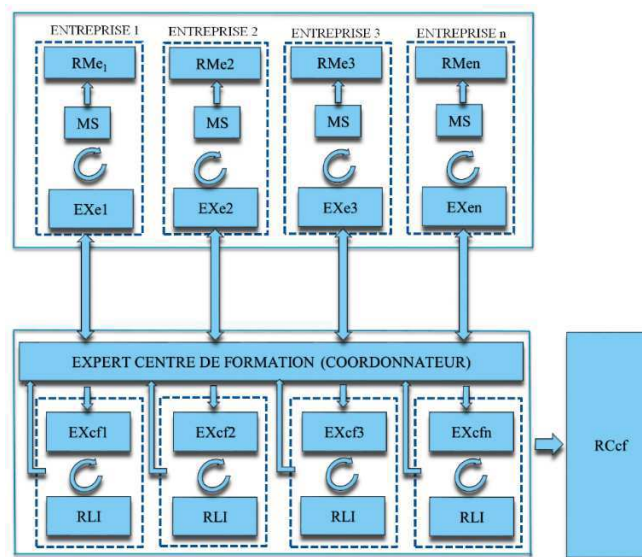


Figure 49 : utilisation du modèle

4.4.1 Le comité d'experts

La création d'un Comité d'experts pour gérer le fonctionnement du modèle constitue un élément important pour le développement de l'expertise scientifique, didactique et technique du processus mis en place. La diversité des membres du Comité ainsi que leurs compétences garantissent une production intellectuelle de qualité et un appui qualitatif au travail du groupe.

Le Comité d'experts de gestion du modèle est un organe consultatif chargé d'examiner les connaissances issues des activités de maintenance en entreprise industrielle. S'appuyant sur les connaissances de grands spécialistes du domaine de la didactique et du domaine de la gestion des connaissances en entreprise industrielle, il délivre une expertise solide destinée à asseoir les qualités du référentiel de compétences du CFPT.

Le comité d'experts se penche sur des enjeux centraux pour l'équipe, lui permettant de produire des analyses complètes sur la gestion du référentiel de compétences.

Nous devons identifier les aspects intéressants qui permettent de favoriser et de stimuler les experts dans le but de faire en sorte que leur collaboration se passe bien. Girard dans (Girard et al, 03) propose dans un contexte bien déterminé une ontologie des situations de collaboration entre acteurs de conception mais qui peut belle et bien être adaptée à notre cas. Elle s’articule suivant trois points de vue : la définition du processus, la liberté de collaborer et l’expérience collaborative.

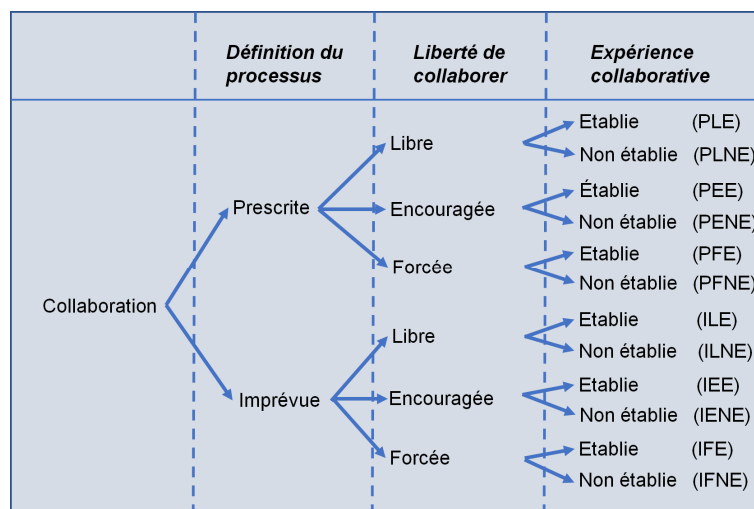


Figure 50 : Ontologie des situations de collaboration (Girard et al., 03)

Selon Robin, l’identification de la situation de collaboration permet de capitaliser des informations particulières sur le réseau d’acteurs et les connaissances qui y sont échangées pour ainsi :

- compléter les différentes matrices établies pour définir la disponibilité, les responsabilités et les compétences des différents acteurs,
- apprendre un peu plus sur l’expérience collaborative de chaque acteur et sur le réseau d’acteurs,
- créer, lors de projets futurs, des équipes de plus en plus performantes dans un contexte de conception donné, avec un type de collaboration adapté.

Cette ontologie offre la possibilité au chef de projet d’agir sur la performance du système soit en proposant une situation particulière pour répondre à un problème donné, soit en identifiant les caractéristiques d’une situation collaborative qui peut apparaître au cours du processus (Robin et al, 04). Nous voyons que cette ontologie, bien qu’elle soit prévue pour gérer la collaboration entre concepteurs lors d’un processus de conception, peut être appliquée dans

notre cas. En effet la démarche utilisée cadre bien avec la vision que nous avons pour la gestion du comité d'experts.

Dans le

Tableau 20 inspiré du modèle d'organisation associé à un système de conception de Vincent Robin (Robin, 05), nous avons des exemples de l'intérêt de différents types de collaboration que nous pouvons appliquer dans le cadre de fonctionnement du comité d'experts.

Tableau 20 : intérêt des différents types de collaboration du comité d'expert (inspiré de Robin, 05)

		Collaboration imprévue	
		Collaboration Établie	Collaboration Non Établie
Collaboration Libre	Mettre en évidence les réseaux de collaboration de chaque expert		Évaluer l'autonomie et la capacité d'un expert dans le comité
Collaboration Encouragée	Favoriser l'émergence de groupes d'experts et stimuler les experts pour la production d'informations de qualité		Favoriser l'émergence de groupes d'experts avec des interlocuteurs jusque-là non impliqués dans le groupe d'experts pour répondre à un problème identifié
Collaboration Forcée	Mettre en place un groupe d'experts qui a donné entière satisfaction dans la mise à jour d'un RCcf identique		Éprouver la composition d'un nouveau groupe d'experts et juger de l'évolution de chaque expert en son sein
Collaboration Prescrite			
		Collaboration Établie	Collaboration non établie
Collaboration Libre	Créer des groupes d'experts relativement homogènes pour la gestion d'un nouveau RCcf		Favoriser la recherche autonome par l'expert dès le départ de la gestion d'un nouveaux RCcf
Collaboration Encouragée	Favoriser l'émergence d'un groupe d'experts et affiner les informations sur celui-ci et sur le processus de mise à jour de RCcf		Créer, dès le démarrage, d'un processus de mise à jour de RCcf, des relations avec des collaborateurs jusque-là pas impliqués dans aucune mise à jour d'un RCcf
Collaboration forcée	Mettre en place un groupe d'experts qui a donné précédemment satisfaction dans la mise à jour d'un RCcf		Regrouper des experts, n'ayant jamais collaboré, dans un nouveau processus de mise à jour d'un RCcf et juger de leur capacité à collaborer

Pour un bon déroulement des activités du comité d'experts, une convention de partenariat visant à établir des échanges équilibrés et des synergies entre les partenaires doit être rédigée. Son contenu doit définir les modalités et les champs d'actions du partenariat et ceci en commun accord entre les partenaires. Chaque membre reçoit régulièrement du coordonnateur des documents à analyser, il s'agit de la liste des compétences issues de la décomposition en éléments de compétences des activités de maintenance du stagiaire, de la matrice RLI pour une prise de décision. Une rapidité dans l'exécution des tâches nous impose à utiliser dans cette partie l'internet à travers les adresses email des membres. Une fois le travail d'analyse fait, la matrice RLI bien remplie doit être renvoyée et toujours par email au coordonnateur. Eventuellement ils peuvent associer à l'envoi la liste de compétences si des corrections ont été apportées à ce document. Dans le souci d'avoir un travail efficace nous proposons trois membres pour un comité chargé de mettre à jour un référentiel.

Dans la Figure 51, nous avons la composition du comité d'expert pour un centre de formation par exemple. Ici le comité d'expert gère trois référentiels de compétences et l'échange des informations se fait entre groupe d'experts d'une part et l'ensemble du comité d'autre part. Cette disposition permet de gérer l'interdisciplinarité qui pourrait exister entre les différents référentiels.

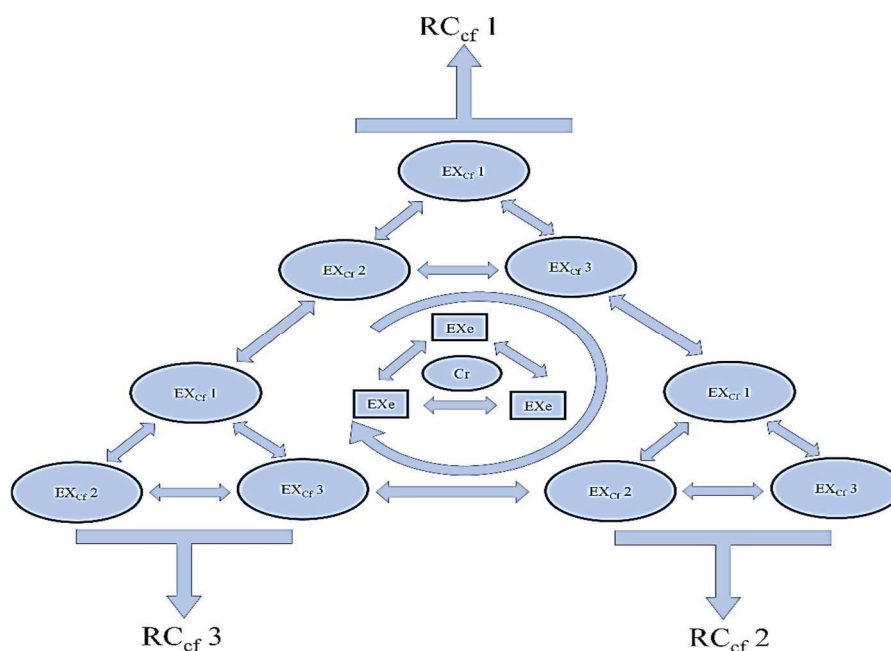


Figure 51 : comité d'experts

4.4.2 Le coordonnateur des experts (Cr)

Le coordinateur des experts est nommé par la direction de l'établissement pour coordonner le travail du pool d'experts. Il est généralement choisi parmi les enseignants de l'établissement qui possèdent les qualifications académiques, maîtrisent la matière et ont le sens de l'organisation... Une expérience reconnue dans l'enseignement ainsi que l'aptitude à l'écoute et au soutien des autres seront aussi déterminants. Étant donné que le capital humain est la première ressource de tout projet, le coordonnateur doit veiller à maintenir l'intérêt et la motivation des membres, à instaurer un cadre favorable à la créativité. Il doit être très attentif à la communication entre les partenaires et les instances engagées. Mieux vaut répéter au risque de lasser que de garder des informations. Il doit autoriser l'expression des attentes, demandes, appréciations et ainsi réguler les conflits éventuels dans l'équipe ou entre l'équipe et les instances partenaires. Il doit aider et assister ses collègues membre du pool à faire vivre le comité d'experts chargé de réactualiser le référentiel de compétences en permanence. Pour cela il doit bien jouer son rôle d'animateur de l'équipe mais aussi entretenir avec eux une relation franche et amicale dans le respect et l'écoute mutuels. Pour la bonne marche du comité qu'il dirige des réunions régulières de coordination doivent être convoquées et dirigées par lui. Ces réunions doivent avoir un objet précis : définition de la problématique, répartition des tâches, point sur la recherche d'informations, etc. Selon les objectifs et le fonctionnement du modèle, ces réunions peuvent concerner le comité dans son ensemble (enseignants et industriels) ou des sous-groupes (enseignants).

Dans le fonctionnement du modèle, il est l'élément essentiel du maillon et coordonne toutes les activités liant les deux entités lors de l'utilisation de ce dernier.

- Choix des membres du comité d'experts
- Gestion du placement des stagiaires en entreprises
- Gestion des flux de connaissances entre le CFPT et les entreprises
- Mise à jour du RCcf avec les éléments de compétences issus de l'analyse et traitement des connaissances par les experts (EXcf)

4.4.3 Circulation des informations

Toute préparation ou exécution de décision suppose une circulation d'informations. Cette circulation n'emprunte pas toujours les mêmes voies pour atteindre les destinataires. L'information qui circule dans une organisation ou un établissement suit un chemin formel ou

informel. Elle part du sommet au subordonnée et inversement et provient soit de l'intérieur, soit de l'extérieur.

Les systèmes d'information sont porteur d'améliorations essentielles dans la sécurité, la qualité et l'organisation de toute organisation. Donc faciliter la circulation et le partage de l'information entre les acteurs d'une organisation doit faire partie des priorités d'action qui fixent la pérennité d'une organisation. Le modèle que nous proposons et qui fait l'objet de ce mémoire s'inscrit en cohérence avec cette idée. Nous allons nous inspirer du modèle de communication de Shannon et Weaver. Comme nous l'avons vu dans l'étude bibliographique, cette théorisation de la communication est centrée sur la transmission optimale d'un message. L'émetteur effectue un codage en transformant le message initial par un message codé. Ce message va passer par le canal de communication qui transmettra le signal codé en étant perturbé par des bruits environnementaux. Lorsque l'information ne passe plus et pour améliorer le rapport signal/bruit, il est nécessaire d'agir sur l'environnement. Bien que le modèle de Shannon ait des inconvénients, l'intérêt de son utilisation est qu'il va mettre en lumière les facteurs qui sont susceptibles de perturber la transmission de l'information (bruit). Ainsi le signal va arriver au niveau de la cible dans l'état le plus proche de ce qu'il était au niveau de la source, c'est ce que nous souhaitons.

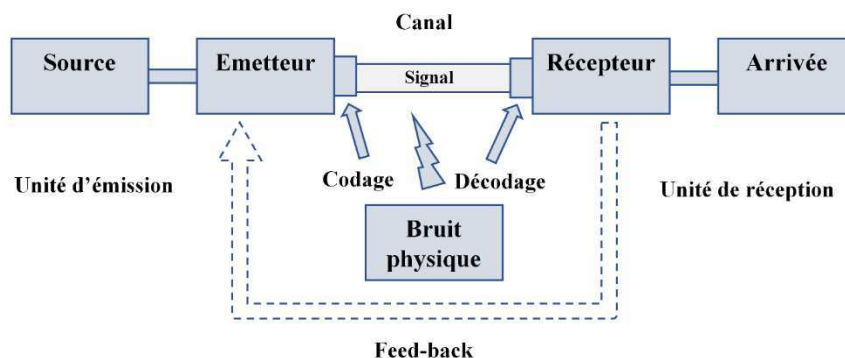


Figure 52 : Modèle de communication de Shannon et Weaver

Dans le tableau ci-dessous nous avons la signification des éléments du modèle

Tableau 21 : les éléments du modèle de Shannon et Weaver

Terme	Lieu	La personne	Rôle
Source	Entreprise	Maitre de stage (expert de l'entreprise)	Envoie les comptes rendus des stagiaires au coordonnateur Réceptionne les retours d'informations
	CFPT	Coordonnateur	Envoie des informations aux experts du CFPT à l'expert de l'entreprise Réceptionne des informations provenant : des experts du CFPT de l'expert de l'entreprise
		Membres du comité d'experts	Réceptionnent des informations venant du coordonnateur Envoient des informations au coordonnateur
Terme	Lieu	La personne	Définition
L'émetteur	Entreprise	Maitre de stage (expert de l'entreprise)	C'est celui qui est à l'origine du message
	CFPT	Coordonnateur	
		Membres du comité d'experts	
Le récepteur	Entreprise	Maitre de stage	C'est celui à qui est destiné le message
	CFPT	Coordonnateur	
		Membres du comité d'experts	
Le message	Entreprise	Le message est émis par le maitre de stage	C'est l'ensemble des informations transmises
	CFPT	Les messages sont émis par le coordonnateur ou les experts du comité	

Terme	Définition	Moyens utilisés
Le canal	C'est le moyen utilisé (ou la voie empruntée) pour transmettre la communication.	Nous utilisons pour transmettre les informations Le Web (email) Le téléphone
Le code	Le code est l'ensemble des signes ou symboles utilisés par l'émetteur pour transmettre le message	Le texte ou la voix
Feed-back	Il représente les informations fournies en retour par le récepteur. Elles permettent à l'émetteur de s'assurer de la bonne compréhension et de réajuster sa communication si besoin	Le texte ou voix
Bruit	Le statut des émetteurs, le lieu, l'environnement, les histoires personnelles, interpersonnelles ou du groupe sont pris en considération dans l'analyse.	

4.5 La stratégie de maintenance pour apprendre et générer des connaissances

Nous venons, dans cette section, expliquer en détail la première partie du modèle qui représente la phase d'apprentissage du stagiaire dans l'activité de maintenance. Cet apprentissage est construit sur la base du « voir faire » et/ou « faire soi-même ». Il s'agit aussi d'une période d'essais et d'erreurs qui correspond à la fonction probatoire du stage. Dans ce cadre, des stratégies favorisant la communication et l'interaction entre le maître de stage expérimenté et le stagiaire novice, constituent un facteur important de l'apprentissage. Le séjour formatif du stagiaire en entreprise peut se reposer sur l'identification de trois phases. La première phase concerne l'intégration qui est une - Visite Guidée de l'entreprise (Vge). Dans cette phase, on lui présente l'organisation de l'entreprise tout en le sensibilisant aux règles de sécurité. Une personne s'appropriera mieux ce qu'on lui demande si elle perçoit le plus justement possible dans quel environnement elle se trouve. Puis s'ensuit une familiarisation avec un univers inconnu pour lui. Il découvre une équipe, une entreprise. C'est peut-être son premier contact avec le monde du travail. Cette phase d'intégration le guidera sans aucun doute sur l'identification des défis possibles à relever. Dans la deuxième phase appelée - Observation dans l'Activité de maintenance (OAm), le stagiaire est affecté dans une équipe de techniciens

avec un tuteur qui est chargé de guider ses premiers pas dans la maintenance. Il sera dans cette équipe comme un observateur. Dans chaque activité de maintenance le tuteur est chargé de lui expliquer et de lui montrer comment on procède en effectuant une manœuvre ou en réalisant une opération. Dans la troisième phase qu'on appelle période - d'Essai dans l'Activité de maintenance (EAm) - le tuteur peut lui demander de passer à l'action tout en le rectifiant au fur et à mesure de sa progression. Dans la quatrième et dernière phase qui est la phase - d'Autonomie dans l'Activité de maintenance (AAm), le tuteur le laisse faire des interventions sans accompagnement. On lui permet même de tenter des interventions selon son propre style. Il développe sa confiance en soi, s'autocritique pour favoriser une meilleure connaissance de lui-même et des interventions efficaces. Il doit aussi être en mesure de reformuler ce qu'il a compris, commenter ce qu'il fait, un moyen pour renforcer et vérifier sa compréhension. On peut résumer ces différentes phases sur la Figure 53.

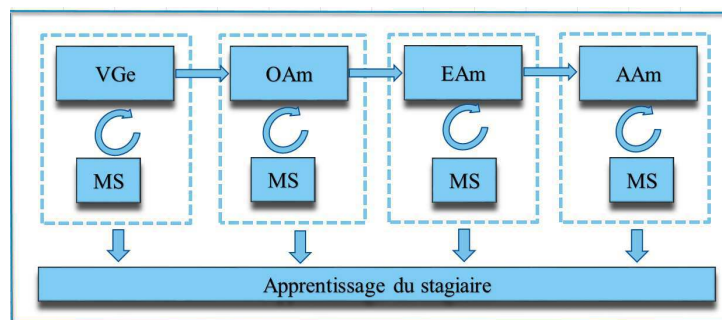


Figure 53 : apprentissage dans l'activité de maintenance

4.6 Conclusion partielle :

Nous avons présenté dans ce chapitre le modèle KSRU qui fait l'objet de ce mémoire ainsi l'explication de son fonctionnement. Ce modèle décrit tout le processus mis en œuvre pour un apprentissage optimal du stagiaire ainsi que la réactualisation du référentiel de compétences du centre de formation professionnelle et technique. Dans ce processus nous avons utilisé les modèles :

- d'ingénierie d'une part dans sa phase de captation et de collecte des informations et d'autre part dans sa phase de capitalisation, de compréhension et de partage des connaissances.
- de Nonaka et Takeuchi surtout dans ses phases de socialisation (interaction entre individus au sein d'un groupe) et d'externalisation (articulation des connaissances tacites en concepts explicites).

Dans le chapitre suivant, à travers deux cas, ce modèle sera validé par des données recueillies en entreprises industrielles. La stratégie qu'on mettra en place pour recueillir ces données consiste à placer un apprenant du centre de formation en position de stage dans une entreprise industrielle. Les connaissances issues de ces données seront capitalisées puis validées avec la LRI et serviront à mettre à jour le référentiel de compétences du CFPT afin qu'il soit le plus cohérent possible du référentiel métier de l'entreprise.

Chapitre 5

Application du modèle

Études de cas

5 Chapitre 5 : Application du modèle KSRU : Études de cas

5.1 Introduction

Le chapitre précédent s'est attaché à présenter et expliquer le fonctionnement du modèle KSRU. La définition et l'agencement d'un vocabulaire devant permettre la compréhension du fonctionnement du modèle et son utilisation ont été étudiés. Le présent chapitre est dédié à une application du modèle à partir de données recueillies en entreprise industrielle dans des activités de maintenance avec comme acteurs principaux, l'ES et son maître de stage. Cette application concerne principalement la mise à jour du référentiel de compétences du CFPT à partir de ces données. Nous avons aussi en filigrane l'apprentissage du stagiaire dans cette même activité de maintenance. Nous mettons ici sur l'efficacité des interactions directes entre les personnes favorisant non seulement la communication verbale, mais aussi l'apprentissage par l'action, le modelage des comportements. La stratégie de transfert d'expertise que nous proposons est celle de la modélisation par objet typés qui est un langage qui favorise l'extériorisation de la connaissance tacite en connaissance explicite.

5.2 Les stratégies utilisées

5.2.1 L'application MOT

La Modélisation par Objets Typés est conçue par Paquette en collaboration avec les chercheurs du centre de recherche Laboratoire d'Informatique Cognitive et Environnements de Formation (LICEF) de la TéléUniversité du Québec. MOT permet l'identification et la structuration des connaissances en une représentation schématique pour les rendre visibles, manipulables, compréhensibles, communicables entre les humains et les ordinateurs. Comme tout langage, MOT se caractérise par sa grammaire et sa sémantique. MOT est un langage graphique, sa grammaire sert à définir les règles d'utilisation des symboles graphiques qui composent l'alphabet ou le lexique du langage. Sa sémantique est la définition du sens, de l'interprétation donnée aux symboles. MOT consiste à représenter chaque connaissance du domaine au moyen d'une étiquette textuelle concise (un mot ou quelques mots), entourée d'une forme graphique permettant de spécifier son « type ». Quatre types de connaissances sont distingués au moyen d'une forme graphique différente :

- les procédures (actions, activités, etc.) sont représentées par la forme ovale ;
- les concepts (objets, ressources, outils, documents, etc.), par la forme rectangulaire ;

- les principes (règles, théories, lois, etc.), par la forme hexagonale ;
- les faits, par la forme rectangulaire aux coins coupés.

Ces objets typés de connaissances sont reliés entre eux au moyen de traits fléchés indiquant la direction des liens et traversés par une lettre spécifiant leur « type ».

MOT propose un ensemble restreint de six types de liens génériques pouvant être utilisés pour représenter des connaissances de tout domaine. Il s'agit des liens suivants :

- le lien de composition (C),
- le lien de spécialisation (S),
- le lien de précédence (P),
- le lien de régulation (R),
- le lien intrant/produit (I/P)
- le lien d'instanciation (I).

En outre, la technique inclut une grammaire qui régit le type de lien pouvant être tracé entre les différents types de connaissances. Par exemple, un lien de spécialisation (A est une sorte de B) ne peut être établi qu'entre deux connaissances de même type et un lien intrant/produit, entre un concept et une procédure, le concept étant alors soit un intrant à la procédure (si la flèche va du concept vers la procédure) ou un produit de la procédure (si la flèche va de la procédure vers le concept). Cette technique est fondée sur la théorie des schémas et semble donc particulièrement propice à représenter les connaissances structurées des experts (Basque et al, 08 ; Basque et Pudelko, 04). Il existe un logiciel appelé MOT+ (conçu par le LICEF) qui permet non seulement de faciliter les opérations de construction du modèle de connaissances (supprimer, déplacer, copier-coller des objets, modifier l'étiquette et le type des objets, etc.), mais guide activement l'utilisateur dans l'application de la grammaire MOT.

5.2.2 Stratégie de génération de connaissances dans l'activité de maintenance

Dans la stratégie de génération de connaissances dans l'activité de maintenance nous utilisons par souci de simplicité l'architecture de la maintenance représentée sur la figure ci-dessous. Pour les activités de maintenances en entreprise on se servira de cette architecture pour faciliter la génération de connaissances. Dans cette structure nous avons deux grands types de maintenance : la maintenance corrective et la maintenance préventive. La maintenance corrective comprend la maintenance palliative ou maintenance de catastrophe. De son côté, la

maintenance préventive se subdivise en maintenance systématique, conditionnelle et prévisionnelle.

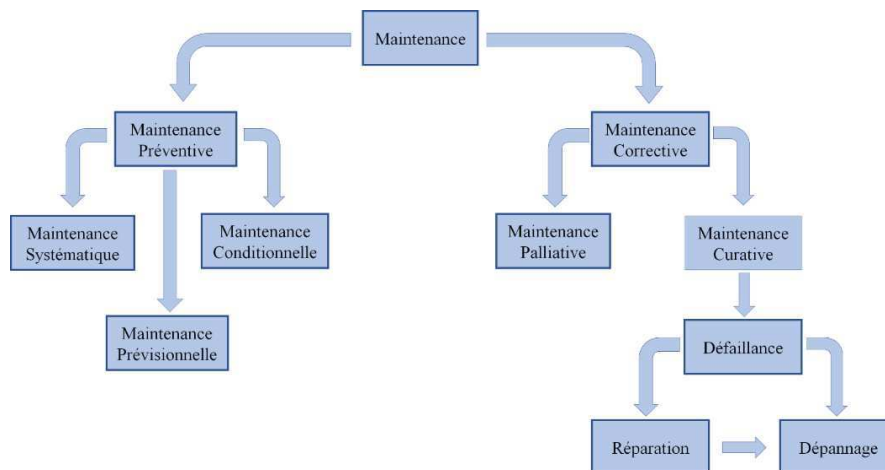


Figure 54 : les types de maintenance

5.3 La maintenance corrective

La maintenance corrective (ou maintenance curative ou encore, maintenance de catastrophe) fait suite à une défaillance de la machine. Elle comprend deux types d'intervention : le dépannage et la correction des causes de la défaillance. Le dépannage correspond à la première étape de la maintenance corrective. Parfois appelé maintenance palliative, il équivaut à un entretien d'urgence, à une activité provisoire et immédiate faisant suite à un dérèglement ou à tout autre mauvais fonctionnement. Par ailleurs, la phase de correction permet de repérer et de corriger la source de la défaillance pour éviter les incidents répétitifs.

Cette défaillance est le début de toutes activités de maintenance corrective, c'est « l'altération ou la cessation de l'aptitude d'un ensemble à accomplir sa ou ses fonction(s) requise(s) avec les performances définies dans les spécifications techniques ».

Un ensemble est défaillant si ses capacités fonctionnelles sont interrompues (panne ou arrêt volontaire par action d'un système interne de protection ou une procédure manuelle équivalente). Dans le cas d'une dégradation sans perte totale de la fonction, on considère qu'il s'agit d'une défaillance si sa performance tombe au-dessous d'un seuil défini, lorsqu'un tel seuil minimal est contenu dans les spécifications fonctionnelles du matériel. Il s'ensuit qu'un ensemble est défaillant s'il est considéré ou déclaré incapable d'assurer les fonctions requises par l'exploitant utilisant des critères fonctionnels simples. La maintenance corrective (ou

maintenance curative ou encore, maintenance de catastrophe) fait suite à une défaillance de la machine. Elle comprend deux types d'intervention : le dépannage et la correction des causes de la défaillance. Le dépannage correspond à la première étape de la maintenance corrective. Parfois appelé maintenance palliative, il équivaut à un entretien d'urgence, à une activité provisoire et immédiate faisant suite à un dérèglement ou à tout autre mauvais fonctionnement. Par ailleurs, la phase de correction permet de repérer et de corriger la source de la défaillance pour éviter les incidents répétitifs. De la constatation de la défaillance jusqu'à la rédaction du compte rendu de maintenance, le technicien aura exécuté plusieurs autres tâches, cette procédure regorge énormément d'informations qui sont nécessaires à la compréhension de la défaillance. Le travail requière un raisonnement mais très souvent probabiliste et inférentiel ce qui nous conduit à l'utilisation de MOT afin de pouvoir représenter les connaissances. L'utilisation de MOT permet de produire des connaissances très utiles pour la formation de l'Étudiant/Stagiaire. L'architecture représentée à la Figure 55 fait partie de cette tâche, c'est une analyse qualitative faite après le constat de la défaillance et permet de comprendre aussi bien l'environnement du système lors de sa perte de normalité que les mécanismes qui ont engendré la défaillance. Cela afin d'apporter des remèdes durables et des mesures d'organisation pour éviter la réapparition de la défaillance, ou pour atténuer ses effets.

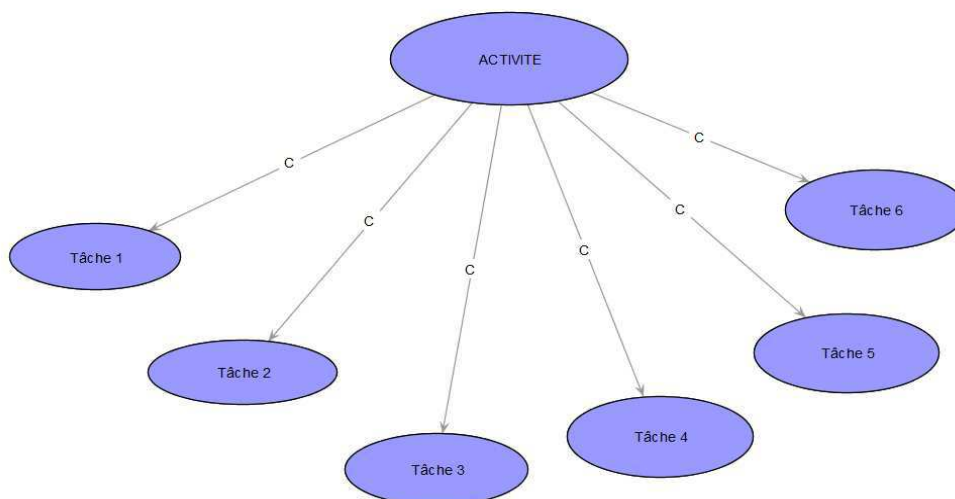


Figure 55 : les tâches d'une activité de maintenance corrective

L'activité ici est la constatation d'une défaillance et comporte plusieurs tâches, les tâches peuvent être aussi traitées avec MOT pour produire aussi des connaissances. Dans la suite nous traiterons, comme élément d'exemple, la tâche 1 avec MOT.

Tableau 22 : les tâches d'une activité de maintenance corrective

Tâche	Contenus des tâches
Tâche 1 : les causes	<p>Imputation extrinsèque : accident, choc, surcharge, mauvaise utilisation, erreur de conduite, non-respect de consigne, défaut d'entretien, manque de précaution, environnement non conforme, défaillance seconde, ou en cascade ;</p> <p>Imputation intrinsèque : défaut de santé-matière, de conception, de fabrication, de montage, d'installation, mode de défaillance en fonctionnement : usure, abrasion, corrosion, fatigue, détérioration de surface, déformation, rupture, vieillissement, etc.</p>
Tâche 2 : La détection, la manifestation et l'alarme	<p>par qui, quand et par quel moyen la défaillance a-t-elle été détectée ?</p> <p>dans quelles conditions de surveillance et/ou par quels capteurs en place ?</p> <p>manifestation de la défaillance : amplitude (partielle ou complète), vitesse (progressive ou soudaine), caractère (permanent, fugitif, intermittent).</p>
Tâche 3 : L'identification et la localisation de la défaillance	<p>identification dans l'organisation (numéro de DT, intervenants et nature de la panne) ;</p> <p>situation dans le temps (relevé compteur et date + heure) ;</p> <p>localisation dans l'espace à travers l'arborescence (localisation par code de l'équipement, puis du module ou du composant défaillant) ;</p> <p>identification fonctionnelle : quelle est la fonction perdue ?</p>
Tâche 4 : Les renseignements recueillis par une enquête préliminaire	<p>DTE (Dossier Technique Equipement) relatif au composant défectueux localisé ;</p> <p>origine et référence du composant localisé ;</p> <p>état de l'environnement avant et au moment de la détection, conditions de service et circonstances ;</p> <p>fichier historique (quelles sont les interventions antérieures ?).</p>
Tâche 5 : Les symptômes	<p>observés in situ avant l'arrêt : relevé des « anormalités » (bruit et vibrations, couleur, odeur, chaleur, etc.), indications mesurées ou captées, caractérisation des contraintes, perturbations en sortie, défauts de qualité associés</p> <p>observés après dépose ou démontage : mesures statiques, mesures électriques en tension ou hors tension, examen morphologique en cas de rupture mécanique, examen de surface, photographie ou dessin ;</p> <p>observés par examens complémentaires : microscopie, analyses chimiques, contrôles non destructifs ou destructifs, essais, etc.</p>
Tâche 6 : Les conséquences	<p>sur le plan de la sécurité, de l'indisponibilité, de la non-qualité-produit, des coûts directs, etc.</p> <p>mineures, majeures ou critiques.</p>

5.3.1 La décomposition de la tâche 1 en connaissances avec MOT

A l'aide du Tableau 22, nous construisons l'architecture MOT relative à la décomposition en éléments de connaissances de la tâche 4 (causes, diagnostic). Nous voyons bien que cette phase de recherche de causes regorge de beaucoup de connaissances qui peuvent servir de base d'apprentissage.

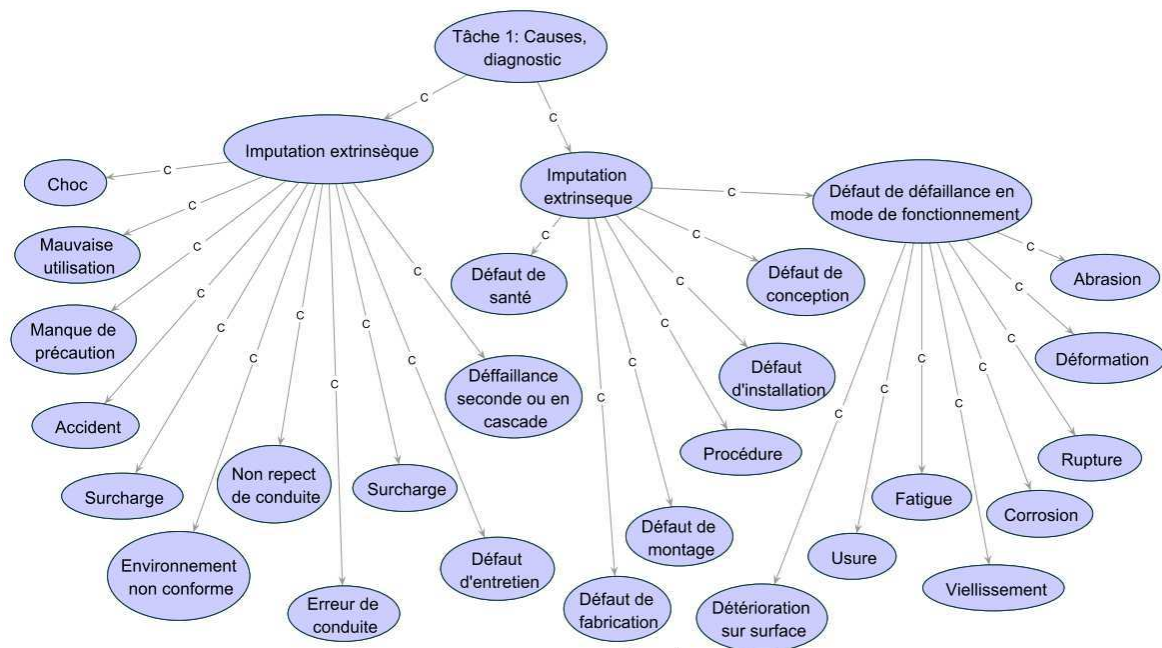


Figure 56 : décomposition d'une tâche en connaissance

Remarques : nous avons jugé que la tâche 4 (Les renseignements recueillis par une enquête préliminaire) est très importante dans la formation de l'Étudiant/Stagiaire, nous avons décidé de l'évaluer. Cette évaluation faite à partir d'un fichier Excel, consiste à répondre à une série de questions relatives à la recherche d'informations sur la panne. Les questions vont de Q1 à Qi et sont suivies chacune par une réponse à choix multiples (au nombre de trois). Les questions et les réponses sont conçues par le Maître de stage et sont en relation avec la recherche d'informations sur l'activité de maintenance. La réponse exacte d'une question permet de passer à la suivante et ainsi de suite jusqu'à la fin des questions prévues pour l'évaluation.

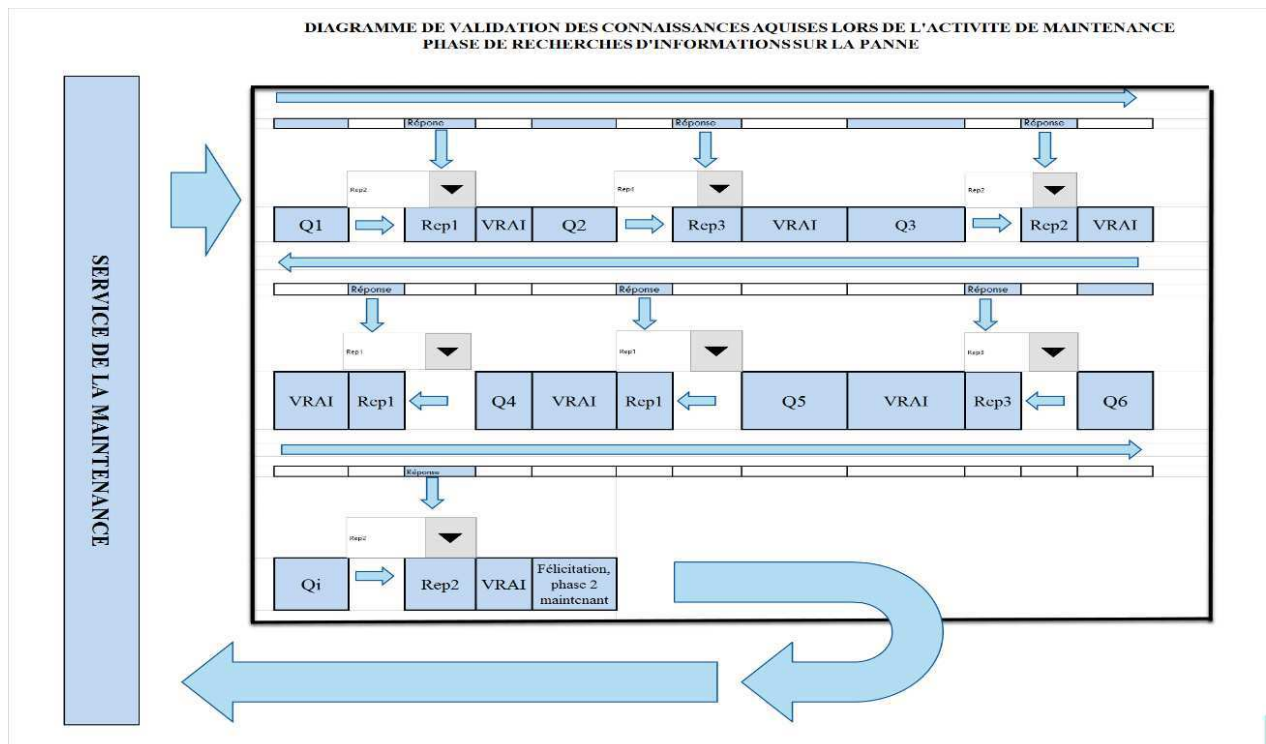


Figure 57 : fiche de test d'évaluation

Passons maintenant à la phase diagnostic qui est un raisonnement logique modulable suivant la criticité de la défaillance à élucider. Nous l'avons subdivisée en plusieurs phases et pour cela on s'est inspiré du modèle du Raisonnement à Partir de Cas (RàPC) qui est une approche d'apprentissage et de résolution de problèmes basée sur les expériences passées (Aamodt et Plaza, 94). Dans cette approche, l'utilisateur essaie de résoudre un nouveau problème en reconnaissant les similarités avec des problèmes préalablement résolus, appelés cas.

Nous l'avons choisi parce qu'il favorise l'apprentissage car dans chaque activité de résolution de problème on essaie toujours de retrouver des situations analogues dans une base de cas puis les adapter à la nouvelle situation. Ainsi l'Etudiant/Stagiaire est tenu, dans la phase de diagnostic d'une panne, d'utiliser le sous modèle suivant et sous le contrôle du Maître de Stage.

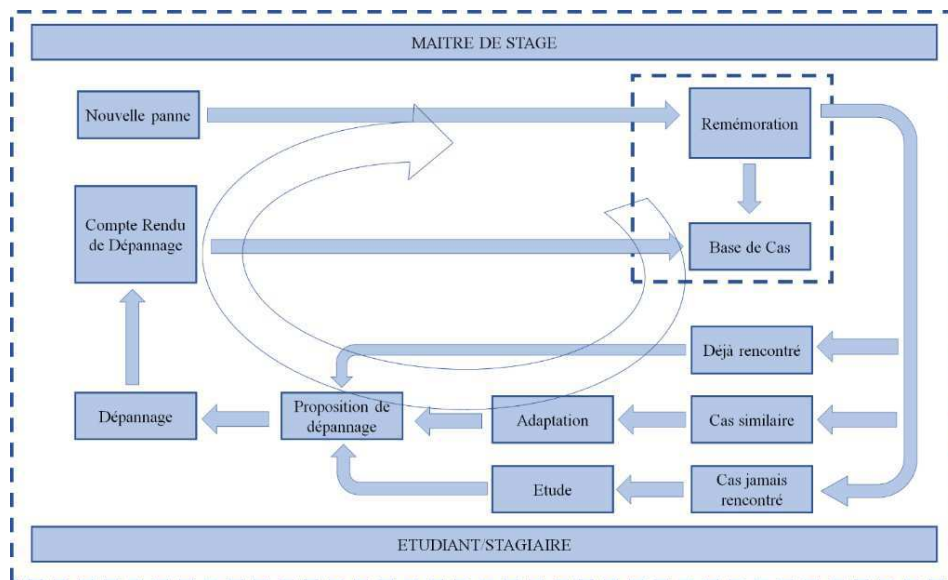


Figure 58 : Recherche d'informations dans la base de cas

5.3.2 La base de cas

Un cas est communément un problème spécifique qui a été identifié, résolu, stocké et indexé dans une mémoire avec sa solution, et éventuellement le processus d'obtention de celle-ci. La base de cas est l'ensemble des cas du système, ceux-ci sont donnés par l'utilisateur dans notre système.

- Remémoration

Dans cette phase on cherchera, à partir de la description du problème, tous les cas antérieurs qui peuvent aider à résoudre la défaillance d'un système. C'est une recherche de connaissances qui se fera dans la base de cas. Elle est essentiellement un ensemble d'opérations de reconstruction des connaissances permettant d'extraire les connaissances dont on a besoin pour résoudre la défaillance du système. Cette phase de remémoration de cas similaires dépend essentiellement de la représentation des cas, de la structure de base de cas, des mesures de similarité et de l'exactitude de la réponse attendue. Cette mesure de similarité cherche des correspondances entre les descripteurs problèmes des cas sources (base de cas) et ceux du cas cible (nouveaux cas). L'objectif de ces mesures de similarité est de retrouver dans la base de cas, le cas similaire au problème actuel dans le sens qu'il soit facilement adaptable à ce nouveau problème. Après la définition du problème selon une description bien normée, le module de remémoration lance l'algorithme pour chercher dans la base de cas, des modèles similaires.

Dans notre système nous avons utilisé l'algorithme de Levenshtein (Levenshtein, 66) pour estimer le pourcentage de similarité entre le cas source et le cas cible.

5.3.3 Principe de l'algorithme de Levenshtein

Cet algorithme appelé communément distance de Levenshtein mesure le degré de similarité entre deux chaînes de caractères. Elle est égale au nombre minimal de caractères qu'il faut supprimer, insérer ou remplacer pour passer d'une chaîne à l'autre. C'est une distance au sens mathématique du terme, donc en particulier c'est un nombre positif ou nul, et deux chaînes sont identiques si et seulement si leur distance est nulle. On a aussi des propriétés de symétrie, et l'inégalité triangulaire de la géométrie est ici aussi vérifiée. Nous nous sommes inspirés de cet algorithme pour réaliser l'application sur Excel qui permet de chercher des cas similaires dans la base de cas. Cet algorithme de recherche de similarité est implanté dans un classeur Excel qui renferme tous les comptes rendus des activités de maintenance réalisés par les stagiaires lors de leur passage dans l'entreprise. Ce classeur est donc évolutif et représentera la base cas. Ci-dessous un exemple d'une recherche d'un cas dans la base de cas, le code de la machine en panne est AC341, la nature de la panne déclarée est un relais thermique « cramé », nous voyons ici que la recherche a donné un score de 100%. Donc dans la base de cas on trouve que la même machine était tombée en panne le 12/04/2015 pour ce même problème.

Veuillez saisir votre recherche ici			
CODE	PANNE DECLAREE		
AC341	relais thermique cramé	XXXXXXX	
CODE	PANNE DIAGNOSTIQUEE	SCORE	DATE
AC341	relais thermique cramé	score (100,00%)	12/04/2015
EC212	contacteur KM1 hors service		13/04/2015
LC105	défaut automate		14/04/2015
DC215	roulement éclaté		15/04/2015
RC311	défaut de lubrification		16/04/2015
AC345	relais thermique cramé	score (80,00%)	17/04/2015
EC212	contacteur KM1 hors service		18/04/2015
TC514	disjoncteur hors service		19/04/2015
KC111	défaut de l'arbre à cône		20/04/2015
RC322	défaut de baisse de tension		21/04/2015
EC212	contacteur KM1 hors service		22/04/2015
RC311	défaut de lubrification		23/04/2015
RC312	défaut de lubrification		24/04/2015

Figure 59 : recherche de similarité dans la base de cas

Cette phase de détermination de la similarité nous conduit à trois possibilités :

- Cas jamais rencontré : pourcentage 0%

Nous sommes face à une situation jamais rencontrée, pour sa résolution nous proposons une méthode de diagnostic générique (G Paquette, 02) basée sur MOT et utilisable dans divers domaines d'application. Elle se compose de cinq principes qui, ensemble, distribuent le contrôle entre les quatre sous- procédures de diagnostic. Elle permet de générer et de tester une à une, et systématiquement, les diverses composantes du système cible.

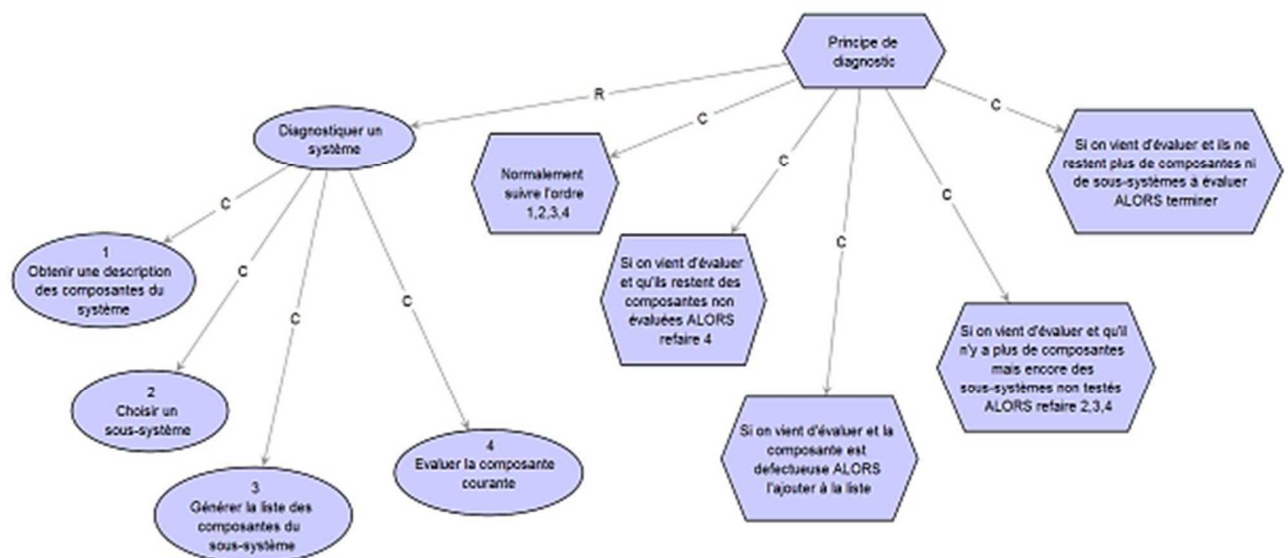


Figure 60 : Méthode de diagnostic générique

- **Cas similaires** : pourcentage 80%

En fonction du pourcentage de similitude entre le cas source et le cas cible (80% pour notre système), on mettra une stratégie d'adaptation qui consiste à proposer une solution au nouveau problème à partir des solutions appartenant aux cas sources remémorés (Lopez de Mantaras et al., 05). Cette phase peut se faire soit via une intervention humaine (manuelle) soit d'une manière automatique à l'aide d'algorithmes, de méthodes, de formules, de règles, etc. Dans notre cas, vu l'importance que nous accordons à l'apprentissage du stagiaire dans l'activité de maintenance, nous préconisons pour cette phase une adaptation manuelle. Cette phase

d'adaptation consiste à transformer les solutions source (Sol(source)) en une solution appropriée Sol(cible) et nous proposons la démarche de résolution ci-dessous.

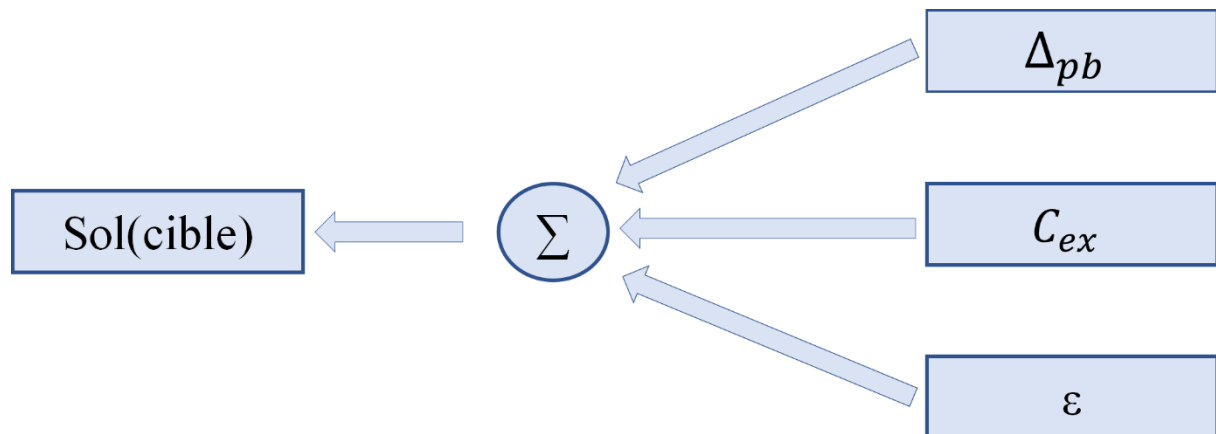


Figure 61 : démarche de résolution problèmes pour un cas similaire à 80%

Δ_{pb} : Contient toutes les informations sur les liens entre les problèmes source et cible

C_{ex} : L'ensemble des connaissances expérientielles que le maitre de stage est capable de mobiliser pour la résolution du cas cible

ε : les connaissances expérientielles du stagiaire

Les informations sur les liens entre les problèmes source et cible (Δ_{pb}) sont obtenues à partir de la base des cas. Pour obtenir ces informations il suffit, comme nous l'avons cité plus haut, d'interroger la base cas pour une recherche de similarité entre un cas cible et un cas source. Une fois l'algorithme de recherche de similarité retrouve une ou plusieurs cas similaires on récupère grâce aux liens tous les Comptes Rendus de maintenance relatifs à ce cas similaire. Il suffit d'étudier ces documents pour en sortir les Δ_{pb} et ce travail de synthèse sera fait par l'Étudiant/Stagiaire.

Le but visé c'est de développer chez l'ES des capacités d'identification et de classement des caractéristiques et des dimensions d'un problème, de comparer ensuite les éléments du problème et enfin de trouver les relations entre ceux-ci.

Pour mettre en œuvres les connaissances expérientielles dans cette relation nous allons nous appuyer sur la théorie de socialisation et d'extériorisation des connaissances (Nonaka et Takeuchi, 95) développée dans l'état de l'art.

- Cas déjà rencontrés : pourcentage 100%

Dans cette phase, la solution cible est localisée à 100% dans la base de cas, dans la mesure où un compte rendu de dépannage de résolution du problème existe. La difficulté va résider ici dans la façon de résoudre le nouveau problème à partir d'une solution antérieure. Cette phase nous permettra à encourager les activités métacognitives chez l'Étudiant/Stagiaire en situation d'apprenant pour mieux favoriser son autonomie. Cela consistera à l'amener à comprendre, à utiliser et à maîtriser le processus de résolution de problèmes en s'appuyant sur la solution du cas source. En devenant plus autonome, le stagiaire en vient à développer des habiletés d'autogestion de ses apprentissages qui lui serviront toute sa vie (Belmont, Butterfield et Ferretti, 82). Bien que nous favorisions l'autonomie de l'Étudiant/Stagiaire, une supervision de ses activités est toujours faite dans chaque étape par son maître de stage qui est l'expert du domaine et qui détient les connaissances expérientielles que nous souhaitons mettre en œuvre pour la résolution du cas cible.

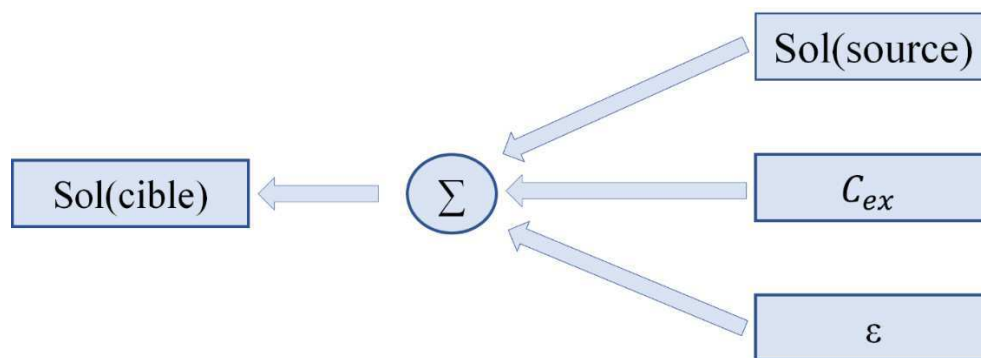


Figure 62 : démarche de résolution problèmes pour un cas similaire à 100%

5.4 La maintenance préventive

La maintenance préventive est une « maintenance effectuée avant la détection d'une défaillance d'un bien, à des intervalles prédéterminés ou selon des critères prescrits (suite à l'analyse de l'évolution surveillée de paramètres significatifs) et destinée à réduire la probabilité de défaillance d'une entité ou la dégradation du fonctionnement du bien » (norme NF EN 13306). La maintenance préventive doit donc permettre d'éviter les défaillances des matériels en cours d'utilisation. Seule, l'analyse des coûts doit mettre en évidence un gain par rapport aux défaillances qu'elle permet d'éviter. Analyse de coûts signifie qu'il faut comparer le coût de la maintenance préventive à la somme des coûts suivants : coût de l'opération corrective, coût

éventuel des accidents de travail, coûts des pertes de production engendrées par l'arrêt, coûts des rebuts. On obtient donc l'algorithme de la figure 63

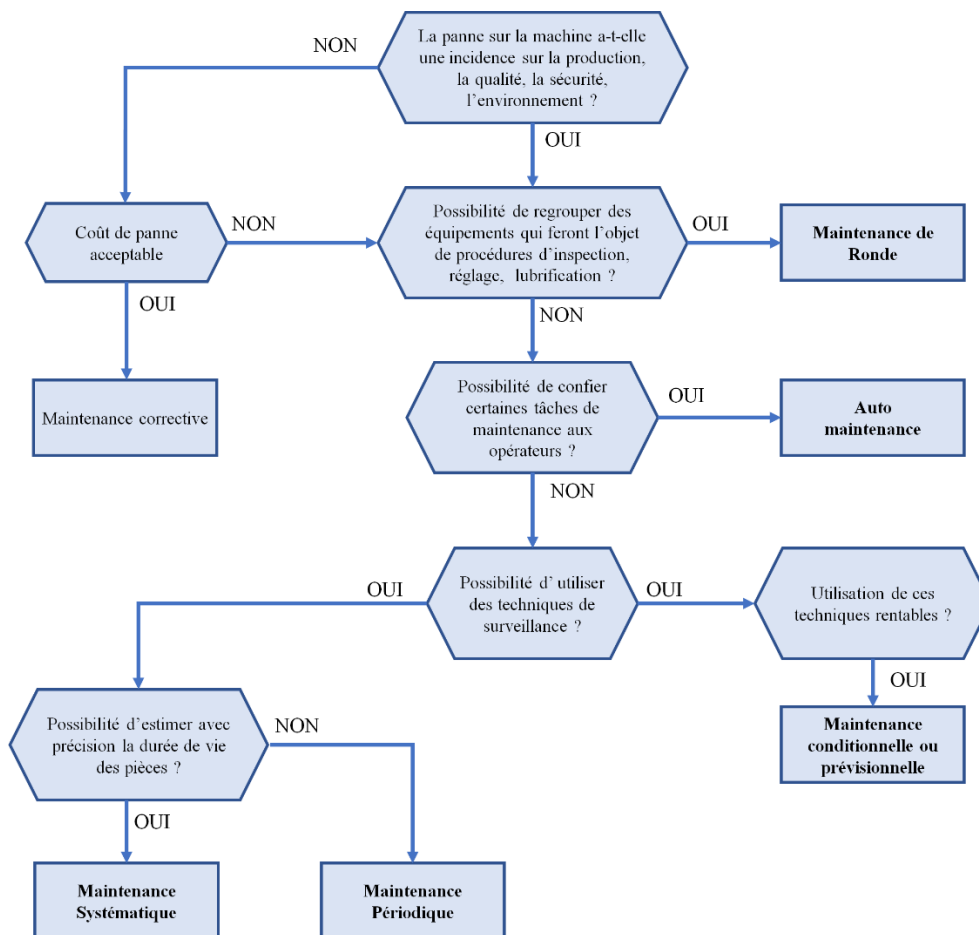


Figure 63 : Algorithme de choix de type de maintenance

On constate que la maintenance préventive peut prendre différentes formes :

- maintenance systématique,
- maintenance périodique,
- maintenance de ronde,
- auto maintenance,
- maintenance conditionnelle,
- maintenance prévisionnelle.

Ces différentes formes de maintenance préventive et les éléments qui les constituent sont répertoriées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 23 : Les opérations de maintenance préventive

Aspects de maintenance préventive	Opérations de maintenance préventive	
Maintenance systématique	Remise à niveau d'une ligne de production par arrêt annuel,	
	Révision générale d'un équipement,	
	Échange standard d'un sous-ensemble ou d'un composant sensible (filtre, joint, durite balais d'un moteur CC, etc..),	
	Lubrification	
Maintenance conditionnelle	Visuelles	Examen de l'usure à l'aide d'une cote
		Observation d'un jeu mécanique
		Observation d'une courroie détendue, etc...
	Réalisées à partir d'appareils de mesures	Voltmètre
		Oscilloscope
		Analyseur de spectre
		Radiographie
		Comptage de particules, etc..
	Visualisables grâce à des capteurs pré-réglés	Témoin de plaquette de frein sur une voiture
		Témoin de température, etc.
Maintenance prévisionnelle	Mesure de température	
	Mesure des vibrations	
	Mesure des détériorations surfaciques ou internes	
	Mesure de la teneur en résidus des huiles et lubrifiants.	
Maintenance ronde	Tous les problèmes de lubrification, de contrôles de pression, température	
	Les examens sensoriels (détection de fuites, d'odeurs, de bruits anormaux),	

	Les réglages de certains organes (courroies, calages, etc..),
	Les contrôles des équipements annexes (distribution d'énergie, épuration des eaux, évacuation des résidus, ...).
L'auto maintenance	La propreté du poste de travail (nettoyage, rangement)
	La vérification visuelle des différentes zones du poste à l'arrêt et en fonctionnement,
	La « surveillance active » en fonctionnement (relevés de normalités de certains paramètres comme la température ou la pression),
	L'alerte éventuelle (appel maintenance).

Nous voyons à travers ce tableau que la maintenance préventive nécessite un personnel très expérimenté car des opérations qui nécessitent des compétences avérées y sont réalisées. C'est l'occasion pour nous, dans le fonctionnement de notre modèle, de trouver des stratégies pour faciliter la génération de connaissances et l'apprentissage dans ce type d'activité. Cette stratégie dans son application, va s'appuyer comme pour l'activité de maintenance corrective sur les interactions entre le maître de stage et le stagiaire, mais aussi aux ressources offertes par l'environnement du travail. L'accompagnement par les collègues plus expérimentés s'avère aussi nécessaires pour s'approprier des règles implicites et explicites ainsi que pour acquérir des connaissances difficilement accessibles par la seule découverte personnelle.

Dans chaque activité de maintenance le Maître de stage sera le point focal de l'apprentissage du stagiaire, il est là pour répondre à ses questions, l'aider à comprendre ce qui se passe autour de lui, et résoudre avec lui les problèmes qui pourraient surgir. L'Étudiant/Stagiaire doit être bien préparé pour qu'il soit en mesure de choisir les connaissances qui doivent être capitalisées, en identifiant les procédures qui décrivent la manière d'accomplir une activité et/ou en déterminant s'il est nécessaire de capitaliser le « tour de main » de l'acteur. La technique de l'entretien d'explicitation de Vermersh sera mise en œuvre dans cette partie. C'est une technique d'aide à la verbalisation à posteriori d'une activité/tâche réalisée par une personne, tant au niveau des actions matérielles que mentales. Elle permet au sujet d'explicitier ce qui est non conscient dans le déroulement de son activité et aide à l'évocation du passé, à l'émergence de l'implicite, à la verbalisation et à la prise de conscience des compétences, à écarter les jugements pour se concentrer sur les faits. Comme nous l'avons cité plus haut

l'Étudiant/Stagiaire doit être bien préparé pour cela, une formation au CFPT est indispensable et est réservée à des personnes ayant de bonnes bases en psychologie.

La Figure 64 résume les fonctions des relances dans l'entretien d'explicitation. Il montre les prises de décision à opérer, encourager, focaliser, élucider si c'est possible et pertinent, sinon réguler autant que nécessaire.

Dans la quête d'informations durant l'activité de maintenance, après avoir posé une question, l'Étudiant/Stagiaire doit laisser l'acteurs s'exprimer librement. Pour faciliter la verbalisation il doit adopter une synchronisation gestuelle et posturale, gérer les silences et en produisant des relances minimalistes (reformulations en écho par exemple). Il doit toujours chercher à savoir si l'action réalisée est personnelle ou standard ceci dans le but de détecter « les tours de main »

S'il juge qu'un point est très important pour lui durant l'activité, il peut demander à son maître de stage d'y revenir. Cette attitude vise à délimiter et à préciser un point sur lequel il faut revenir ou s'attarder car il est porteur de sens et de pertinence.

Dans les activités de maintenance préventive on utilise très souvent des actions basées sur de la perception, c'est-à-dire qui renvoient aux organes de sens (vision, audition, odorat, goût, sensations propres à l'acteur), ou sur l'expérience de sa propre pensée. Il est suggéré dans des cas pareils que l'Étudiant/Stagiaire insiste sur la description de cette tâche par l'acteur. L'acteur doit lui décrire avec précision la tâche qu'il a réalisée et au moins une description des stratégies adoptées. Il doit aussi si nécessaire tenter de temps en temps de recourir à une régulation pour atteindre l'explicitation. La finalité visée par cette fonction utilisable à tout instant est de rattraper les écarts constatés.

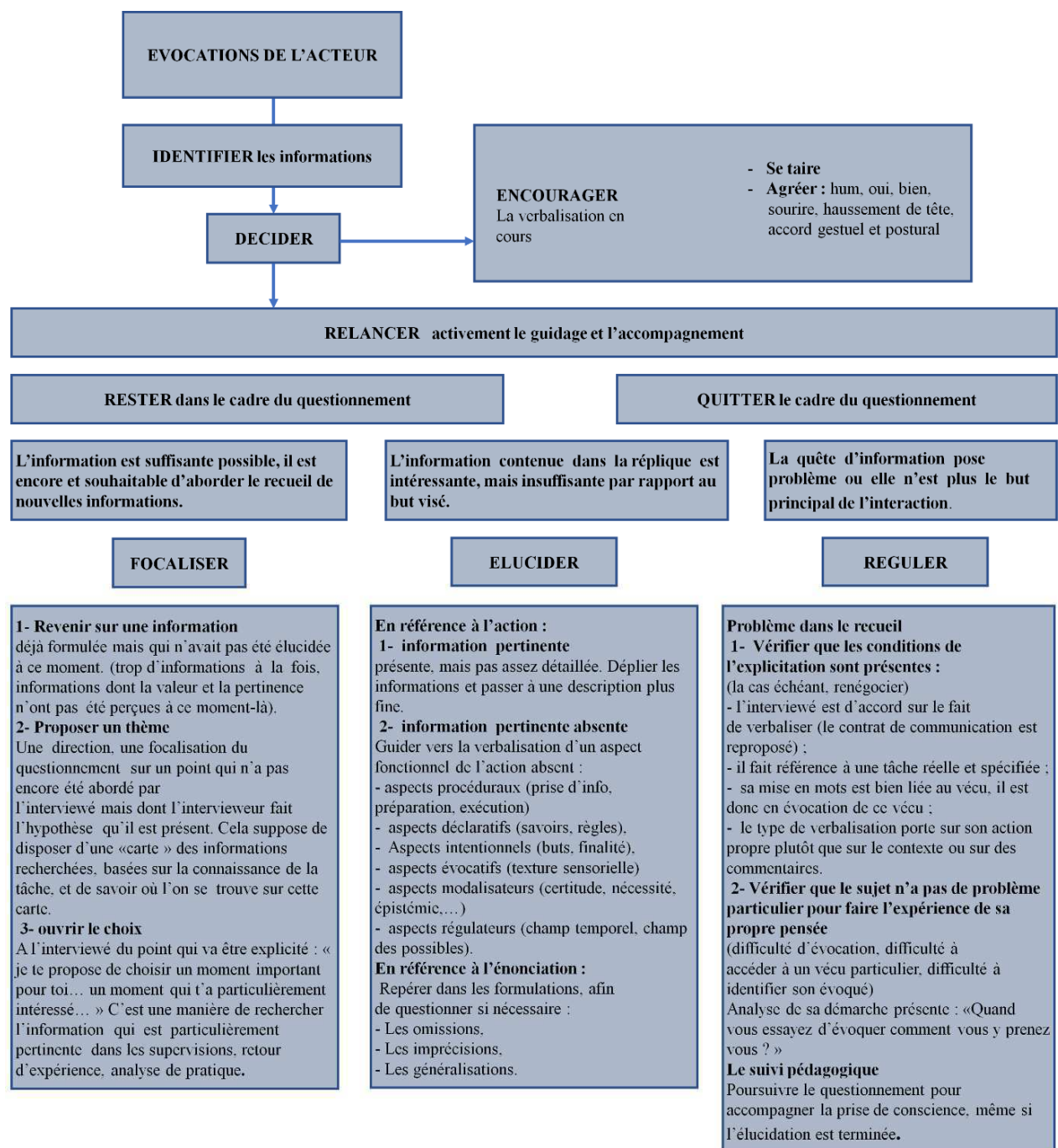


Figure 64 : les fonctions des relances dans l'entretien d'explicitation

Le modèle de génération utilisé pour faciliter l'intégration de l'Étudiant/Stagiaire dans les activités de maintenance préventive est MOT. Avec cette application les différentes opérations qui sous-tendent ce type de maintenance sont décrites. Dans l'exemple ci-dessous nous représentons l'opération d'une maintenance de ronde.

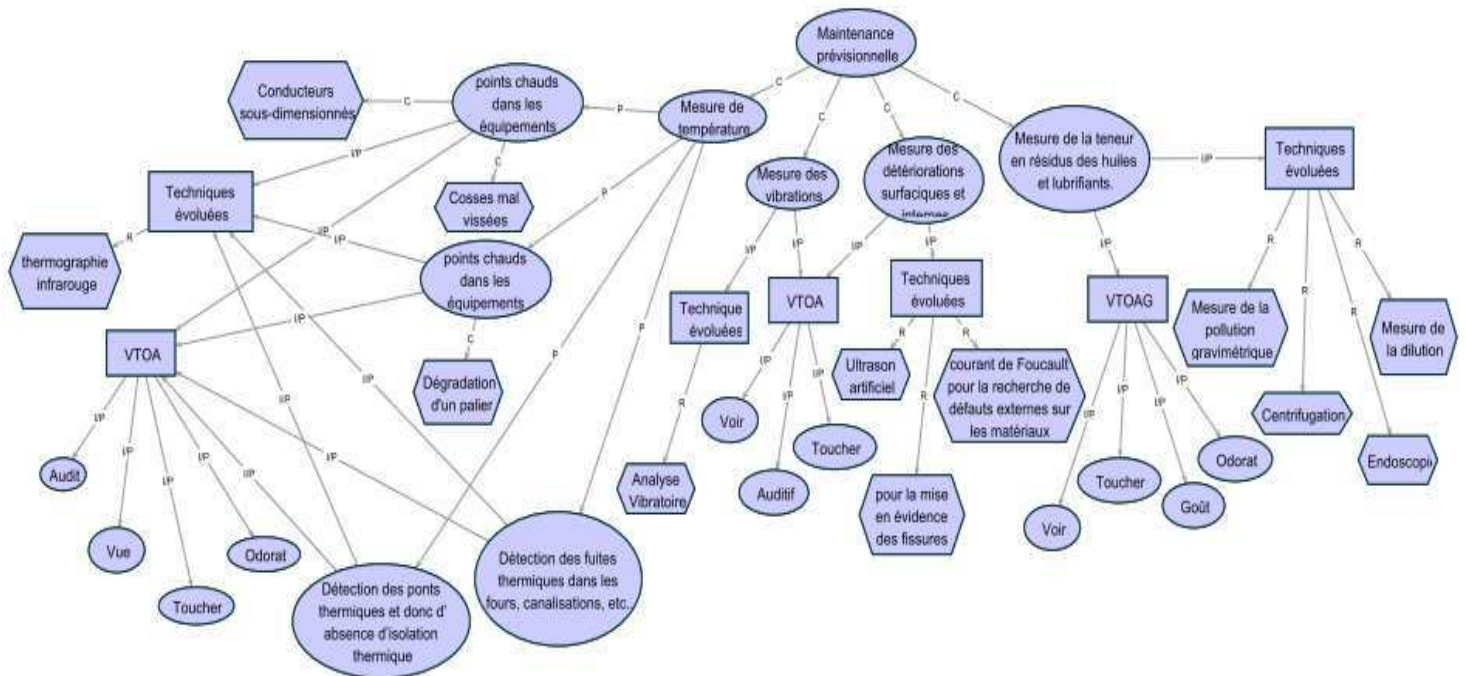


Figure 65 : opérations qui sous-tendent une maintenance prévisionnelle

5.5 Compte rendu des deux activités

Pour éviter de perdre du temps inutilement d'avoir à dépanner à nouveau, encore et toujours, le technicien de maintenance doit mettre sa compétence à profit pour rédiger un compte rendu le plus clair possible de ses activités de maintenance. Celui-ci sera un moyen de communiquer pour mettre en évidence les résultats ainsi obtenus et générer une dynamique de progrès continu. C'est une phase de verbalisation où la technique utilisée vise à faire commenter au sujet son activité. Il se base sur une méthode de questionnement introspective dont le but est de stimuler la remémoration des souvenirs stockés dans la mémoire dite « de rétention », « affective », « épisodique », ou encore « auto-biographique » (Le Bellu, 11).

Tout le processus, depuis l'analyse jusqu'à la résolution du problème, sera raconté et formalisé sous forme d'une histoire articulée. Le style de narration sera emprunté de Patriottta qui a dans un de ses articles décrit la verbalisation d'un sujet comme une double structure des histoires policières : d'abord la description du problème à résoudre (par analogie au crime) puis la description du processus d'analyse, de diagnostic menant à la solution (par analogie à l'enquête

policrière). Il considère que cette mise en intrigue racontée et cette double structuration permettent de faire ressortir et partager les connaissances tacites (Patriotta, 03). Ce compte rendu bien élaboré sera transféré dans la base de cas où une recherche par mots clés permettra de le ressortir en cas de besoin. Le stockage d'un nouveau cas permet donc d'enrichir la base de cas et participe à l'augmentation de l'expérience du système (Haouchine, 09). Ainsi la base de cas évolue au fur et à mesure que sont ajoutés de nouveaux cas avec pour finalité de prendre en compte les nouvelles solutions trouvées et la manière que les cas ont été résolus. Il est à noter aussi que c'est ce même compte rendu (CR) comme cité plus haut qui sera codé et partagé par les experts pour une mise à jour du référentiel de compétences (RCcf).

Dans tous les cas nous exigeons, pour une restitution fidèle du déroulement de l'activité de maintenance, que le compte rendu d'intervention comporte les rubriques décrites dans la figure 66.

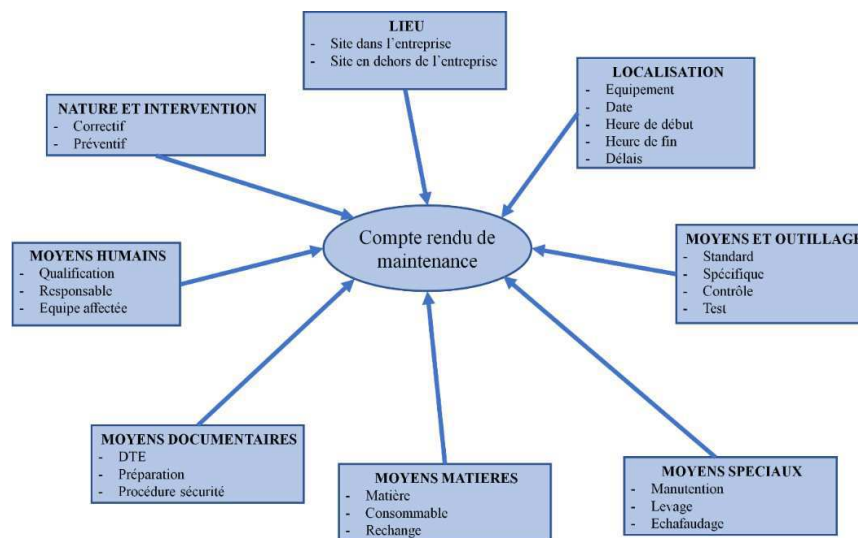


Figure 66: les éléments qui composent le compte rendu de maintenance de l'Étudiant/stagiaire

5.6 L'apprentissage au CFPT

5.6.1 Cadre théorique

Comme nous l'avons vu précédemment, désormais l'orientation pédagogique préconisée par le ministère de la formation professionnelle va dans le sens de la méthodologie de l'Approche Par les Compétences. Nous avons noté que depuis son introduction dans la formation

professionnelle technique il a induit une complexité dans l'organisation des enseignements et des difficultés d'adaptation pratiques des enseignants.

Nous allons dans cette section, en se basant sur la méthodologie de l'APC, étudier les stratégies à mettre en œuvre pour développer chez les apprenants la possibilité de mobiliser un ensemble intégré de ressources pour résoudre une situation problème appartenant à une famille de situations (De ketele, 00). Si on se réfère à (Roegiers, 00) nous devons « Mettre l'accent sur ce que l'élève doit maîtriser à la fin de chaque année scolaire, plutôt que sur ce que l'enseignant doit enseigner. Le rôle de celui-ci est d'organiser les apprentissages de la meilleure manière pour amener ses élèves au niveau attendu ». Nous avons ici une référence directe à la focalisation des apprentissages sur l'apprenant. Toujours en se référant à (Roegiers, 00) nous devons « Donner du sens aux apprentissages, montrer à l'élève à quoi sert tout ce qu'il apprend à l'école, [...] à situer les apprentissages par rapport à des situations qui ont du sens pour lui, et à utiliser ses acquis dans ces situations. » L'APC doit être alors une pédagogie qui renvoie aux principes de l'éducation active, à l'enseignement expérientiel, certains l'appellent même la pédagogie de l'intégration.

Dans le Figure 67, inspiré de (Roegiers, 00) on montre que la pédagogie de l'intégration est caractérisée par une cohérence systémique, c'est-à-dire partant des objectifs généraux jusqu'aux contenus-matières tous les éléments sont cohérents. Le tableau 25 détaille les termes utilisés dans le modèle.

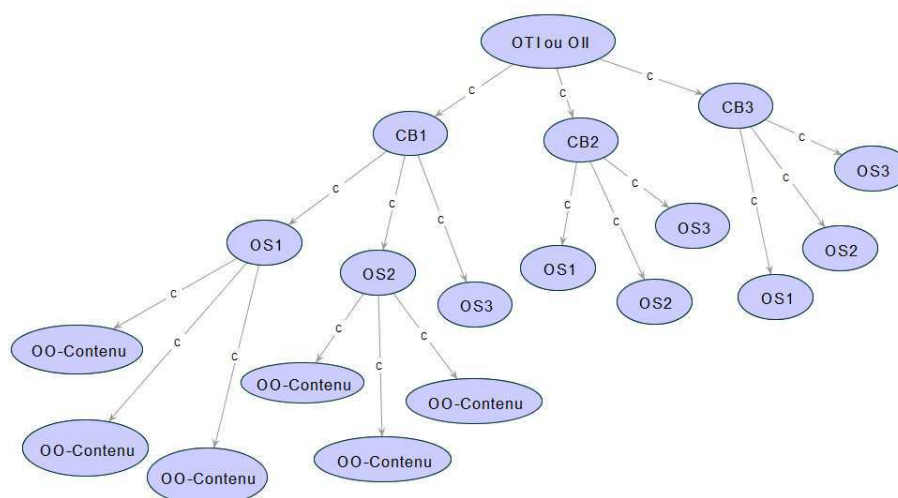


Figure 67 : les caractéristiques du modèle de pédagogie de Roegiers

Tableau 24 : les caractéristiques du modèle pédagogique de Roegiers

Termes	Signification	Définition	Observation
OTI	Objectif Terminal d'Intégration	macro compétence qui reprend les principaux acquis d'un cycle donné	Ces deux objectifs ne peuvent être maîtrisés qu'après avoir atteint certaines Compétences de Base (CB),
OII	Les Objectifs Intermédiaires d'Intégration	les objectifs définis pour chaque niveau d'études	
CB	Compétences de Base	Prérequis nécessaires comme base pour l'assimilation des apprentissages	
OS	Objectifs Spécifiques	Permettent de formuler la matière devant être enseignée pour arriver à une compétence de base.	
OO	Objectifs Opérationnels	Décrivent les comportements que l'on attend d'un apprenant à l'issue d'une leçon ou une séquence de formation	
Contenu	Contenu Matière	Constituent l'ensemble des notes de cours mises à la disposition de l'apprenant	

Pour favoriser l'insertion et le cheminement des apprenants dans la vie active les stratégies pédagogiques que nous devons adopter vont s'appuyer sur diverses approches susceptibles de mieux répondre aux besoins des apprenants en formation. Dans le système de formation professionnelle et technique dans notre pays les réformes apportées aux référentiels ciblent des notions de compétences comme celles de « compétences particulières » et « compétences générales ». Ces compétences doivent permettre au sujet de pouvoir faire face à une famille de situations. Une famille de situations quant à elle serait plusieurs situations faisant appel au même niveau de difficultés, et pour y faire face, le sujet active les mêmes compétences.

Si on se réfère au guide 2 de l'OIF, les compétences particulières sont définies en liens avec l'exercice du métier. En effet, ce sont ces compétences qui définissent le métier. Elles sont fortement ancrées dans le contexte. Pour pouvoir être considéré comme compétent dans un métier, il faut les acquérir.

Toujours en se référant au guide 2 de l'OIF, les compétences générales sont des compétences qui s'expriment à travers les compétences particulières. Elles peuvent se déployer dans plusieurs situations différentes en lien avec un même métier. Elles viennent en soutien à des compétences spécifiques ou particulières qui permettent de faire face aux situations. Ces compétences générales doivent donc correspondre à des activités de travail à la périphérie des tâches, tout en y étant étroitement liées ou associées.

Cependant fort est de constater une absence totale des compétences transversales dans les référentiels sénégalais. Ces compétences transversales sont, des compétences plus larges relevant du développement de la personne, des compétences qui devraient s'inscrire en continuité avec les objectifs de la formation générale de base.

Dans une perspective de cohérence et de pertinence d'une formation la présence des compétences transversales pourrait contribuer à appuyer la continuité du développement personnel en plus de répondre aux besoins du marché du travail et aux attentes des employeurs, attentes qui dépassent la seule acquisition de compétences techniques. Dans la phase apprentissage de l'apprenant au CFPT nous jugeons important de tenir compte de ces compétences transversales car elles bénéficient d'un statut qui les valorise plus que les autres types de compétences et font l'objet d'une grande demande de la part des entreprises et des individus (Van Zanten, 08).

Dans la Figure 68, nous avons un résumé des compétences transversales que l'apprenant est susceptible d'acquérir lors de sa formation.

Ce schéma est extrait du chapitre 8 du Guide de conception et d'élaboration d'un programme d'études, Québec, ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport, 08, référence bibliographique n° 23.

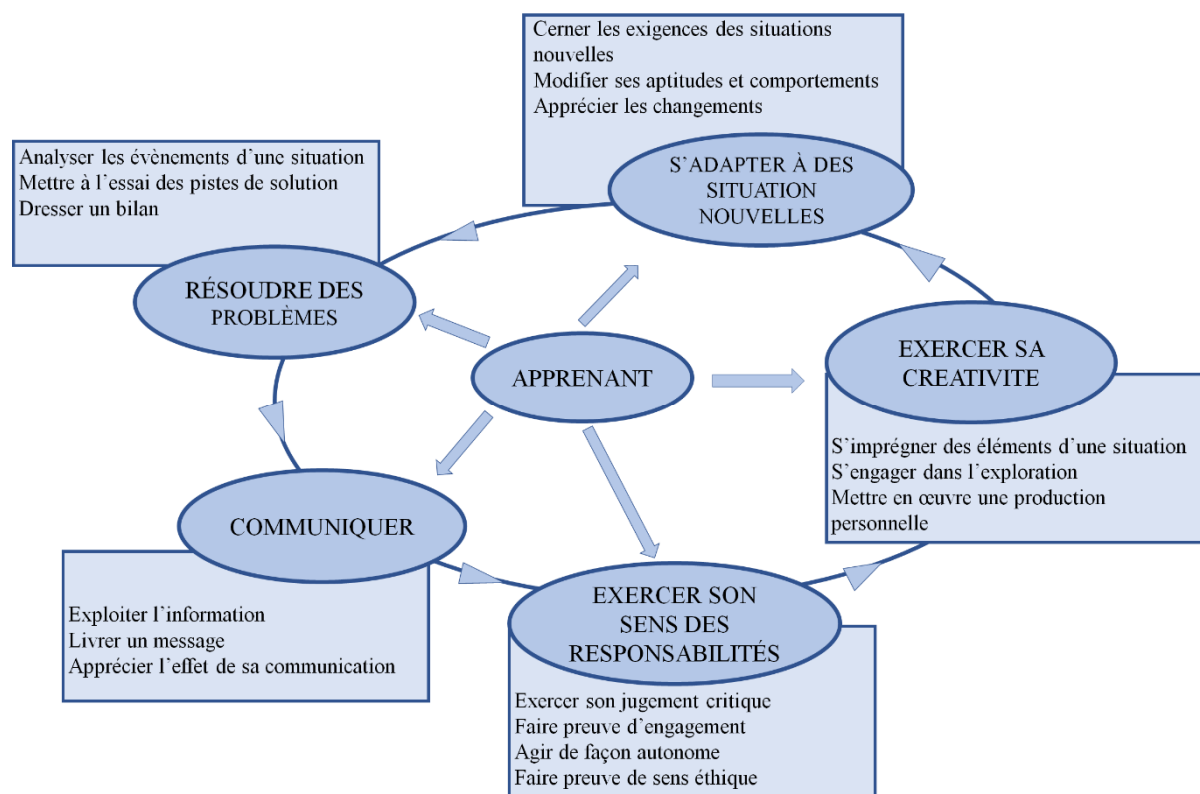


Figure 68 : compétences transversales

Dans le tableau 25, nous présentons en détail le contenu des compétences transversales que l'on pourrait tenir en compte lors du processus de formation de nos BTS en industrie. Le contenu du tableau est décomposé en éléments de connaissances avec MOT.

Tableau 25 : compétences transversales

C1 : Résoudre des problèmes		CE1 : Critères d'évaluation du développement de la compétence
C11 : Analyser les événements d'une situation	Cerner le contexte, en percevoir les éléments déterminants et les liens qui les unissent	CE11 : Précision de la définition du problème
	Reconnaître les ressemblances avec des situations analogues résolues antérieurement	CE12 : Variété et pertinence des solutions envisagées
C12 :	Générer et inventorier des pistes de solution	CE13 : Évaluation des stratégies possibles
	En examiner la pertinence et en apprécier les exigences et les conséquences	CE14 : Ampleur de l'analyse

Mettre à l'essai des pistes de solution	Choisir une piste de solution, la mettre en pratique et juger de son efficacité	
C13 : Dresser un bilan	Effectuer un retour sur les étapes	
	Reprendre certaines d'entre elles au besoin	
	Dégager les éléments de réussite et analyser les difficultés éprouvées	
C2 : Exercer sa créativité		CE2 : Critères d'évaluation du développement de la compétence
C21 : S'imprégner des éléments d'une situation	Être ouvert aux multiples façons de l'envisager	CE21 : Exploration de nouvelles idées CE22 : Manifestation d'ouverture CE23 : Exploration de différentes façons de faire CE24 : Utilisation appropriée des ressources disponibles
	Jouer avec les concepts	
	Laisser émerger ses intuitions	
	Se représenter différents scénarios et en projeter diverses modalités de réalisation	
C22 : S'engager dans l'exploration	Accepter le risque et l'inconnu	
	Explorer de nouvelles idées	
	Transformer les contraintes en ressources	
	Être réceptif à de nouvelles idées, de nouvelles voies	
C23 : Mettre en œuvre une production personnelle	Réorganiser des idées et des concepts existants	
	Transférer des idées, des concepts, des stratégies et des techniques dans des situations variées	
	Mettre à l'essai différentes façons de faire	
	Utiliser autrement les ressources et les matériaux mis à sa disposition	
	Apprécier le caractère novateur d'une production	
C3 : S'adapter à des situations nouvelles		CE3 : Critères d'évaluation du développement de la compétence
C31 :	Observer son environnement	

Cerner les exigences des situations nouvelles	Prendre conscience des changements	CE31 : Manifestation d'ouverture CE32 : Analyse juste des situations CE33 : Mise en œuvre de moyens permettant une adaptation harmonieuse CE34 : Appréciation réaliste des changements	
	Analyser les situations nouvelles		
C32 : Modifier ses attitudes et ses comportements	Inventorier et mettre à l'essai de nouvelles attitudes et de nouveaux comportements		
	S'ouvrir à de nouvelles réalités		
	Adopter une attitude positive face au changement		
C33 : Apprécier les changements	Effectuer un retour sur les étapes franchies et les moyens utilisés		
	Dégager les éléments de réussite et analyser les difficultés éprouvées		
C4 : Exercer son sens des responsabilités			CE4 : Critères d'évaluation du développement de la compétence
C41 : Exercer son jugement critique	Construire son opinion		CE41 : Manifestation d'initiative CE42 : Persévérance dans l'action CE43 : Analyse pertinente des actions en cause
	Relativiser son opinion		
	Adopter une position		
C42 : Faire preuve d'engagement	Démontrer de la motivation et de la persévérance		
	S'impliquer de façon constante		
	Être fidèle aux buts fixés		
	Respecter les règles établies		
C43 : Agir de façon autonome	Manifester de l'initiative		
	Faire preuve de débrouillardise		
	Désamorcer des situations difficiles		
C44 : Faire preuve de sens éthique	S'interroger sur les circonstances d'une action		
	Évaluer les implications d'une action		
	Adopter des comportements pertinents		

	Faire preuve d'intégrité	
C5 : Communiquer		CE5 : Critères d'évaluation du développement de la compétence
C51 : Exploiter l'information	Sélectionner les sources d'information pertinentes	CE51 : Exploitation judicieuse de l'information CE52 : Cohérence du message CE53 : Prise en considération du contexte et du destinataire CE54 : Utilisation de moyens visant à apprécier l'effet de sa communication
	S'approprier l'information	
	Organiser l'information	
	Tirer profit de l'information	
C52 : Livrer un message	Identifier les composantes de la communication	
	Apprécier le contexte et l'intention de la communication	
	Recourir à divers modes de communication	
	Adapter le mode de communication au destinataire et au contexte	
C53 : Apprécier l'effet de sa communication	Considérer les facteurs pouvant faciliter ou entraver la communication	
	Ajuster la communication en fonction de la réaction du destinataire	
	Vérifier l'efficacité de la communication réalisée	

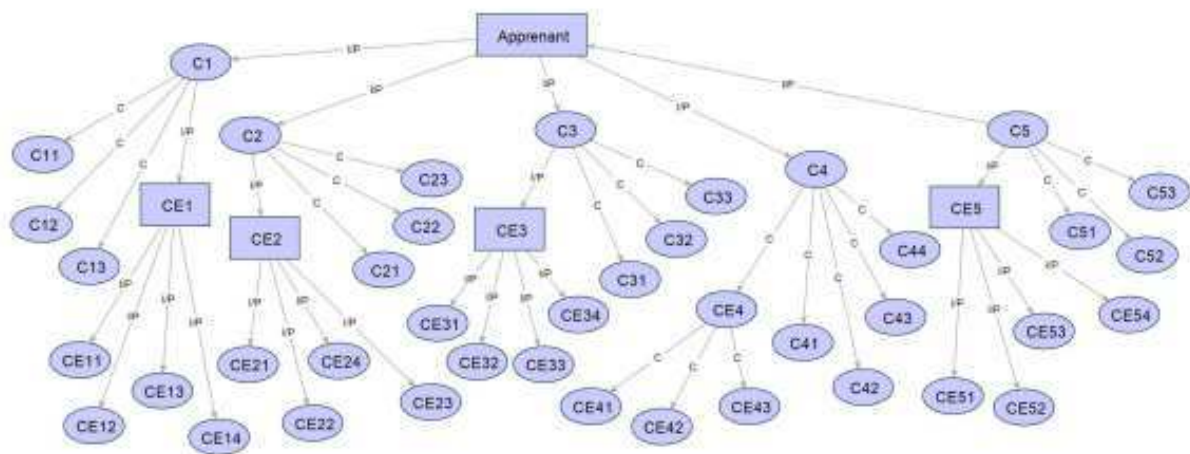


Figure 69 : compétences transversales pour la formation des BTS industrie

5.6.2 Les stratégies de développement de compétences

Notre travail de recherche orienté diagnostic fait sur le dispositif de formation des BTS industrie au Sénégal nous a permis de constater que les professeurs ont de réelles difficultés à mener à bien leurs enseignements. Ce diagnostic est fait autour des trois composantes d'une situation pédagogique telles que présentées par Legendre (Legendre, 88) : l'apprentissage, l'aspect didactique et l'enseignement.

Notre objectif majeur est, dans le fonctionnement du modèle qui fait l'objet de ce mémoire, de développer chez l'apprenant la maîtrise des compétences relatives à l'exercice du métier de technicien supérieur industrie. La formation du technicien supérieur industrie repose sur l'acquisition de plusieurs compétences de nature générales et particulières (relatives au domaine de spécialité). Pour nous, la difficulté relative à l'enseignement de l'ensemble de ces compétences sont liées à plusieurs facteurs, cognitifs, psychomoteurs et socio-affectifs. Pour l'ensemble de ces facteurs, les difficultés notées sont surtout liées au non-respect de l'interdisciplinarité qui sous-tendent l'Approche Par Compétences. En effet une compétence repose sur le développement de plusieurs ressources et l'interdisciplinarité est la meilleure réponse que les pédagogues proposent pour le développement de ces multiples ressources.

Comme le souligne Jonnaert (Jonnaert, 04), il est impensable d'envisager un apprentissage basé sur les compétences en maintenant les frontières disciplinaires.

Dans le processus de déroulement des compétences, l'interdisciplinarité n'est effective que dans les disciplines techniques.

Dans les disciplines générales et même scientifiques, les enseignants continuent de faire les enseignements en solo en s'écartant complètement des référentiels issus des AST. Pour les facteurs psychomoteurs les difficultés sont liées essentiellement au manque de matériels didactiques. Dans la plupart des centres de formation l'équipement prévu pour l'implantation de l'APC n'est pas disponible. Ceci a pour conséquence un déroulement des enseignements avec une démarche pédagogique pauvre, inadaptée ou presque inexistante.

La pratique de l'enseignement magistral ou démonstratif est encore largement utilisée. Nous pensons que l'aide qu'on devrait apporter aux enseignants pour une efficacité accrue de la formation et une meilleure gestion des connaissances doit porter essentiellement sur les concepts suivants : - un traitement didactique spécifique à ce type de formation – un développement de matériels didactiques adéquats – une élaboration de stratégies pédagogiques applicables.

Nous allons dans cette section, en fonction des nombreuses publications faites dans le domaine des techniques d'apprentissage, proposer une stratégie pédagogique qui permet de favoriser l'acquisition de compétences lors des activités d'apprentissage en formation des BTS industrie au Sénégal. Cette stratégie est considérée comme l'ensemble des comportements structurés et regroupe les techniques, les moyens, les micro-comportements cognitifs adoptés par les élèves lors de la mise en œuvre d'une compétence. Elle doit tenir compte des facteurs d'apprentissage qui sont, l'activité de l'apprenant, le feed-back, sa motivation, sa connaissance des objectifs et la maîtrise des prérequis. Nous retrouvons ces différents facteurs sur le modèle pédagogique proposé par Nizet (Nizet et al, 93).

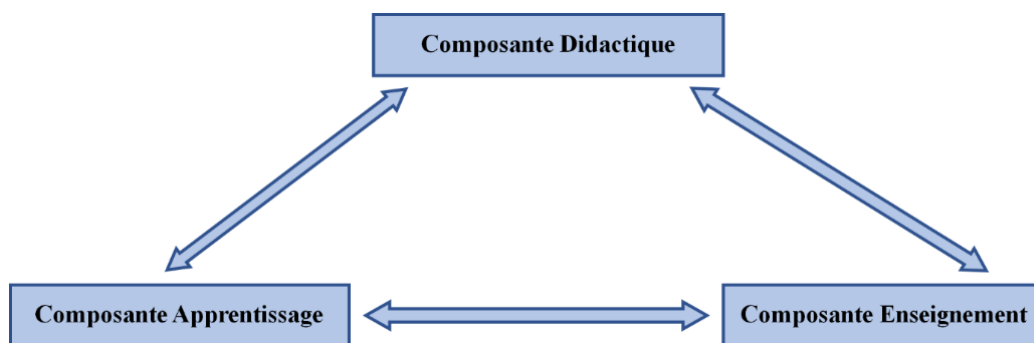


Figure 70 : Modèle pédagogique de Nizet

Pour l'auteur, ces choix font référence aux champs théoriques de la psychologie cognitive et du constructivisme. La psychologie cognitive fournit des données sur la représentation générale de l'organisation et de la nature des connaissances en mémoire, sur les processus de traitement de l'information et d'acquisition des compétences, particulièrement dans les situations de résolution de problème. La particularité de ce modèle est qu'il tient beaucoup compte du constructivisme et les recherches qui lui sont associées en didactique des sciences. Ces notions lui ont permis d'intégrer dans ce modèle l'approche des représentations mentales des élèves et les conditions propices à leur transformation.

La composante d'apprentissage du modèle pédagogique tient compte de la nature des connaissances (fondées sur l'expérience, scolaires ou scientifiques) et des représentations qui leur sont associées ; elle tient compte de la dynamique qui sous-tend l'acquisition des connaissances en vue de l'expertise et de l'activation de ces connaissances en situation de résolution de problèmes. La notion de « modèle mental » développée dans le contexte des sciences cognitives nous semble particulièrement adéquate pour décrire et comprendre les représentations complexes portant sur les processus et les procédures associés aux savoirs pratiques prépondérants dans l'enseignement professionnel.

La théorie des modèles mentaux a été élaborée par Philip Johnson-Laird, aujourd'hui professeur à l'université de Princeton aux Etats-Unis. Elle repose sur une hypothèse formulée dès 1943 par un psychologue écossais, Kenneth Craik : pour comprendre et anticiper le réel, l'esprit humain élabore des représentations mentales miniatures qui lui permettent d'en simuler le fonctionnement. Beaucoup de chercheurs ont fait des publications intéressantes sur la

représentation des modèles mentaux mais c'est à Johnson-Laird que l'on doit l'exploitation la plus rigoureuse et la plus aboutie du concept de « *modèle mental* ». Ses travaux ont considérablement renouvelé la psychologie du raisonnement et constituent aujourd'hui un cadre théorique de référence dans l'étude de nombreuses activités cognitives. En fonction des besoins rencontrés dans son environnement, l'apprenant doit agir sur sa structure cognitive pour une bonne acquisition des connaissances. Selon Brien (Brien, 90), trois phases semblent être essentielles pour favoriser la transformation de la structure cognitive. Il s'agit de la motivation, du montage et du rodage. Ces phases facilitent la description des mécanismes de l'acquisition des connaissances, de leur organisation dans la mémoire, de leur transfert et de leur application tout au long des séquences d'apprentissage du cours. (Nizet, 93)

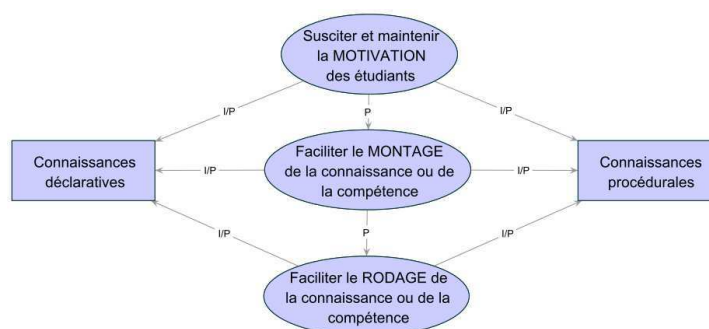


Figure 71 : phases de transformation de la structure cognitive (Brien, 90)

Lors de la motivation l'individu comprend l'avantage qu'il y a à fournir l'effort nécessaire à l'acquisition de la compétence. Pendant le montage il construit la nouvelle compétence : il acquiert les aspects déclaratifs et procéduraux de la compétence. Pendant le rodage, il raffine la compétence nouvellement acquise jusqu'à atteindre le degré d'expertise souhaité.

Tableau 24 : Inspiré de l'apport des sciences cognitives à la technologie éducative de Robert Brien (Brien, 05)

Supports	Définition	Démarche d'acquisition
Motivation	Dans un premier temps, un écart est perçu par l'individu entre la réalité et ses attentes ou, si l'on préfère, entre sa structure cognitive actuelle et la structure cognitive désirée. Puisque l'individu réalise qu'il ne peut accomplir une tâche qui entraînerait éventuellement la satisfaction de ses besoins, sa motivation à apprendre s'accroît. Il est alors prêt à fournir l'effort nécessaire pour changer sa	Pour faire acquérir une compétence, il faut donc que le concepteur et l'animateur d'activités de formation proposent d'abord un contenu qui réponde aux besoins de l'individu et que l'enseignement consiste en événements qui incitent la formation d'expectatives. La présentation des objectifs d'un cours et la description des avantages qu'entraînera l'acquisition de la compétence envisagée

	structure cognitive actuelle en une structure cognitive plus appropriée.	sont quelques-unes des actions qui inciteront à la formation des expectatives.
Montage	Puisqu'une compétence est constituée de savoirs et de savoir-faire qui sont activés lors de l'accomplissement d'une tâche donnée, le support à fournir pendant le montage de celle-ci consiste à amener l'apprenant à se représenter les situations initiales, intermédiaires et désirées au moyen des savoirs et des savoir-faire appropriés, et à l'inciter à combiner ces savoirs et ces savoir-faire	On présente alors des définitions, des énoncés en activant des schémas susceptibles d'aider l'apprenant à se représenter les diverses situations nécessaires à l'accomplissement de la tâche de même que les règles de production appropriées. D'autre part, pendant le montage, on incite l'apprenant à encoder l'aspect procédural de la compétence au moyen d'exercices suivis de la rétroaction appropriée
Rodage	Le montage de la compétence ne résulte, de fait, qu'en une esquisse de la compétence. Pour être de quelque utilité, celle-ci devra être raffinée.	Ce sera par des exercices fréquents suivis de la rétroaction appropriée ou d'autres méthodes propres à l'activation de la compétence, que le concepteur et l'animateur d'activités de formation donneront l'occasion à l'apprenant de pratiquer la compétence.

Pour accomplir une tâche donnée nous considérons la compétence comme un ensemble de savoirs et de savoir-faire. Lors de l'ordonnancement du contenu d'une activité d'apprentissage il est important de s'interroger quant au matériel mental que l'apprenant devra posséder pour maîtriser une compétence donnée.

L'accomplissement d'une tâche rendue possible par une compétence nécessite de disposer de savoir et de savoir-faire. Ces savoirs sont des connaissances déclaratives qu'on fait appel pour faciliter l'acquisition des compétences. Ce sont les schémas déclaratifs, les concepts, les propositions, les épisodes et les blocs de connaissances dont on tentera de faciliter l'acquisition durant l'apprentissage ou qui figurent déjà dans le répertoire de l'apprenant.

Celui qui accomplit la tâche doit disposer de savoir-faire qui lui permettront de transformer une situation existante en une situation désirée. Ces savoir-faire sont des règles de production, des procédures, des schémas déclaratifs, et des heuristiques. (Brien, 05)

Une fois ces savoirs et ces savoir-faire identifiés on peut se demander dans quel ordre on peut les présenter pour en favoriser l'acquisition.

Le modèle représenté figure 72 illustre la démarche à suivre par l'enseignant pour identifier les savoirs et les savoir-faire qui lui permettront d'amener l'apprenant d'une situation actuelle vers une situation désirée. Cette démarche suit une logique destinée à faciliter l'acquisition des compétences.

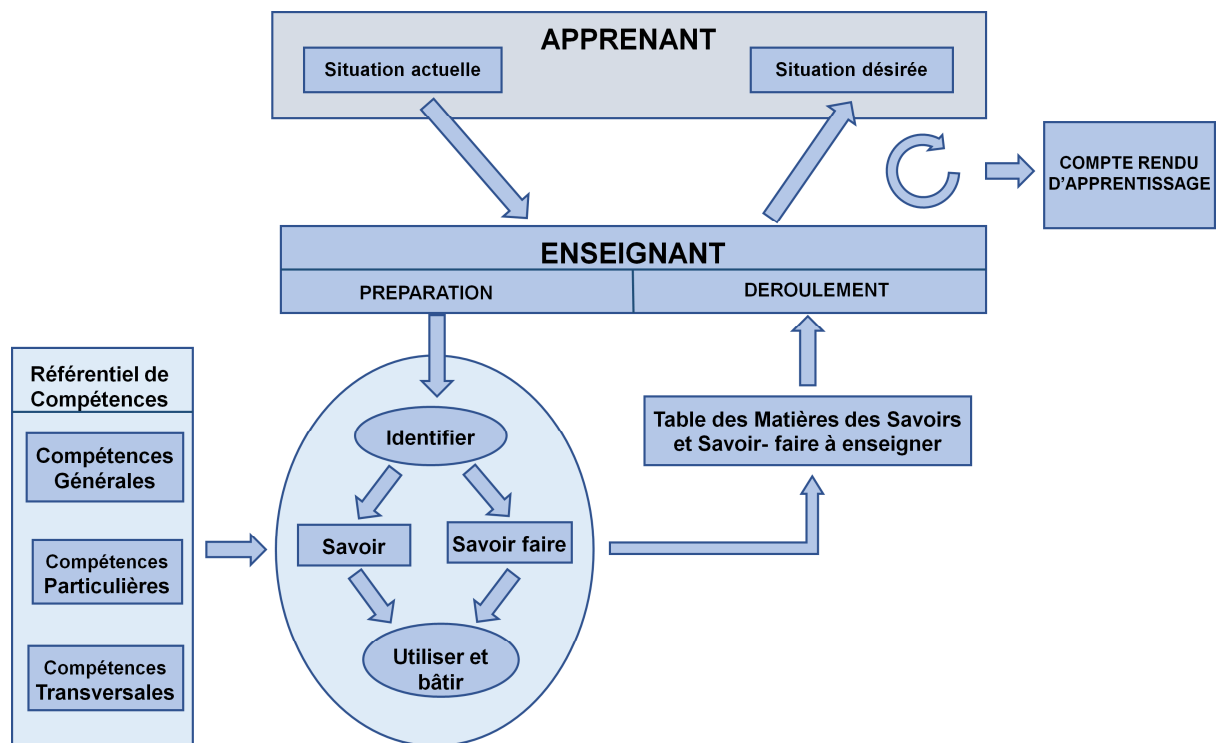


Figure 72 : démarche pour identifier les savoirs et les savoir-faire qui permettent à l'enseignant d'amener l'apprenant d'une situation actuelle vers une situation désirée

Le modèle permet de décrire la démarche de l'expert lorsqu'il accomplit une telle tâche et à identifier, dans la description, la situation actuelle, la situation désirée et les transformations qui permettent de changer la situation actuelle en la situation désirée.

Par la suite, on identifie les savoirs et les savoir-faire qui sont susceptibles d'être utilisés pour représenter ces entités et, finalement on bâtit la table des matières des savoirs et des savoir-faire à enseigner (Brien, 05).

A la fin de l'apprentissage un compte rendu fidèle de l'activité de l'apprentissage doit être élaboré par l'apprenant. Ce compte rendu comme suggéré dans le modèle est corrigé par l'enseignant avant le partage entre experts.

Notre souci majeur était de faire bénéficier au CFPT de l'énorme quantité de connaissances collectées quotidiennement dans les entreprises industrielles au cours des activités de maintenance.

Nous avons proposé un modèle qui s'appuie principalement sur un apprenant en position de stage en entreprise. Ce modèle décrit tout le processus mis en œuvre pour un apprentissage optimal du stagiaire tant en entreprise industrielle qu'au CFPT ainsi que la réactualisation du référentiel de compétences du centre de formation professionnelle et technique. Dans ce processus nous avons proposé les stratégies à mettre en place pour une réussite optimale du modèle lors de son fonctionnement. Dans la section suivante nous allons le tester et apprécier les résultats obtenus. Ces résultats bien analysés nous permettront sans aucun doute de situer les éventuels goulots d'étranglement qui peuvent perturber le fonctionnement du modèle.

5.7 APPLICATION DU MODELE KSRU

Dans cette section nous allons nous atteler à mettre à jour un référentiel de compétences du dispositif de la formation des BTS au Sénégal. L'objectif visé est de voir comment devons-nous s'y prendre pour procéder à sa mise à jour à partir des connaissances issues du monde industriel. Nous avons choisi d'orienter cette étude sur un référentiel du dispositif, il s'agit du référentiel de la section Informatique Industrielle et Automatique (IIA) du Centre National de Qualification Professionnelle (CNQP). Le choix porté sur cet établissement est motivé d'une part par son expérience dans la formation professionnelle technique mais aussi de ses relations satisfaisantes avec les entreprises, d'autre part c'est le seul centre de formation qui déroule actuellement la formation de trois types de BTS industrie selon l'APC. Voir l'annexe pour les détails sur ce référentiel de compétences.

5.7.1 Rappel des procédures

Notre point de départ pour le test du modèle est le placement d'un stagiaire du Centre National de Qualification Professionnelle (CNQP) en entreprise industrielle. Il s'agit d'un stagiaire en Informatique industrielle et Automatique.

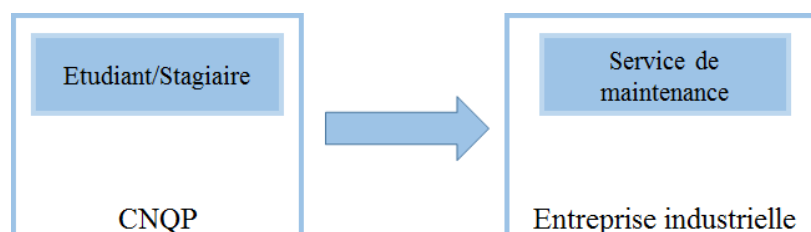


Figure 73 : placement du stagiaire en entreprise

Le choix de ce centre se justifie d'une part par ma connaissance parfaite de cet établissement puisqu'ayant été plus de dix ans en service dans son département de formation, et d'autre part parce que c'est la seule structure de formation professionnelle et technique qui a une expérience avérée dans la pratique de la formation par alternance au Sénégal. L'entreprise qui accueille le stagiaire est spécialisée dans la fabrication de boissons gazeuses. Elle collabore avec le CNQP depuis plus de 20 ans. Au cours de ses activités durant son séjour en entreprise l'Étudiant/Stagiaire était affecté dans un pool de maintenance. Après chaque activité de maintenance son maître de stage lui demande, selon la procédure décrite par le modèle, de faire un compte rendu fidèle de ce qu'il a vu. La version manuscrite brute de son compte rendu et celle en version numérique corrigée par son maître de stage nous sont envoyées. La figure 74 illustre le processus qui part de l'activité maintenance à l'envoi du compte rendu aux experts.

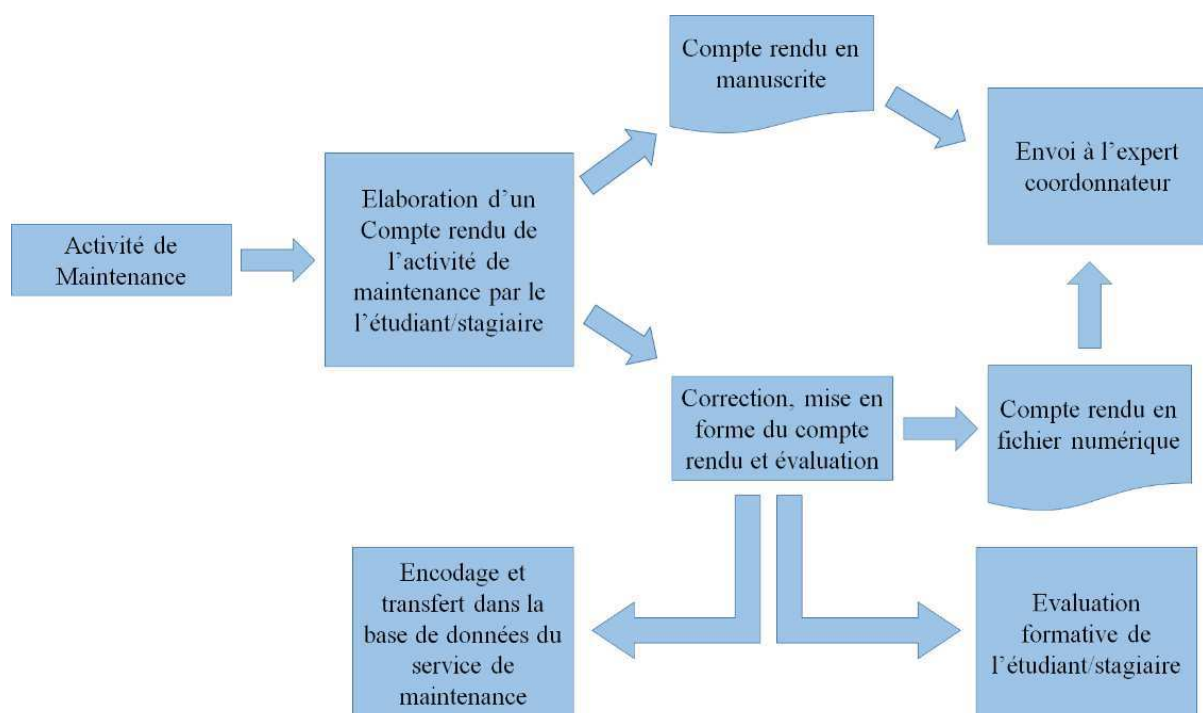


Figure 74 : de l'activité de maintenance au compte rendu

Comme le suggère le modèle, son compte rendu corrigé et encodé est aussi envoyé dans la base de données du service de maintenance. L'encodage consiste à transcrire le compte rendu dans le registre du service de maintenance en respectant la procédure dictée par le type de politique de maintenance utilisée par l'entreprise. Il lui est aussi demandé de compléter une base de cas (fichier Excel) après chaque activité de maintenance.

J'ai été moi-même le coordonnateur du pool d'experts qui est constitué de deux formateurs du CNQP de la section Informatique Industrielle et Automatique, d'un maître de stage et un technicien du service de maintenance pour l'entreprise concernée. En tant que coordonnateur, j'ai la tâche de décomposer l'activité de maintenance en connaissances et en éléments de compétences puis de faire un partage entre experts. Dans le cadre de ce mémoire j'ai eu à traiter et partager avec les experts deux comptes rendu de l'Étudiant/Stagiaire.

Il faut plusieurs séances de travail interactif entre le coordonnateur, le maître de stage et l'Étudiant/stagiaire, pour produire à travers les activités de maintenance, des éléments de connaissances susceptibles d'intéresser le centre de formation. C'est l'extraction des connaissances dont le processus est représenté dans la Figure 75.

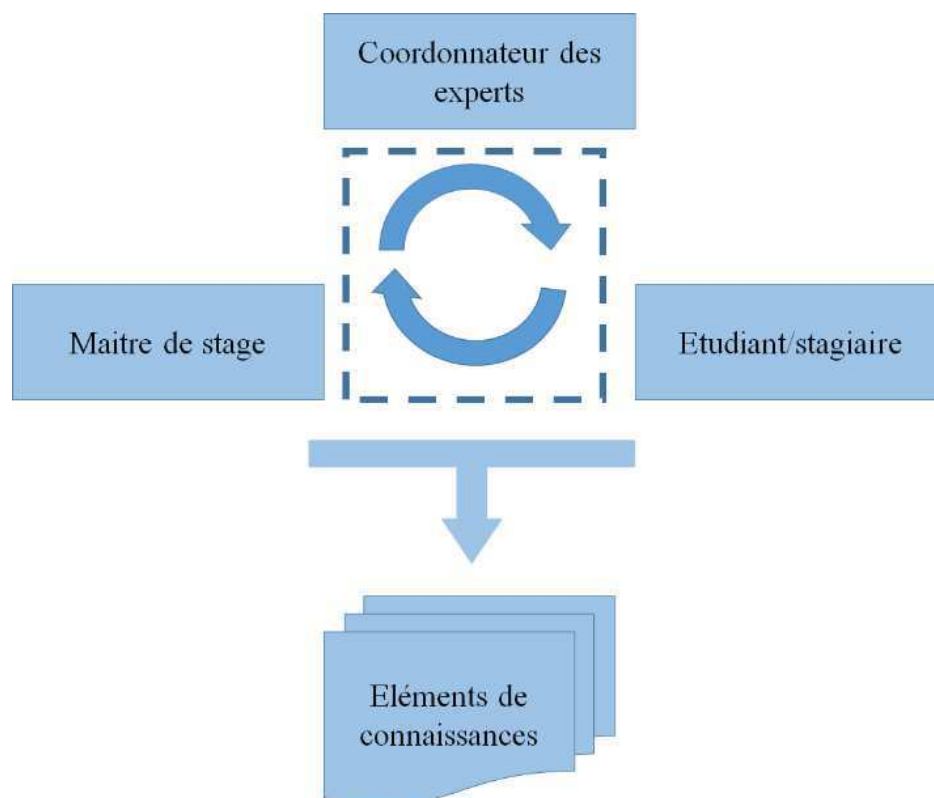


Figure 75 : extraction des éléments de connaissances

Pour disposer des compétences il faudra procéder à une décomposition des éléments de connaissances, travail fait par le coordonnateur. Il s'en suit après l'encodage le partage entre experts. Ici l'encodage consiste à utiliser des verbes d'action pour formuler les compétences en

objectif afin de leur donner un caractère pédagogique. On utilise la taxonomie de bloom. Le travail des experts consiste à déterminer si les connaissances issues de l'activité de maintenance répondent à l'attente du centre de formation. Il s'appuie pour cela sur la matrice LRI et les critères d'évaluation sont celles décrites dans la section 4.3.2.

5.7.2 Cas 1 : Activité de maintenance

5.7.2.1 Compte rendu de l'activité de maintenance 1

Dans l'encadré ci-dessous nous avons le résumé d'un compte rendu de maintenance fait par l'Étudiant/stagiaire en IIA. Le texte a été corrigé et mis en forme par le coordonnateur avec la participation du maître de stage. La participation du maître de stage pour cette activité est de produire un texte qui relate le plus fidèle possible l'activité de maintenance.

Un technicien du service de maintenance a été appelé à la ligne de production marquage, l'opérateur lui déclare verbalement que certaines prises de courant ne fonctionnent plus. Cette ligne de production intervient dans la chaîne de fabrication de boissons gazeuses.

Avant d'aller sur le lieu de l'intervention le technicien a pris toutes les mesures nécessaires pour assurer sa propre sécurité mais aussi celle des autres.

Dès son arrivée, on lui montre les prises en question, il s'agit de deux prises triphasées femelles et deux prises triphasées mâles.

Il fait un balisage au sol pour délimiter clairement sa zone de travail et ceci fait partie des règles de sécurité prosrites par l'entreprise en cas d'intervention : Il ouvre sa caisse à outil et sort le matériel qu'il juge utile pour cette intervention de maintenance (testeur de présence tension et tourne vis).

Il débranche les prises mâles des prises femelles et procède à la vérification de présence de tension avec l'appareil testeur. La tension était bien présente sur les prises femelles, donc il décide de démonter les prises mâles. Il constate après démontage que certains fils étaient débranchés sur la première prise, Il les remet correctement et la prise fonctionne. L'autre prise elle, était complètement cassée. Elle prend la référence de la prise défectueuse et ensuite passe la commande chez le magasinier. Quelques minutes plus tard, le magasinier l'appelle et lui livre la prise commandée. Il procède au remplacement et la prise fonctionne.

Avant de quitter le lieu de l'intervention, il procède à des tests de vérification qui sont tous concluants ensuite il nettoie le lieu.

Arrivé au poste il remplit les documents affiliés à cette activité de maintenance qu'il remet ensuite au chef d'équipe

5.7.2.2 Décomposition de cette activité de maintenance en éléments de connaissances

Identifier et structurer les connaissances en une représentation schématique pour les rendre visibles, manipulables, compréhensibles, communicables est l'objet de cette section. Nous avons besoin d'une vue d'ensemble cohérente, détaillée, des principales connaissances et de leurs liens qui, ensemble, constituent un domaine des connaissances. Ainsi l'analyse du texte a permis d'en sortir plusieurs éléments de connaissances. Ci-dessous nous avons utilisé MOT pour représenter ces connaissances.

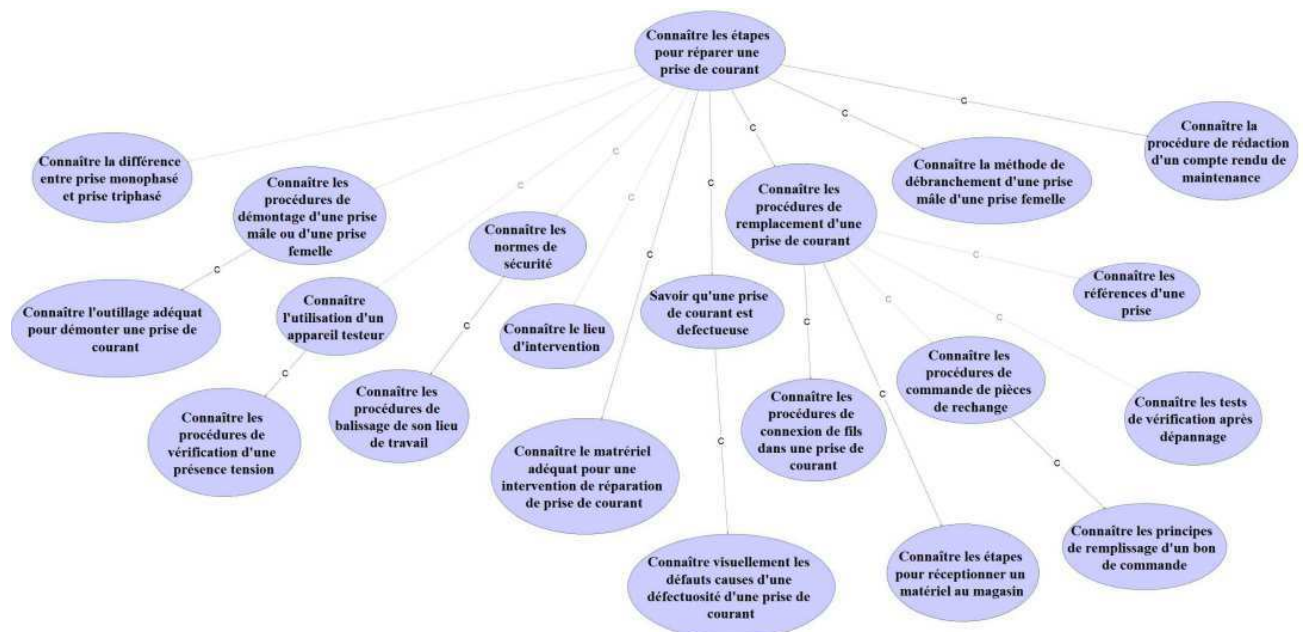


Figure 76 : modèle de connaissances de l'activité de maintenance 1

L'activité suivante consiste à sortir de ces éléments de connaissances un énoncé de compétences, ses éléments de compétences et sous éléments, le contexte de réalisation et les critères de performance. Ce travail, comme le suggère le modèle dans son fonctionnement, est fait par le coordonnateur du comité d'experts. Les résultats de cette activité sont représentés dans le tableau ci-dessous. Ce tableau accompagné de la matrice LRI sont envoyés aux différents experts pour une prise de décision.

Tableau 25 : compétences et éléments de compétences

Établissement		Code	Ref :
Objectif	Standard		
Énoncé de la compétence	Contexte de réalisation		
Réparer une prise de courant	Travail individuel En présence d'un superviseur À l'aide du manuel d'opération et de procédures de travail de l'entreprise		
Éléments de la compétence et sous éléments	Critères de performance		
Localiser un lieu d'intervention	Exploitation correcte de la fiche de demande d'intervention		
Choisir le matériel adéquat pour une intervention de maintenance	Réalisation de toute l'intervention de maintenance avec le matériel choisi		
Débrancher les prises mâles des prises femelles	Opération bien exécutée		
Etablissement	Code	Ref :	
Vérifier la présence de tension avec un testeur de tension	Respect des normes et sécurité de l'électricité Utilisation correct du testeur		
Démonter les prises mâles	Utilisation de l'outillage adéquat Opération bien exécutée		
Repérer la panne	Constataion visuelle des défauts causes d'une panne		
Reconnecter les fils	Les fils sont bien connectés		
Effectuer la commande d'une prise de courant	Les références de la prise défectueuse sont bien identifiées La fiche de commande est bien remplie		

Réceptionner une prise de courant au magasin	Le document de réception magasin est correctement rempli
Remplacer la prise défectueuse	Montage correct de la nouvelle prise
Tester le fonctionnement après dépannage	Respect des procédures de vérification après dépannage
Rédiger un rapport de maintenance	Respect des procédures de rédaction dictées par l'entreprise
Choisir correctement le matériel adéquat pour assurer sa sécurité et la sécurité des autres	Choix correct du matériel
Assurer sa sécurité et celle des autres lors de l'intervention	Le poste de travail est bien sécurisé Le technicien a bien assuré sa sécurité

Après partage du document (tableau de compétences et la matrice LRI) par les différents experts, l'indice learning trouvé est de 97,95 ce qui est du reste très satisfaisant comme résultat. A travers cette valeur on peut conclure que cette activité de maintenance regorge des connaissances intéressantes qui répondent à l'attente du Centre National de Qualification Professionnelle (CNQP).

5.7.2.3 Apprentissage dans l'activité de maintenance

Durant toute cette activité de maintenance le technicien de maintenance était accompagné de l'Etudiant/Stagiaire. Et comme nous l'avons dit dans la revue bibliographique, les interactions de l'Etudiant/Stagiaire avec son maitre expérimenté, ainsi que l'exploitation par le stagiaire des ressources proposées par l'univers professionnel sont riches en enseignement. L'analyse des entretiens de l'Etudiant/Stagiaire avec son maitre de stage ainsi que des données issues de l'observation sur le terrain montrent que l'articulation entre facteurs organisationnels et individuels ont une grande importance. Comme le souligne (Wenger et al, 05), l'environnement spécifique de travail dans sa dimension sociale, matérielle et technique est considéré comme un espace structuré pour apprendre le travail et se professionnaliser au sens de devenir un professionnel inséré dans une communauté de pratique, reconnu par ses pairs plus expérimentés et aussi par l'organisme de formation qui délivre la certification.

Ainsi après l'activité de maintenance, la production du compte rendu montre bien que l'Etudiant/Stagiaire a bien appris quelque chose. L'entretien d'explicitation avec son maitre de

stage, à partir de l'évocation d'une ou plusieurs expériences de référence permet l'émergence de prises de conscience favorisant l'appropriation du vécu comme base de connaissance.

Pour bien vérifier l'acquisition de ces connaissances une évaluation formative lui a été soumise par le maitre de stage comme prévu par le modèle. Cette évaluation est basée sur un jeu de questions réponses à partir d'un fichier Excel décrivant le déroulement de l'activité de maintenance du début à la fin. Ce fichier Excel a été réalisé par nos soins et remis au maitre de stage. La note chiffrée obtenue par le stagiaire est satisfaisante (16/20) et selon l'appréciation du maitre de stage « il a bien compris le processus utilisé pour le dépannage des prises de courant défectueuses ». Nous pouvons dire que cette activité de maintenance a bien participé à renforcer les compétences de l'Etudiant/Stagiaire. Ci-dessous une capture d'écran de l'application d'Excel utilisée pour l'évaluation ainsi que les contenus des questions.

Tableau 26 : questions du test d'évaluation de l'activité 1

NUMEROS	QUESTIONS	REPONSES
Q1	comment avez-vous localisé le lieu de l'intervention ?	Rep1 : par renseignements
		Rep2 : par exploitation de la fiche de demande d'intervention
Q2	Quel est l'outillage choisi pour l'intervention ?	Rep1 : Jeu de tourne vis cruciformes, Jeu de tourne vis plats, testeur de tension
		Rep2 : clé à molette
		Rep3 : jeu de clés
Q3	Quels sont les équipements de sécurité utilisés pour l'intervention ?	Rep1 : extincteur, casque
		Rep2 : casque, chaussure de sécurité, matériel de balisage, tenue de travail
		Rep3 : tenue de travail
Q4	Avant l'intervention quelle mesure de sécurité vous avez prise ?	Rep1 : couper le courant
		Rep2 : baliser le zone d'intervention
Q5	Quel équipement avez-vous utilisé pour tester la présence de tension ?	Rep1 : testeur de tension
		Rep2 : un voltmètre

Q6	Comment avez-vous repéré la panne ?	Rep1 : par test
		Rep2 : par inspection visuelle
		Rep3 : grâce à un opérateur
Q7	Quel est le type de tourne vis utilisé pour reconnecter les fils ?	Rep1 : tourne vis plat
		Rep2 : tourne vis cruciforme à cause des têtes de vis
Q8	Comment commander un matériel dans l'entreprise?	Rep1 : par téléphone
		Rep2 : par remplissage d'un bon de commande
Q9	Comment la prise commandée est réceptionnée ?	Rep1 : livraison par magasinier
		Rep2 : réception au magasin
		Rep3 : Livraison par le magasinier et le remplissage d'un bon de réception magasin
Q10	Tout juste après le montage de la nouvelle prise, qu'avez-vous fait ?	Rep1 : procéder aux tests de vérification
		Rep2 : on a quitté le lieu de l'intervention
Q11	Au retour de l'activité de maintenance, qu'avez-vous fait ?	Rep1 : Rédiger le rapport de l'activité de maintenance
		Rep2 : Informer verbalement le chef d'équipe

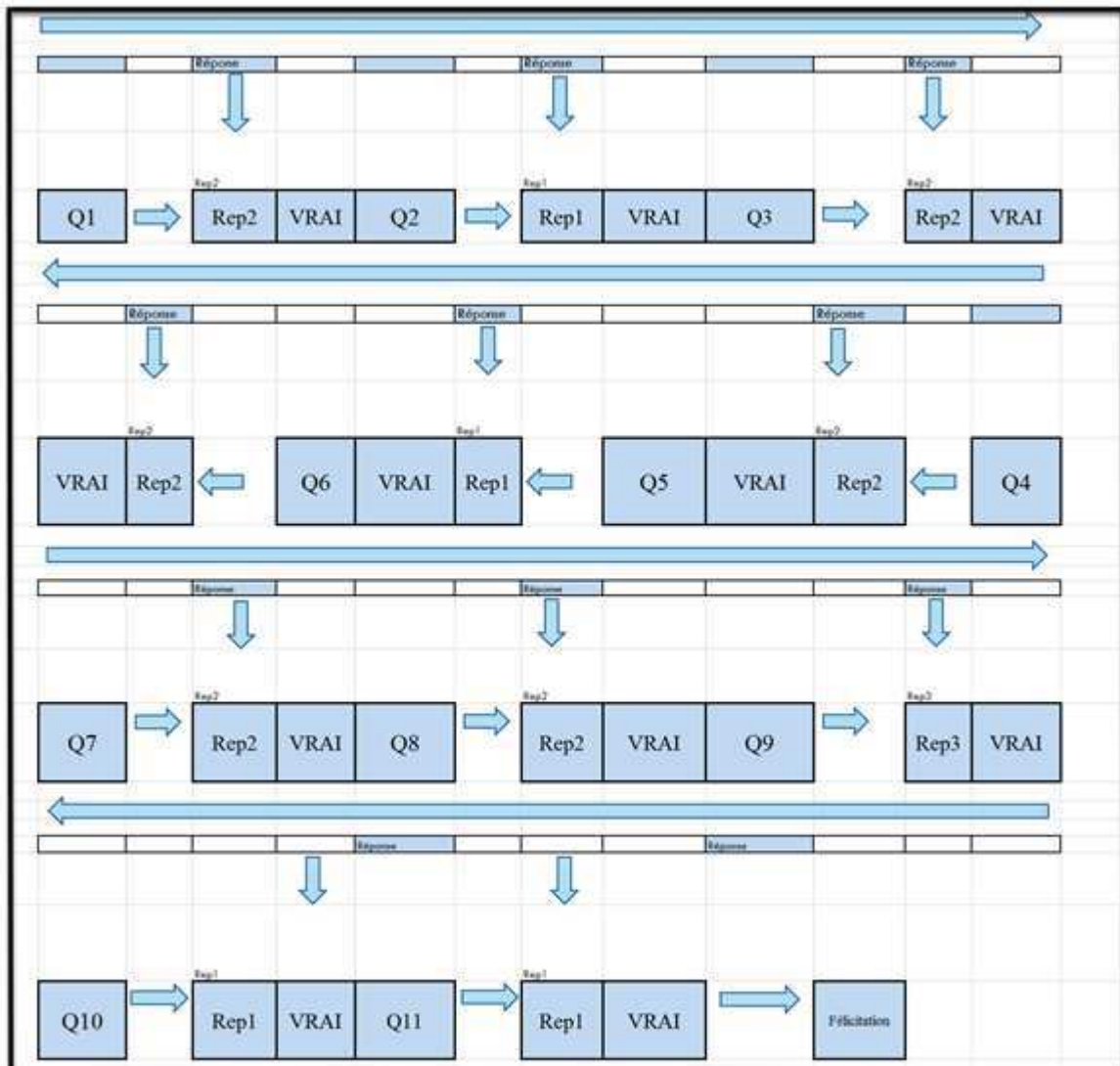


Figure 77 : Capture d'écran du test d'évaluation

5.7.3 Cas 2 : Activité de maintenance

5.7.3.1 Compte rendu de l'activité de maintenance 2

Dans l'encadré ci-dessous nous avons un autre compte rendu qui représente le résumé d'une intervention de maintenance fait par un technicien accompagné de l'Etudiant/Stagiaire en IIA. Comme pour le premier cas, le texte de base est produit par l'ES et a été corrigé et mis en forme par le coordonnateur avec la participation du maître de stage.

Le technicien a été appelé par l'opérateur d'une ligne de production, le système était arrêté à cause d'un défaut au niveau de l'automate. Il arrive sur place et l'opérateur de la ligne de production lui fournit l'explication suivante : « Le système était en fonctionnement et d'un coup il s'est arrêté ». Il ouvre l'armoire électrique de commande, et remarque tout de suite qu'un automate était en défaut, il clignotait en rouge.

Il coupe l'alimentation de l'automate pendant quelques minutes puis le remet sous tension, le système redémarre normalement. Il demande à l'opérateur de reprendre son travail mais néanmoins il est à l'écoute au cas où le défaut réapparaît. Une heure plus tard il est appelé à nouveau car l'automate est encore en défaut. Il retourne sur les lieux, cette fois-ci il décide de tester tous les fils et les connexions et aucun n'a l'air défilant, l'automate clignote toujours rouge.

Après un bon moment de recherche le technicien qui l'accompagnait lui fait remarquer qu'une équipe était intervenue sur ce système la veille. Il appelle le technicien concerné et lui explique tout ce qu'il a fait sans succès. Ce dernier après réflexion se souvient qu'il avait shunté un capteur le temps de réparer son problème et qu'il avait oublié de l'enlever, voilà pourquoi le système entrainait en défaut tout le temps. Il enlève le shunt le défaut disparaît.

Arrivé au poste il remplit les documents affiliés à cette activité de maintenance qu'il remet ensuite au chef d'équipe

5.7.3.2 Décomposition de cette activité de maintenance en éléments de connaissances

L'analyse du texte a permis d'en sortir plusieurs éléments de connaissances. Ci-dessous nous avons utilisé MOT pour représenter ces connaissances.

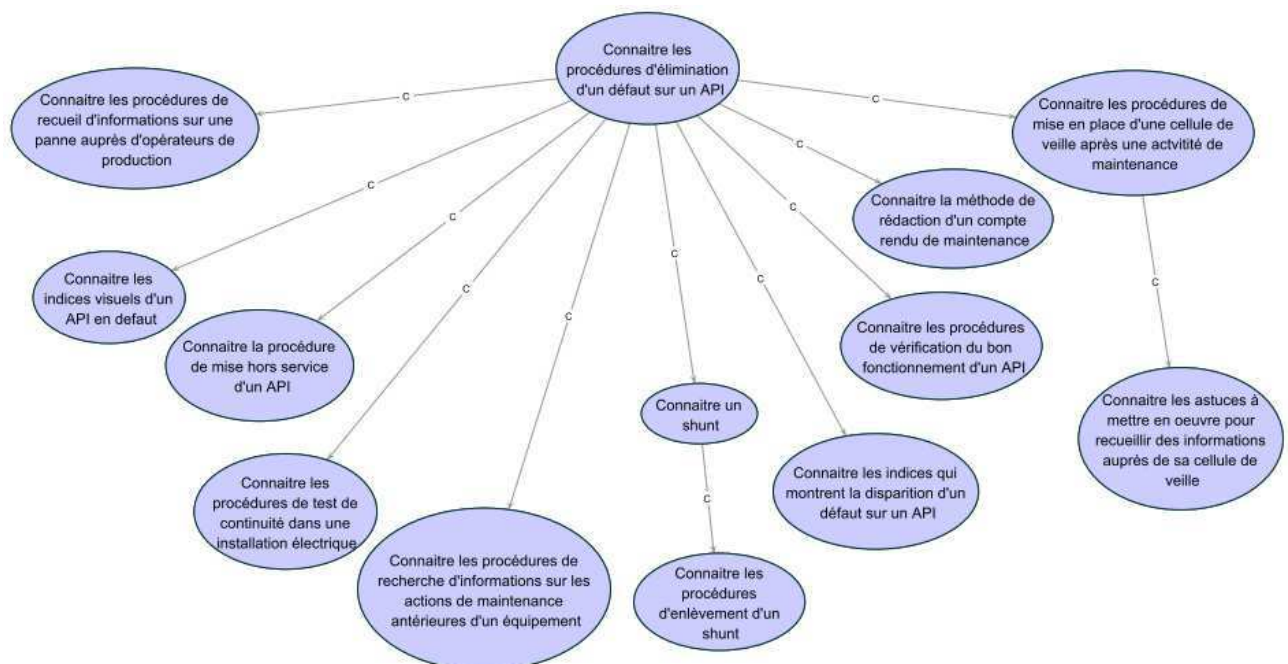


Figure 78 : modèle de connaissance de l'activité de maintenance 2

Tableau 27 : compétences et éléments de compétences

Établissement		Code	Ref :
Objectif	Standard		
Énoncé de la compétence	Contexte de réalisation		
Éliminer le défaut d'un API (Automate Programmable Industriel)	Travail individuel En présence d'un superviseur À l'aide du manuel d'opération et de procédures de travail de l'entreprise		
Éléments de la compétence et sous éléments	Critères de performance		
Être capable de recueillir des informations auprès des opérateurs de ligne de production	Pertinence des questions sur l'origine de la panne		
Être capable de trouver un automate en défaut dans une installation	L'automate en défaut bien localisé Explications correctes sur les caractéristiques d'un automate en défaut		
Être capable de mettre hors service un automate en défaut	Le levier du disjoncteur est bien en position off		
Être capable de vérifier la disparition d'un défaut d'automate	Explications correctes sur les caractéristiques d'un automate en défaut		
Être capable de remettre un automate sous tension	Respect des règles de mise en service d'un automate Mettre le levier du disjoncteur en position on		
Être capable de mettre en place une cellule de veille	Bien communiqué		
Être capable de recueillir l'information donnée par sa cellule de veille	Bien communiqué		
Être capable de tester la bonne marche des connexions électriques	Utilisation d'un testeur de continuité		
Être capable de déceler des anomalies dans une installation (rajout de shunt...)	Localisation d'un shunt		

Être capable de recueillir toutes les informations sur des actions de maintenance déjà effectuées sur un équipement	Bien communiqué
Être capable de tirer des informations auprès d'une équipe de maintenance	Bien communiqué
Être capable d'enlever un shunt	Respect des règles de sécurité Utilisation de l'outillage adéquat
Être capable de vérifier le bon fonctionnement d'un API	L'ordre chronologique des séquences est bien respecté
Être capable de rédiger un rapport de maintenance	Respect des procédures de rédaction dictées par l'entreprise

Comme avec l'étude du précédent cas, un partage de documents a été fait (tableau de compétence et la matrice LRI) par les différents experts, l'indice learning trouvé est de 98,25 %, ce qui est du reste très satisfaisant comme résultat. A travers cette valeur on peut conclure que cette activité de maintenance regorge des connaissances intéressantes qui répondent à l'attente du Centre National de Qualification Professionnelle (CNQP).

5.7.3.3 Apprentissage dans l'activité de maintenance

Dans le tableau ci-dessous, nous avons toutes les questions qui ont été utilisées pour tester les connaissances de l'Étudiant/Stagiaire sur cette activité de maintenance

Tableau 28 : questions du test d'évaluation de l'activité 2

NUMEROS	QUESTIONS	REponses
Q1	Quelle est la cause principale de l'arrêt de la ligne de production?	Rep1 : une coupure de courant
		Rep2 : un défaut d'automate
Q2	Comment s'est manifesté le défaut de l'automate ?	Rep1 : émission d'un bip par intervalles de temps réguliers
		Rep2 : dégagement et présence de fumée
		Rep3 : Clignotement d'une LED rouge
Q3	Dans un premier temps comment avez-vous fait pour éliminer le défaut ?	Rep1 : changer l'automate
		Rep2 : couper le courant et le remettre au bout de quelques minutes

Q4	Cette procédure a-t-elle pu éliminer le défaut ?	Rep1 : oui
		Rep2 : non
Q5	Quelle disposition avez-vous prise pour être informé rapidement d'un éventuel défaut de cet automate?	Rep1 : cellule de veille
		Rep2 : retourner voir au bout d'un certain temps de fonctionnement
Q6	Au retour sur le lieu de la panne qu'avez-vous fait ?	Rep1 : tester les connexions
		Rep2 : remplacer l'automate
Q7	Avez-vous trouvé la cause de la panne avec ces tests?	Rep1 : non
		Rep2 : oui
Q8	Comment avez-vous fait pour trouver la cause réelle de la panne ?	Rep1 : par test
		Rep2 : par l'équipe de maintenance
		Rep3 : par l'opérateur
Q9	Qu'elle était la cause réelle de la panne de l'automate ?	Rep1 : shunt inapproprié
		Rep2 : défaut de connexion
Q10	Est-ce que le défaut a disparu quand vous avez supprimé ce shunt ?	Rep1 : Oui
		Rep2 : Non

Après ce test d'évaluation, l'Étudiant/Stagiaire a obtenu une note chiffrée de 18/20. Selon l'appréciation du maître de stage « il a bien compris la démarche utilisée pour le dépannage de l'Automate Programmable Industriel ». Ici aussi, nous pouvons dire que cette activité de maintenance a bien participé à renforcer les compétences de l'Étudiant/Stagiaire.

A travers ces deux activités l'Étudiant/Stagiaire a pu commencer à construire une base de cas à partir de l'application Excel qui lui a été fourni par le coordonnateur des experts. Cette base de cas comme l'exige le fonctionnement du modèle est destinée à l'ensemble des étudiants de la section Informatique Industrielle du CNQP qui viendront en stage dans cette entreprise. Elle devra être mise à jour après chaque activité de maintenance par l'Étudiant/Stagiaire concerné.

Conclusion générale

6 Conclusion générale

Nos travaux portaient d'une manière générale sur la réactualisation permanente d'un référentiel de compétences avec des connaissances issues d'activités de maintenance en entreprises industrielles. Derrière cette idée nous avons aussi étudié les voies et moyens qu'on peut utiliser pour favoriser un apprentissage optimal d'un Étudiant/Stagiaire dans une entreprise industrielle.

Dans le premier chapitre de ce travail, nous avons focalisé notre attention sur la problématique scientifique de ce mémoire, ceci nous a bien guidé tout au long de ce travail de recherche.

Le deuxième chapitre était consacré à un travail d'étude du système de la formation professionnelle et technique au Sénégal. On s'est proposé de dresser l'état d'évolution globale du système à partir d'une identification de ses forces et faiblesses. Nous nous sommes appuyés pour cela sur l'analyse des politiques et stratégies mises en œuvre et sur les principaux résultats qui en découlent pour le fonctionnement, l'organisation et les performances du système. Nous avons aussi étudié dans ce chapitre, le dispositif de la formation des Brevets de Technicien Supérieur dans notre pays. Cette étude est une recherche qui visait à évaluer ce dispositif et ceci dans le but de fournir à notre modèle des bases solides lors de son implantation.

Le troisième chapitre est consacré à des sources bibliographiques théoriques issues de plusieurs domaines de la science et qui sont relatifs à notre problématique de recherche. La gestion des connaissances en entreprise, la maintenance industrielle, l'apprentissage dans les organisations. Ces sources nous ont permis de bien cerner l'ensemble des définitions et des caractéristiques des thèmes de notre problématique.

Dans un premier temps, nous nous sommes intéressés à la gestion des connaissances de l'entreprise en tant que domaine à part entière ayant des approches, des processus et des outils. La définition de ce qui est la gestion des connaissances dans le domaine de l'ingénierie des connaissances nous a permis de cerner le point de vue selon lequel nous avons envisagé d'aborder la notion de la gestion des connaissances, et d'identifier en conséquence, les différentes approches et méthodes relatives à ce domaine.

L'étude des éléments interdépendants de la Gestion des Connaissances : la génération, la capitalisation et le transfert, nous ont permis de comprendre qu'une initiative de faire bénéficier

aux centres de formation professionnelle et technique de l'énorme quantité de connaissances collectée quotidiennement dans les entreprises industrielles, doit se fonder sur ces éléments, qui interagissent autour des individus porteurs des connaissances explicites et tacites. Cette étude bibliographique sur la gestion des connaissances a bien éclairé notre vision sur la complexité du monde des connaissances dans l'entreprise moderne et a guidé notre choix sur l'approche de gestion des connaissances la mieux adaptée au contexte de notre application.

Nous nous sommes attachés aussi à définir les concepts de l'apprentissage organisationnel qui est un processus collectif de développement et de modification des connaissances (aussi bien tacites qu'explicités) au sein d'une organisation.

Nous avons remarqué qu'il se développe de différentes manières : observation, imitation, expérimentation, etc., de la concurrence, de l'environnement ou directement à l'intérieur de l'entreprise. Enfin, tandis que l'objectif principal visé dans ce mémoire est de capter les connaissances issues des activités de maintenance en entreprise industrielle pour les transférer aux CFPT, il a été nécessaire d'étudier les concepts de cette maintenance. Il est important de connaître les grandeurs et les mécanismes qui en résultent pour pouvoir asseoir une base théorique solide qui facilite l'implantation du modèle qui est traité dans ce mémoire.

Dans le quatrième chapitre, nous nous sommes attachés à présenter d'une façon générale le modèle (description de fonctionnement, procédure de réactualisation du RCcf, utilisation...). Notre souci majeur était de faire bénéficier au CFPT de l'énorme quantité de connaissances collectées quotidiennement dans les entreprises industrielles au cours des activités de maintenance. Nous avons proposé un modèle qui s'appuie principalement sur un apprenant en position de stage en entreprise. Ce modèle décrit tout le processus mis en œuvre pour un apprentissage optimal du stagiaire tant en entreprise industrielle qu'au CFPT ainsi que la réactualisation du référentiel de compétences du centre de formation professionnelle et technique. Dans ce processus nous nous sommes beaucoup appuyés sur les bases théoriques de l'étude bibliographique. La stratégie proposée est de repérer, analyser et intégrer ces connaissances dans deux bases de données évolutives, l'une dans l'entreprise et l'autre au CFPT. Les deux bases de données vont s'enrichir mutuellement et se mettre à jour pour une amélioration continue du degré de performance de la formation donnée aux étudiants.

Le cinquième et dernier chapitre de notre travail est consacré à une application du modèle. Plus précisément, nous avons proposé pour l'application du modèle, deux exemples pratiques. Tous les deux cas constituent une exploitation de comptes rendus de maintenance, issus d'activités de maintenance en entreprise industrielle, qu'un Etudiant/Stagiaire a pu assister. A travers l'exploitation de ces comptes rendus nous avons montré qu'il est bien possible d'une part de réactualiser régulièrement le Référentiel de compétences du CFPT et d'autre part de favoriser l'apprentissage de l'Etudiant/Stagiaire dans une activité de maintenance en entreprises industrielles.

Nos travaux ne prétendent pas présenter une solution parfaite et indiscutable à une problématique aussi complexe que celle de réactualiser un référentiel de compétences et aussi de gérer un apprentissage dans une activité de maintenance. Nous nous sommes essentiellement attelés à essayer, tout au long de cette thèse, de mettre en valeur l'importance de la mise à jour régulière du référentiel de compétences. En effet disposer d'un référentiel de compétences de bonne qualité est un préalable pour toute formation qui se veut performante, surtout si les compétences décrites sont issues d'un processus d'apprentissage dans un cadre réel qu'est l'entreprise. Nous avons aussi essayé tout au long de ce mémoire de définir et de caractériser le processus afin de proposer une approche bien définie à l'aide d'une démarche méthodologique assez simple, dans le but de faciliter la compréhension et l'utilisation du modèle.

Pour clore cette thèse, nous pouvons dire que l'objectif que nous nous fixions au démarrage est atteint : nous avons proposé un modèle d'apprentissage dans une activité de maintenance et de mise à jour d'un référentiel de compétences. Une confrontation au terrain nous a permis de prendre conscience de certains ajustements à intégrer et nous donne la possibilité d'envisager de le perfectionner à nouveau par une mise en pratique avec d'autres entreprises avant d'étendre son utilisation à grande échelle. L'utilisation à grande échelle va consister à faire participer plusieurs entreprises et plusieurs Centres de Formation Professionnelle et Technique à la gestion du modèle. Ceci va nous permettre d'avoir une implication positive tant souhaitée de nos entreprises dans la formation professionnelle des BTS industrie. L'autre partie à développer plus tard est une étude approfondie de la phase d'apprentissage de l'Etudiant/Stagiaire au CFPT. Ce sera précisément une exploitation du compte rendu découlant de l'interaction d'apprentissage entre l'Etudiant/Stagiaire et le formateur du CFPT (Fcf). Notre vision dans ce

sens est de voir dans quelle mesure l'exploitation de ce compte rendu peut-elle produire des connaissances utiles à l'entreprise industrielle. A travers ces connaissances on pourrait développer la formation continue dans les CFPT en offrant aux entreprises des modules de formation intéressants pour le perfectionnement de leurs personnels.

En effet, La formation continue du personnel des entreprises est une question qui revêt de plus en plus d'importance. Les milieux de travail sont traversés par des transformations accélérées qui rendent nécessaire le développement soutenu des compétences de la main-d'œuvre par la formation.

Actuellement dans toutes les entreprises, la formation s'est imposée petit à petit aux directions d'entreprises comme un moyen essentiel de mise à jour des connaissances et de perfectionnement des compétences de leur personnel.

Ainsi, tout en fournissant aux personnels des entreprises des instruments nécessaires à une participation éclairée aux innovations technologiques, la formation continue dans leur entreprise peut contribuer en même temps à transformer le développement des entreprises.

Bibliographie

7 Bibliographie

7.1 A

- Aamod. (1994). Case-Based Reasoning: foundational issues, methodological variations, and systems approaches. *AI Communications*, IOS Press, vol. 7, pp. 39-59
- Afonso et Aubyn. (2005). Non-parametric Approaches to Education and Health Efficiency in OECD Countries. *Journal of Applied Economics*, 8 (2), 227-246
- Allen (1994). Case based reasoning: business applications. *Communications of the, ACM*, vol. 37, pp. 40-45
- Amin et Cohendet. (2004). *The Architecture of Knowledge*. Oxford University Press, Oxford.
- Anand et al. (2011). Understanding Knowledge Management: a literature review. *International Journal of Engineering Science and Technology (IJEST)*, 3(2), pp.926–939.
- Anderson. (1996). ACT: A simple theory of complex cognition. *American Psychologist*, 51(4), 355-365.
- Anderson et Lebiere. (1998). *The Atomic Components of Thought*. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates.
- Ardoino. (1984). *Pédagogie du projet ou projet éducatif*, 94, 5-13.
- Argote et al. (2000). Knowledge transfer in organizations: learning from experience of others, *Organizational Behaviour and Human Decision Processes*. 82:1, 1-8.
- Argote. (2003). *Managing Knowledge in Organizations: An Integrative Framework and Review of Emerging Themes*. *Management Science*, 49(4), 571-582.
- Argyris et Schon. (1974). *Theory in practice: Increasing professional effectiveness*. (Jossey-Bas.). Oxford, England.
- Argyris et Schön. (1978). *Organizational Learning: A Theory of Action Perspective*. Addison Wesley
- Argyris. (1993). *Savoir pour agir*. Inter éditions, Paris, 1995 (traduction de *Knowing for action*, Jossey-Bass Inc, 1993).
- Argyris. (1995). *Savoir pour agir et surmonter les obstacles à l'apprentissage organisationnel*. InterEditions, Paris.
- Arrow, K.J. (1969). Classificatory Notes on the Production and Transmission of Technological Knowledge. *The American Economic Review*,
- Andéol. (2007). Risques professionnels : analyse et évaluation », *Techniques de l'Ingénieur*, SE3920.

7.2 B

- Baglin et al. (2005). *Management industriel et logistique*. Economica
- Baron et al. (2015). Trois approches d'apprentissage collaboratif dans l'action pour soutenir le développement du leadership. *Humain et organisation*, Volume 1 No 2
- Basque et al. (2008). Collaborative Knowledge Modeling with a Graphical Knowledge Representation Tool: A Strategy to Support the Transfer of Expertise in Organizations. Dans A. L. P. Okada, S. J

- Basque et Pudelko. (2004). La modélisation des connaissances à l'aide d'un outil informatisé à des fins de transfert d'expertise. Recension d'écrits, Notes de recherche, Montréal, Centre de recherche LICEF, Télé-université.
- Becker. (1964). Human capital. NBER, New York: Columbia University
- Beeby et Booth. (2000). Networks and Inter-organizational Learning: A Critical Review. *The Learning Organization*, vol. 7, n. 2, p. 75-88.
- Beer. (1972). *Brain of the Firm*. Chichester Wiley.
- Belmont, Butterfield et al. (1982). To secure transfer of training instruct self-management skills. In D. K. Detterman et R. J. Sternberg (dirs.). *How and how much can intelligence be increased?* (p. 147-154). Hillsdale, NJ: Ablex.
- Benomrane et al. (2013). An agent-based knowledge discovery from databases applied in healthcare domain, in 'International Conference on Advanced Logistics and Transport. ICALT 2013, Sousse, Tunisie, 29-31 mai
- Berthoin et al. (1961). *Manuel des statistiques de l'éducation*. Première édition, Edition UNESCO, Paris.
- Bernard. (2007). RàPC appliqué à l'aide à la génération des processus d'industrialisation rapide de produit. Dans: J. Renaud, B. C. Morello, B. Fuchs & J. Lieber, éd. *Raisonnement à Partir de Cas 1- Conception et configuration de produits*. s.l.:Lavoisier, pp. 151-188.
- Bierly et al. (2000). Organizational Learning, Knowledge and Wisdom. *Journal of Organizational Change Management*, 13(6): p. 595-518.
- Brien. (1990). *Science cognitive et formation*. Sillery. Québec: Presses de l'Université du Québec.
- Brien. (2005). *Apport des sciences cognitives à la technologie éducative*. Faculté des sciences de l'éducation, Université Laval, Décembre 2005
- Brooking. (1999). Capturing Knowledge within the Organization. In: *Corporate Memory: Strategies for Knowledge Management*, International Thomson Business Press, London, p. 61-75.
- Boisot. (1998). *Knowledge Assets. Securing competitive advantage in the information economy*. Oxford Universtiy Press, Oxford, 1998.
- Brunel. (2008). *Étude des activités collaboratives de conception en tant que situation d'apprentissage : application à l'ingénierie des produits et à l'ingénierie didactique* », Thèse de Doctorat, Université Bordeaux I, décembre 2008.
- Buysse et Vanhulle. (2009). *Écriture réflexive et développement professionnel : quels indicateurs?* *Questions vives, recherches en éducation*, Vol.5 n°11 | 2009

7.3 C

- Cacaly, S. (2004). *Dictionnaire de l'information*. Paris: Armand Colin », 2004, 274p.
- Champy-Remoussenard, P. (2005). *Les théories de l'activité entre travail et formation*.
- Chandler. (1962). *Strategy and structure*, Cambridge: MIT Press, 1962.
- Charlet. (2005). *Les connaissances médicales à l'épreuve de l'informatisation : un exemple paradigmatique de l'IC ?*, Séminaire C2EI, Paris, mars, 2005

- Chauvet et al. (2002). Absorptive Capacity and Knowledge Transfer Propensity: Towards the obtaining of a competitive advantage. In the Fourth European Conference on Organizational Knowledge, Learning, and Capabilities. Barcelone, 2003.
- Chauvière. (2006). Les référentiels, vague, vogue et galères, *Vie sociale*, no 2, 21-32.
- Chauvigné, C. (2007). Une nouvelle approche des compétences comme analyseur pédagogique. In AIPU, 24e congrès international. Vers un changement de culture en enseignement supérieur. Regards sur l'innovation, la collaboration et la valorisation. Montréal.
- Chouki. (2012). La génération des connaissances et la conception des artefacts visuels : le cas de l'aménagement des espaces de travail dans les entreprises. Thèse de doctorat, Université de Lorraine, 2012.
- Cohen et Levinthal. (1990). Absorptive Capacity: a new perspective of learning and innovation, *Administration Science Quarterly*.
- Collins. (2010). Tacit and explicit knowledge. Chicago, Ill, London: The University of Chicago Press, 2010
- Conjard et al. (2006). Acquérir et transmettre des compétences : une étude conduite auprès de 10 entreprises. Lyon : ANACT, 2006, 87 p.
- CONFEMEN. (1999). L'insertion des jeunes dans la vie active par la formation professionnelle et technique. Document de réflexion et d'orientation, Dakar 1999.
- Cook et Brown. (1999). Bridging Epistemologies: The Generative dance Between Organizational Knowledge and Organizational Knowing. *Organization Science*, 10: 4, 381-400.
- Cros et al. (2010). Les référentiels en formation : enjeux, légitimité, contenu et usage. *Recherche & Formation*, N°64-2010, pp.105-116
- Cros et Raisky. (2010). Référentiel. *Recherche et formation*, 64 | 2010, 105-116.
- Cyert et March. (1963). *A Behavioral Theory of The Firm*, NY: Prentice Hall, Englewood Cliffs.

7.4 D

- Davenport et Prusak. (1998). *Working knowledge: How organizations manage what they know*. Boston: Harvard Business School Press.
- De Ketele. (2000). En guise de synthèse : Convergences autour des compétences. In Bosman, C., Gerard, F.-M., Roegiers, X. (Éds). « Quel avenir pour les compétences ? », Bruxelles : De Boeck Université, pp.187-191, 2000.
- De Ketele. (2007). La qualité et le pilotage du système éducatif. In M. Behrens (Ed.), *La Qualité en éducation. Pour réfléchir à la formation de demain*, (pp. 19-38). Québec : Presses de l'Université du Québec.
- Desroches et al. (2009). *L'analyse préliminaire des risques* ». Edition Hermès – Lavoisier, 2009
- Dia. (2006). *Education, capital humain et dynamique économique : analyse à partir du secteur industriel sénégalais*. Thèse de Doctorat, Université Bourgogne, 2006
- Dogson. (1993). *Organizational learning: a review of some literatures*. *Organization Studies*, 1993.

Domazlicky et Primont. (2006). Student achievement and efficiency in Missouri schools and the No Child Left Behind Act. *Economics of Education Review*, Vol. 25, PP 77- 90.

Dubruc. (2009). Le stage en entreprise : facteur de développement? Un dispositif de formation structuré par des instruments langagiers. – Rôle du stage en formation initiale. Thèse de doctorat en psychologie, Université Lyon 2, juin 2012

7.5 E

Elkjaer. (2004). The learning organization: an undelivered promise. *Management Learning*, 32, 4, pp. 437-452, 2004.

Engeström et al. (2003). Spatial and temporal expansion of the object as a challenge for reorganizing work. In D. Nicolini, S. Gherardi & D. Yanow (Eds.), *knowing in organizations: A practice-based approach*. Armonk: Sharpe.

Engeström et Sannino. (2010). Studies of expansive learning: Foundations, findings and future challenges. *Educational Research Review*, 5(1), p.1-24, 2010.

Ergazakis et al. (2005). Knowledge Management in Enterprises. A Research Agenda. *International Journal of Intelligent Systems in Accounting and Finance Management*, Wiley, vol. 13, n°1, pp. 17-26, 2005

Ermine. (2000). *Les systèmes de connaissances*. Hermes sciences publications, Paris, 1996, deuxième édition 2000.

Ermine. (2001). Capitaliser et partager les connaissances avec la méthode MASK. *Ingénierie et capitalisation des connaissances*, Hermes Science

Ermine. (2008). Un modèle formel pour la gestion des connaissances. *Traité IC2, Série Management et Gestion des STIC*, Mars 2008

7.6 F

Fadiga. (2003). Etude longitudinale rétrospective sur l'efficacité externe et l'équité d'accomplissement des diplômés sénégalais de l'ENSETP de 1981 à 1994. Thèse de doctorat université Catholique de Louvain, Octobre 2003

Fadiga et al. (2006). L'Efficacité externe et l'équité d'accomplissement des diplômés sénégalais de l'enseignement technique supérieur. *JHEA/RESA* Vol. 4, No. 1, 2006, pp. 87–123

Faerman et al. (1993). Trainee satisfaction and training impact: Issues in training evaluation. *Public Productivity and Management Review*, Vol 16, n° 3, p. 299-451.

Ferrary. (2006). *Management de la connaissance: knowledge management, apprentissage organisationnel et société de la connaissance*. Paris : Economica, cop. 2006, P.2-15.

Filloi. (2004). Apprentissage et systémique, une perspective intégrée. *Revue Française de gestion*, 149 : 33-49

Filloi. (2006). L'émergence de l'entreprise apprenante et son instrumentalisation: études de cas chez EDF. Thèse de doctorat Université Paris Dauphine, Novembre 2006

Foucault. (1969). *L'archéologie du savoir*, Paris : Gallimard.

Finnie. (2003). R5 model for case-based reasoning. *Knowledge Based Systems*, vol.16, 2003

Flis-Zonabend. (1968). *Lycéens de Dakar : essai de sociologie de l'éducation*. Paris, François Maspero,

Forester J.W. (1958). Industrial dynamics – A maker breakthrough for decision makers. In *Harvard Business Review*, n°364

Fourniol, J. (2004). *La formation professionnelle en Afrique francophone : Pour une évolution maîtrisée*. Paris, France: l' Harmattan

Fuller, B. et P. Clarke. (1994). Raising school effects while ignoring culture? Local conditions and the influence of classroom tools, rules and pedagogy. *Review of Educational Research*, Vol. 64.

7.7 G

Garvin. (1993). Building a learning organization, *Harvard Business Review*. 1993, juillet-août.

Garcia. (2012). *L'apprentissage professionnel des enseignants stagiaires de l'enseignement agricole français durant le stage de pratique accompagnée*. Phronesis.

Gerard et al. (2001). *L'évaluation de la qualité des systèmes de formation. Mesure et évaluation en éducation 2001*

Girard et al. (2003). Analysis of collaboration for design coordination. 10th ISPE International Conference on Concurrent Engineering: Research and Applications, Madère, 2003.

Ginestié et al. (2012). *L'EFTP en Afrique subsaharienne : où en est-on ?* Janvier 2012

Ginestié et al. (2012). *Égalité des chances : vers un monde plus juste ?* Janvier 2012

Goria. (2006). *Knowledge management et intelligence économique : deux notions aux passées proches et aux futurs complémentaires*. Novembre 2006

Grant. (1996). Toward a knowledge-based theory of the firm. *Strategic Management Journal*, 1996, 17, (winter special issue).

Grotaers, D et al. (1988). *Manuel de la formation en alternance*. Lyon : Chroniques Sociales, 1988.

Grundstein. (1995). *La Capitalisation des Connaissances de l'Entreprise, Système de Production des Connaissances dans « L'organisation Apprenante. Faire, chercher, comprendre » (Tome 2)* , Jeanne Mallet (Dir.), Université de Provence, 1995

Grundstein. (2000). Repérer et mettre en valeur les connaissances cruciales pour l'entreprise. Actes de 10ème Congrès International de l'AFAV, Paris, France, Novembre 2000.

Grundstein. (2002). Michel Grundstein : De la capitalisation des connaissances au renforcement des compétences dans l'entreprise étendue. 1er Colloque du groupe de travail Gestion des Compétences et des Connaissances en Génie Industriel « Vers l'articulation entre Compétences et Connaissances ». Nantes, 12-13 décembre 2002.

Gupta et Govindarajan. (2000). Knowledge Management's social dimension. *Lessons from Nuccor Steel*, *Sloan Management Review*, 2000, 42, 1.

Gwénaël et al. (2009). Les indicateurs de développement professionnel. *Questions Vives*, Vol.5 n°11, 2009

7.8 H

Hunt. (1995). Evolutionary case based design. Watson (Ed.), Progress in Case Based Reasoning, Lecture Notes in Artificial Intelligence, vol. 1020, pp. 17-31, 1995.

Hamidou Sall. (1996). Efficacité et équité de l'enseignement supérieur. Quels étudiants réussissent à l'Université de Dakar ? Thèse de doctorat tome 1 et 2, université de Dakar, Décembre 1996

Haouchine et al. (2009). Auto-increment of expertise for failure diagnostic. A paraître dans 13th IFAC Symposium on Information Control Problems in Manufacturing INCOM'09, Moscow, Russie, Juin 2009.

Harbison et Hanushek. (1992). Educational education of the poor: lessons from rural northeast Brazil, New York, and Oxford University Press

Huard. (2010). L'intérêt de la didactique professionnelle pour la mise en œuvre d'une pragmatique de formation. Savoirs, 23, 73-94, 2010

7.9 I

Igor Volkov. (2011). Transfert de connaissances dans les entreprises multinationales efficacité et influence des facteurs contextuels. Thèse de doctorat, université de Montréal, Novembre 2011

Inkpen et Dinur. (1998). The transfer and management of knowledge in the multinational corporation: considering context. Carnegie Bosch Institute Working Paper.

Iandoli et Zollo. (2008). Organizational Cognition and Learning: Building Systems for the Learning Organization. Information Science Publishing.

7.10 J

Jabrouni et al. (2009). Exploitation formelle des connaissances issues des processus de retour d'expérience industriels. 8ème Congrès International de Génie Industriel - Bagnères-de-Bigorre (France), Juin 2009, Actes : ISBN 978-2-7466-0894-8.

Jabrouni et al. (2011). Continuous improvement through knowledge-guided analysis in experience feedback. Engineering Applications of Artificial Intelligence, 24(8): 1419-1431, (Décembre 2011).

Jaime A. (2005). From quality management to Knowledge Management in research projects: An approach through the management of contents in bibliographical research. Thèse de doctorat, Institut National Polytechnique de Grenoble, 2005

Jamison et al. (1981). Farmer education and farm efficiency, published for the World Bank, Baltimore and London: The Johns Hopkins University Press.

Jarousse J.P et Mingat. (1991). Formations et carrières : Contributions de la théorie du capital humain à l'analyse du fonctionnement du marché du travail. Dijon : IREDU, cahier n° 48

Jarousse, J.P et Mingat. (1992). L'école primaire en Afrique : fonctionnement, qualité, produits : le cas du Togo. Dijon : IREDU

Jarousse et al. (2009). Programme sectoriel de gestion des systèmes éducatifs, Module 2 : Analyse de scolarisations. Edition UNESCO, Dakar

Johansson et al. (2001). Perceptions of and challenges with knowledge sharing – enterprise collaboration in a virtual aeronautical enterprise. Conférence internationale sur la conception, ICED, Université technique du Danemark, 2011

Jonnaert. (2004). Contribution critique au développement des programmes d'études : compétences, constructivisme et interdisciplinarité. *Revue des sciences de l'éducation*, 30(3), 667-696.

Jouvenel G. et B. Masingue. (1994). Les évaluations d'une action de formation dans les services publics. Paris, Les éditions d'organisation

7.11 K

Ketele et al. (1992). Contraintes de l'ajustement structurel et avenir. Education et de la formation dans les pays francophones en développement (pp.43-75). Bordeaux: Actes du Colloque international de l'ACCT.

Kim, D.H. (1993). The link between individual and organizational learning. *Sloan Management Review*, Fall, pp. 37-50.

Knublauch. (2002). An Agile Development Methodology for Knowledge-Based Systems Including a Java framework for Knowledge Modeling and Appropriate Tool Support Dissertationsschrift. Ulm: PhD thesis, University of Ulm.

Koenig. (1994). L'apprentissage organisationnel : repérage des lieux. *Revue Française de Gestion*, n° 97, 1994

Kolodner. (1992). An introduction to case based reasoning. *Artificial Intelligence Review*, vol. 6, no1, pp. 3–34, 1992.

7.12 L

Lacolare. (2011). Valoriser la connaissance dans l'entreprise. Collection Solutions pour..., AFNOR Editions, 2011.

Landry. (1995). A Note on the Concept of 'Problem. *Organization Studies*, vol. 16, no. 2, p. 315.

Laurence Gardes. (2001). Méthodologie d'analyse des dysfonctionnements des systèmes pour une meilleure maîtrise des risques industriels dans les pme : application au secteur du traitement de surface. Thèse de doctorat Institut national des sciences appliquées de Lyon et l'école nationale supérieure des mines de Saint-Etienne, juillet 2001

Le Bellu. (2011). Capitalisation des savoir-faire et des gestes professionnels dans le milieu industriel. Mise en place d'une aide numérique au compagnonnage métier dans le secteur de l'énergie. Thèse de doctorat université de Bordeaux 2, Septembre 2011

Le Boterf. (2008). Repenser la compétence. Paris. Éditions d'organisation, 2008

Lécaille. (2003). La trace habilitée. Une ethnographie des espaces de conception dans un bureau d'études de mécanique : l'échange et l'équipement des objets grapho-numériques entre outils et acteurs de la conception. Thèse de doctorat de l'Institut National Polytechnique de Grenoble

Leake. (1996). Case-Based Reasoning: Experiences, Lessons, and Future Directions. Menlo Park AAAI Press/MIT Press, 1996.

- Leblanc, Brunel. (2008). Les experts inégaux face à la communication de leurs savoirs. Revue Hermès, Edition CNRS, ISBN : 978-2-271-07889-6
- Legendre. (1988). Dictionnaire actuel de l'Éducation. Montréal : Larousse, 1988.
- Legendre R. (1993). Dictionnaire actuel de l'éducation. Montréal: Guérin/Paris: 2ième edition
- Legendre. (2002). Stop aux réformes scolaires pour dénouer la crise maintenant. Montréal : Guérin.
- Legendre. (2005). Dictionnaire actuel de l'éducation. (3e éd.). Montréal : Guérin
- Legendre. (2007). Les compétences professionnelles en enseignement et leur évaluation. (pp. 229-247). Ottawa : Presses de l'Université d'Ottawa.
- Lefevre et al. (2009). Les indicateurs de développement professionnel. Vol.5 n°11 | 2009 :
- Leontiev, A. (1984). Activité, conscience, personnalité. Ed. du Progrès. Moscou
- Leroy. (2011). Etude de l'analyse de leur activité par des enseignants débutants comme occasion de développer la réflexivité et la régulation de leur action : mise au point d'une méthodologie et premiers résultats. Communication présentée au Colloque international INRP, 2011
- Levenshtein. (1966). Binary codes capable of correcting deletions, insertions, and reversals. Soviet Physics Doklady 10(8), 707–710.
- Levy, J-F. (2000). Etat de l'art sur la notion de compétences. Texte introductif au séminaire national Institut National de la Recherche Pédagogique (INRP), Département Technologies nouvelles et Education (TECNE), 26/06/2000, Paris
- Lieber. (2004) Une étude comparative de quelques travaux sur l'acquisition de connaissances d'adaptation pour le raisonnement à partir de cas. Actes du 12ème atelier de raisonnement à partir de cas, 2004.
- Lievens. (1976). Sécurité des systèmes. Toulouse, Cépaduès - Édition, 1976, 341 pages
- Ligeron. (1988). Le management des grands contrats, prise en compte des aspects qualité et sûreté de fonctionnement. Tec et Doc Lavoisier Paris.
- Lopez de Mantaras et al. (2005). Revise, and Retention in CBR. Knowledge Engineering Review, pp: 215-240, 2005.
- Lockheed et al. (1991). Improving Primary Education in Developing Countries. Washington, D.C: World Bank.
- Lundberg. (1995). Learning in and by Organizations: Three Conceptual Issues. International Journal of Organizational Analysis, vol. 3, p. 10-23.

7.13 M

- Mbengue. (2004). Management des savoirs. Revue française de gestion. 149(2): 13-31.
- McEvily. (2002). The persistence of knowledge-based advantage: an empirical test for product performance and technological knowledge. Strategic Management Journal, vol. 23, p. 285-305.
- Métais et Roux-Dufort. (1996). L'apprentissage organisationnel comme processus de développement des compétences centrales de l'entreprise : l'exemple de la gestion des crises à Electricité De France. (Association Internationale de Management Stratégique ; 5 ; 13-15 mai 1996 ; Lille ; France).

- Miled. (2005). Un cadre conceptuel pour l'élaboration d'un curriculum selon l'approche par les compétences, La refonte de la pédagogie en Algérie - Défis et enjeux d'une société en mutation. Alger : UNESCO-ONPS, pp. 125-136.
- Mingat et al. (2001). Rapport d'Etat d'un Système Educatif National (RESEN), Guide méthodologique pour sa préparation. Edition Banque Mondiale, BENIN
- Monchy F. (2000). Maintenance Méthodes et organisations », Dunod, Usine Nouvelle, Paris
- Mortureux. (2002). La Sûreté de fonctionnement: méthodes pour maîtriser les risques. AG4670, Techniques de l'ingénieur, Octobre, 2001.
- Mouchet et al. (2011). Méthodologie d'accès à l'expérience subjective : entretien composite et vidéo. L'Harmattan, | « Savoirs », 2011/3 n° 27 | pages 85 à 105, ISSN 1763-4229

7.14 N

- Nagel et al. (2008). Construire un référentiel de validation en cohérence avec le référentiel de compétences : enjeux méthodologiques, pédagogiques et organisationnels. Communication présentée au 25e congrès de l'AIPU- Le défi de la qualité dans l'enseignement supérieur : vers un changement de paradigme, Montpellier (19-22 mai).
- Nagel et al. (2013). Réflexions critiques sur la conception d'un référentiel de compétences en éducation thérapeutique du patient. Recherches & éducations, 9 | 2013, 99-115.
- Nizet et al. (1993). Un modèle pédagogique constructiviste et cognitiviste pour une formation technique. ASTERN, 1993. Modèles pédagogiques I. INRP,
- Nunziati. (1987). Pour construire un dispositif d'évaluation formatrice. Cahiers Pédagogiques, no 280. Paris : p. 37.
- Ngathe Kom. (2012). Acte des assises sur l'enseignement et la formation techniques et professionnels, Ouagadougou 4-7 septembre. <http://www.confemen.org/wp-content/uploads/2012/12/Actes-des-Assises.pdf> Consulté 25/03/2016
- Nelly. (1996). Evaluation de l'efficacité externe de la formation des agriculteurs. Thèse de doctorat Université de Bourgogne, juin 1996
- Newell et Simon. (1972). S. Newell & H. Simon. Human problem solving. Englewood Cliffs, NF: Prentice-Hall.
- Nicole Escourrou. (2008). Le stage : lien privilégié entre formation et emploi. Université de Paris X Nanterre, juin 2008
- Nonaka. (1991). The knowledge-creating company. In Harvard Business Review, n°69, pp 96-104
- Nonaka. (1994). A dynamic theory of organizational knowledge creation. Organization science, 5(1) : 14-37, 1994.
- Nonaka et Takeuchi. (1995). The Knowledge-Creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation. Oxford University Press, 1995.
- Nonaka et Takeuchi. (1997). Nonaka I., Takeuchi H., La connaissance créatrice: La dynamique de l'entreprise apprenante. De Boeck Université, 1997.

Nonaka, Von Krogh. (2009). Tacit Knowledge and Knowledge Conversion: controversy and advancement in organizational knowledge creation theory. *Organization Science*, May-June, p. 635-652, 1995

Nonaka, Toyama. (2002). A Firm as a Dialectical Being: Toward a Dynamic Theory of a Firm. *Industrial and Corporate Change*, 11 (2002), 995-1009.

7.15 O

O'Neil et al. (2007). *Understanding Action Learning*. New York: American Management Association, 2007.

7.16 P

Prévoit. (2007). Le transfert de connaissances : revue de littérature. XVIème Conférence Internationale de Management Stratégique, AIMS, 2010

Patriotta. (2003). Sensemaking on the Shop Floor: Narratives of Knowledge in Organizations. *Journal of Management Studies*, 40(2), 349-375.

Paquay. (2012). Quels référentiels de compétences? Quels savoirs pour enseigner? Pour quelle formation professionnalisante ? Université catholique de Louvain-la Neuve, Belgique, N°15 / 2012 / pp. 159-166

Paquette. (2002). Modélisation des connaissances et des compétences. » Québec, Canada: PUQ.

Pascal Vrignat. (2010). Génération d'indicateurs de maintenance par une approche semi-paramétrique et par une approche markovienne. Thèse de doctorat université de d'Orléans, Institut Prisme, octobre 2010

Pedler. (1991). *Action learning in practice*. Gower, Londres, 1991.

Perrenoud. (2000). Questions autour des compétences. In C. Bosman, F. M. Gérard, & X. Quel avenir pour les compétences ? (pp. 175-185). Bruxelles : De Boeck

Pham. (2010). Etude de la création des connaissances : Le cas d'un projet système d'information de santé orienté ERP. Article présenté à la conférence à la 19ème Conférence de l'AIMS (Association Internationale du Management Stratégique), Luxembourg, 1-4 juin 2010

Polanyi. (1958). *Personal Knowledge: Towards a Post-Critical Philosophy*. Chicago: University of Chicago Press

Prax. (2000). *Le guide du Knowledge Management- concepts et pratiques du management de la connaissance*. DUNOD, 2000

Prax. (2002). *Le management territorial à l'ère des réseaux*. Editions d'Organisation Octobre 2002

Prax. (2003). *Le manuel du knowledge management: une approche de 2e génération*: Dunod.

Prévoit. (2007). Le transfert de connaissances : revue de la littérature. AIMS, janvier 2007, EUROMED Marseille Ecole de Management

Prax. (2012). *Le manuel du knowledge management : mettre en réseau les hommes et les savoirs pour créer de la valeur*. 3e éd., Paris : Dunod, 2012.

Prudhomme et al. (2001). Activité de conception et instrumentation de la dynamique des connaissances locales. Actes d'Ingénierie des connaissances - IC '99-01, Teulier R. et al. (Editeurs), Presses Universitaires de Grenoble, pp. 41-61.

Psacharopoulos et al. (1988). L'éducation pour le développement. Une analyse des choix d'investissements. Paris: Economica; p. 5.

7.17 R

Rakoto. (2004). Intégration du Retour d'Expérience dans les processus industriels. Thèse de doctorat Ecole Nationale d'Ingénieurs de Tarbes, octobre 2004

Retour et al. (1990). Où va la maintenance industrielle ?, Problèmes Économique. No. 2.159, pp. 7-13, 1990.

Reyes. (2012). Extraction et modélisation de connaissances : Application à la conception de procédés. Thèse de doctorat de l'université de Toulouse, 23 novembre 2012

Richer. (2012). La didactique des langues interrogée par les compétences. Bruxelles : E.M.E

Robin. (2005). Evaluation de la performance des systèmes de conception pour la conduite de l'ingénierie des produits ; prototype logiciel d'aide aux acteurs. Thèse de doctorat, université de Bordeaux 1, 05 décembre 2005

Rogers. (1982). Diffusion of Innovations. NY: Simon & Schuster

Rosqvist et al. (2009). Value-driven maintenance planning for a production plant. Reliability Engineering & System Safety.

Roussel. (2011). Gestion des connaissances en contexte projet : quelles pratiques et quels enjeux pour les entreprises ? Editeur : Management Prospective Ed, N°44, 2011. (Carolyn Steedman, 86), for a Good Woman: A Story of Two Women by Carolyn Steedman

7.18 S

Savadogo et al. (2013). Analyse critique des politiques éducatives et de développement du Burkina faso de 1960 à 2012, perspectives ante et post. 2015, octobre

Sackmann. (1991). Cultural knowledge in organizations: Exploring the collective mind. Editions Sage (voir normes et standards de qualité en éducation et formation, 14).

Senge. (1990). The fifth discipline: The art and practice of the learning organization. Editions Doubleday Currency

Senge. (1999). The Dance of Change. The Challenges to sustaining Momentum in Learning Organizations. New York, Doubleday, 1999

Shannon et al. (1949). The mathematical theory of communication. By Claude E. Shannon and Warren Weaver, The University of Illinois Press. Urbana

Schreyögg. (2000). Organisation : Grudnlagen moderner Organisationsgestaltung. 2000.

Shrivastava. (1983). A Typology of Organizational Learning Systems. Journal of Management Studies, vol. 20, no. 1, p. 7-28.

Simon. (1991). Bounded rationality and organizational learning, Organization Science. 2, 1, Février, pp. 125-34.

Souris JP. (1993). La maintenance source de profit. Editions d'organisation, Paris

Stewart. (1991). Brain Power. How Intellectual Capital Is Becoming America's Most Valuable Asset. Fortune June 1991.

Stufflebeam. (1971). The relevance of the CIPP evaluation model for educational accountability. Journal of Research and Development in Education, 5, 19-25.

7.19 T

Takahashi. (2010). Feedback absorptive capacity: cases from intra organizational knowledge transfer within Japanese multinational companies. International Journal of Business Strategy, Vol.10, n°2, p.22-35, 2010.

Tarondeau. (1998). Le management des savoirs. Presses Universitaires de France

Theureau. (2006). Cours d'action : méthode développée. Toulouse : Octarès.

Tisseyre. (1999). Knowledge management : théorie et pratique de la gestion des connaissances. Paris : Hermès, 1999

Troxler. (2003). Knowledge management and learning culture in distributed engineering. Conférence internationale sur la conception ICED, Stockholm, 19-21 août 2003

Tsoukas. (2009). A Dialogical Approach to the Creation of New Knowledge in Organizations. Organization Science 20(6), p. 941-957.

7.20 V

Vaisman. (2003). La gestion des connaissances au service de l'organisation, Cerveau et Psychologie, Quelle intelligence ? n°1, trimestriel, mars-juin 2003

Van Zanten. (2008). Dictionnaire de l'éducation. A (dir). PUF, 2008

Vaugrante. (1971). Comment calculer, estimer établir, vérifier, utiliser des données numériques en éducation. Edition UNESCO, Dakar.

Veillard. (2004). Le tutorat à l'épreuve des spécificités sociales et techniques de l'entreprise. Education permanente, juin 2004

Veloso. (1994). Planning and learning by analogical reasoning. Lecture Notes in Computer Science, no 886, Springer, Berlin, 1994.

Vergnaud. (2011). Quelles contributions de la psychologie à l'éducation et à la transmission des savoirs ?, Paper presented at the Cycle thématique Eduquer et transmettre : quelle école demain?

Vermersch. (2001). L'entretien d'explicitation. Nouvelle édition avril 2000, ESF

Vermersch. (2006). L'entretien d'explicitation. (5ème édition), Paris : ESF, 2006

Vidal-Gomel. (2007). Compétences pour gérer les risques professionnels : un exemple dans le domaine de la maintenance des systèmes électriques. Le travail humain 2007/2, Volume 70, p. 153-194.

Volkov. (2008). Transfert de connaissances dans les entreprises multinationales : efficacité et influence des facteurs contextuels. Thèse de Doctorat, Université de Montréal, Novembre 2011.

Vygotski. (1934). Pensée et langage. Paris: Editions sociales.

7.21 W

Watson. (1914). Behavior, An Introduction to Comparative Psychology. Holt, New York.

Weinstein. (1999). Integrating maintenance and production decisions in a hierarchical production planning environment. Computers & Operations Research, 26:1059–1074, 1999

Wenger. (1998). Communities of Practice: Learning, Meaning, and Identity. Cambridge University Press, 1998.

Wenger. (2005). La théorie des communautés de pratique. Traduction et adaptation de Gervais F., Les presses de l'Université Laval

Wittorski, R. (1998). De la fabrication des compétences. Education permanente, n° 135/ 1998/2, p. 57-69.

Wittorski, R. (2008). La professionnalisation. Savoirs, 17, 11-35.

7.22 Y

Yvon Pesqueux. (2010). La dualité « savoir – connaissance » en sciences des organisations, 2010

7.23 Z

Zanting et al. (2003). How do Student Teachers Elicit their Mentor Teachers Practical Knowledge? Teachers and Teaching

Zarifian. (1999). Objectif compétence. Pour une nouvelle logique. Paris: Editions Liaisons

Zarifian. (2003). A quoi sert le travail ?, Paris : La dispute.

Liste des Figures

Figure 1 : rapprochement du CFPT à l'entreprise.....	13
Figure 2 : Principe de la mise à jour du RCcf.....	15
Figure 3 : Parcours probable des bacheliers sénégalais	21
Figure 4 : Génération de connaissances dans l'activité de maintenance inspirée du modèle de « produit étendu » augmenté de la capacité à transmettre (S Brunel, 08).....	28
Figure 5 : apprendre en Maintenance	30
Figure 6 : Interaction entre le marché du travail, l'enseignement général et le périmètre de l'ETFP	42
Figure 7 : évolution des effectifs du système de formation technique et professionnel	47
Figure 8 : Le modèle CIPP de Stufflebeam.....	68
Figure 9 : Effectifs du BTS industrie classique.....	71
Figure 10 : pourcentage des effectifs par filières	72
Figure 11 : effectifs des BTS APC.....	73
Figure 12 : taux d'efficacité interne global du BTS classique	74
Figure 13 : taux d'efficacité interne par spécialité au BTS classique	75
Figure 14 : taux d'efficacité interne global au BTS APC	76
Figure 15 : taux d'efficacité interne par spécialité au BTS APC	76
Figure 16 : Les deux catégories de connaissances de l'entreprise (Grundstein, 02).....	94
Figure 17 : La spirale SECI de la création de connaissances (Nonaka et Takeuchi, 96).....	96
Figure 18 : Spirale de la connaissance	97
Figure 19 : Modèle génération de connaissances de Engeström.....	99
Figure 20 : modèle de génération des connaissances par le dialogue de Tsoukas	99
Figure 21 : Modèle de génération de connaissances Cook et Brown.....	100
Figure 22 : Intersection de trois théories (Brunel, 08)	101
Figure 23 : Modèle Général du Processus d'Ingénition (Brunel, 08)	102
Figure 24 : Macro modèle du processus d'ingénition (Brunel, 08)	102
Figure 25 : Processus de capitalisation et de partage des connaissances (Ermine, 12)	104

Figure 26 : modèle de communication de Shannon et Weaver	106
Figure 27 : Principe de fonctionnement du Raisonnement à partir de Cas (Lieber et al, 04)	111
Figure 28 : Le cycle R5 du Raisonnement à Partir de Cas (Veloso et al, 94)	112
Figure 29 : exemple d'arbre sémantique (Paquette, 02).....	114
Figure 30 : Exemple de carte conceptuelle (Paquette, 02).....	115
Figure 31: Exemple d'algorithme (Paquette, 02)	116
Figure 32 : Exemple d'un arbre causale (Paquette, 02)	116
Figure 33 : apprentissage en simple et double boucle (Argyris, 95).....	118
Figure 34 : La fonction de maintenance (D. Retour et al, 90).....	125
Figure 35 : les méthodes de maintenance (NF EN 13306).....	126
Figure 36 : Processus de déroulement d'une maintenance corrective sur un système ou un équipement (Pascal Vrignat, 11)	126
Figure 37 : effets de la fréquence des opérations sur les coûts	130
Figure 38 : courbe en baignoire : taux de défaillance $\lambda(t)$	132
Figure 39 : Diagramme Ishikawa	137
Figure 40 : Démarche de l'analyse préliminaire des risques.....	138
Figure 41 : le mécanisme de décomposition du problème aux hypothèses : 5 pourquoi (Jabrouni et al, 11).....	140
Figure 42 : Modèle KSRU (Knowledge Skill Repository Update).....	145
Figure 43 : Interaction formative entre le maitre de stage et l'Etudiant/Stagiaire	146
Figure 44 : Interaction formative entre le stagiaire et le formateur du centre de formation (Fcf)	148
Figure 45 : Encodage et partage entre experts	150
Figure 46 : Principe général d'ingénierie (Brunel, 08)	151
Figure 47 : Graphe de connaissances issues de la collecte d'informations.....	152
Figure 48 : Matrice LRI (Brunel, 08).....	153
Figure 49 : utilisation du modèle.....	156
Figure 50 : Ontologie des situations de collaboration (Girard et al., 03).....	157
Figure 51 : comité d'experts.....	159
Figure 52 : Modèle de communication de Shannon et Weaver	161
Figure 53 : apprentissage dans l'activité de maintenance	164

Figure 54 : les types de maintenance.....	169
Figure 55 : les tâches d'une activité de maintenance corrective	170
Figure 56 : décomposition d'une tâche en connaissance	172
Figure 57 : fiche de test d'évaluation	173
Figure 58 : Recherche d'informations dans la base de cas.....	174
Figure 59 : recherche de similarité dans la base de cas.....	175
Figure 60 : Méthode de diagnostic générique	176
Figure 61 : démarche de résolution problèmes pour un cas similaire à 80%.....	177
Figure 62 : démarche de résolution problèmes pour un cas similaire à 100%.....	178
Figure 63 : Algorithme de choix de type de maintenance.....	179
Figure 64 : les fonctions des relances dans l'entretien d'explicitation.....	183
Figure 65 : opérations qui sous-tendent une maintenance prévisionnelle.....	184
Figure 66: les éléments qui composent le compte rendu de maintenance de l'Étudiant/stagiaire	185
Figure 67 : les caractéristiques du modèle de pédagogie de Roegiers	186
Figure 68 : compétences transversales	189
Figure 69 : compétences transversales pour la formation des BTS industrie	193
Figure 70 : Modèle pédagogique de Nizet	195
Figure 71 : phases de transformation de la structure cognitive (Brien, 90)	196
Figure 72 : démarche pour identifier les savoirs et les savoir-faire qui permettent à l'enseignant d'amener l'apprenant d'une situation actuelle vers une situation désirée ...	198
Figure 73 : placement du stagiaire en entreprise.....	199
Figure 74 : de l'activité de maintenance au compte rendu.....	200
Figure 75 : extraction des éléments de connaissances	201
Figure 76 : modèle de connaissances de l'activité de maintenance 1	203
Figure 77 : Capture d'écran du test d'évaluation	208
Figure 78 : modèle de connaissance de l'activité de maintenance 2.....	209
Figure 79 : capture d'écran de la base de cas	213

Liste des Tableaux

Tableau 1 : Réformes dans le secteur de l'Enseignement Technique et de la Formation	
Professionnelle	36
Tableau 2 : effectifs dans les séries techniques menant au baccalauréat	47
Tableau 3 : effectifs des apprenants par année et par région.....	48
Tableau 4 : effectifs des candidats aux examens en 2013.....	49
Tableau 5 : effectifs par secteur d'activité	50
Tableau 6 : les types de baccalauréat technique et brevet de technicien.....	52
Tableau 7 : Normes et standards de qualité pour l'évaluation d'un dispositif de formation ...	70
Tableau 8 : critères retenus pour l'évaluation du dispositif selon le modèle CIPP.....	77
Tableau 9 : Caractéristiques des participants	78
Tableau 10 : opinions recueillies.....	79
Tableau 11 : définition de la gestion des connaissances	86
Tableau 12 : Les modèles de capitalisation des connaissances.....	107
Tableau 13 : Les formes d'apprentissage organisationnel	119
Tableau 14 : Exemples de modes de défaillance.....	127
Tableau 15 : Maintenabilité d'un équipement.....	134
Tableau 16 : symboles de l'outil graphique de l'arbre de défaillance	136
Tableau 17 : représentation d'une AMDE ou d'une AMDEC (Lievens, 76).....	139
Tableau 18 : exemple d'une grille de criticité réalisée dans le cadre d'une AMDEC (Gardes, 01).....	139
Tableau 19 : les critères d'évaluation.....	153
Tableau 20 : intérêt des différents types de collaboration du comité d'expert (inspiré de Robin, 05).....	158
Tableau 21 : les éléments du modèle de Shannon et Weaver	162
Tableau 22 : les tâches d'une activité de maintenance corrective.....	171
Tableau 23 : Les opérations de maintenance préventive.....	180

Tableau 24 : Inspiré de l'apport des sciences cognitives à la technologie éducative de Robert Brien (Brien, 05)	196
Tableau 25 : compétences et éléments de compétences.....	204
Tableau 26 : questions du test d'évaluation de l'activité 1	206
Tableau 27 : compétences et éléments de compétences.....	210
Tableau 28 : questions du test d'évaluation de l'activité 2	211

Annexes

Annexe 1

La situation de l'enseignement technique et professionnel au Sénégal

SOMMAIRE

I. Les Etablissements de formation du système	241
II. Programmes, filières, titres et diplômes offerts	241
2.1. Recensement des programmes, des titres et des diplômes offerts.....	242
2.2. Programmes, titres et diplômes du niveau V.....	242
2.3. Programmes, titres et diplômes du niveau IV	245
2.4. Programmes, titres et diplômes du niveau III	247
2.5 Autres programmes, titres et diplômes.....	250
III. Les spécialités enseignées au CNQP.....	251
IV. Les filières du lycée de Thiès.....	251
V. Les types de BTS enseignés au Sénégal.....	252

I. LES ETABLISSEMENTS DE FORMATION DU SYSTEME

Le réseau de la formation professionnelle et technique compte au total 287 structures dont 89 publiques (31%) et 198 privées soit 68,98% du réseau. Les centres privés comme publics ont pour finalité de préparer les jeunes à la vie active en leur donnant accès au CAP, BP, BEP, BT ou au BTS. Deux de ces centres délivrent des diplômes différents de ceux cités, il s'agit du Centre National de Qualification Professionnelle de Dakar (CNQP) et le Centre Sectoriel de Formation Professionnelle aux Métiers de BTP.

Tableau A1-1 : la répartition des centres de formation professionnelle et technique publics par région

Régions	CFP	CRETF/CEFT	Centres artisansaux	Centres Privés	Total	Pourcentage
Dakar	12	06	01	119	138	47,42%
Diourbel	02	05	01	05	13	4,46%
Fatick	01	06	00	01	08	2,74%
Kaolack	00	03	00	08	11	3,78%
Kaffrine	02	01	00	01	04	1,37%
Kolda	02	02	00	01	05	1,71%
Sédhiou	00	01	01	00	02	0,68%
Louga	01	03	00	03	07	2,40%
Matam	02	01	00	00	03	1,03%
St louis	03	03	00	07	13	4,46%
Tambacounda	01	03	01	06	08	2,74%
Kédougou	00	02	00	00	02	0,68%
Thiès	08	03	01	38	50	17,18%
Ziguinchor	06	05	00	12	23	7,9%
Total	40	44	05	202	291	100

II. PROGRAMMES, FILIERES, TITRES ET DIPLOMES OFFERTS

Dans le maintien d'une adéquation entre l'offre de formation et les besoins du marché de travail en main d'œuvre qualifiée, il est fondamental de disposer de programmes de formation adéquats. En effet un programme de formation bien élaboré à ses débuts et régulièrement

contrôlé dans son application est un moteur puissant de développement de ressources humaines, à travers l'acquisition des savoirs et des savoir-faire. Cette section présente l'état des lieux en matière de programmes, des titres et diplômes offerts actuellement par l'ETFP, les insuffisances, les incohérences ou les dédoublements susceptibles d'affecter négativement la qualité des formations offertes. Ce faisant, il sera possible d'identifier les programmes officiels des programmes non officiels, les programmes qui n'existent que de nom et/ou ceux qui se chevauchent et qui feront nécessairement l'objet d'une réécriture.

2.1. Recensement, des titres et des diplômes offerts

L'enseignement technique et la formation professionnelle au Sénégal offre des programmes qui sont sanctionnés par les titres et diplômes suivants :

- Certificat d'Aptitude Professionnelle (CAP), Brevet Professionnel (BP), Brevet d'Etudes Professionnelles (BEP), Brevet de Technicien (BT), et Brevet de Technicien Supérieur (BTS) dans presque tous les secteurs d'activités professionnelles
- Baccalauréats (Bac) techniques dans les séries T1, T2, S3, S4, S5 et G dans les secteurs secondaires et tertiaires.
- Des certificats d'aptitude à l'enseignement (CAE)

2.2. Programmes, titres et diplômes du niveau V

Le Certificat d'Aptitude Professionnelle (CAP)

Les CAP sont préparés en trois années après la classe de 5^{ème} et débouchent sur un emploi d'ouvrier qualifié. L'enseignement est pratique, spécialisé et conduit à l'exercice d'un métier. Dans le tableau A1-2 nous avons les types de CAP qui sont enseignés.

Tableau A1-2 : Types de Certificat d'Aptitude Professionnelle (CAP)

Types	Spécialités	Etablissements		Observations
		Public	Privé	
	Agent de santé communautaire	16	02	Ces programmes sont offerts par les CETF (Centre d'Enseignement
	Agriculture et élevage	05	00	
	Conservation des produits	06	00	
	Agent de développement	03	00	

CAP Economie Familiale et Sociale	Poterie et Céramique	04	00	Technique Féminin) et ont été actuellement tous revus selon l'approche par compétences, avec l'appui de la coopération luxembourgeoise.
	Habillement	54	05	
	Coiffure-Soins-Esthétique	33	10	
	Hôtellerie-Restauration	51	06	
CAP artisanal	Maintenance en mécanique de précision	01	00	Ce type de CAP est enseigné au CFA (Centre de Formation Artisanale) qui se trouve au complexe Maurice Delafosse
	Poterie céramique	01	00	
	Vannerie.	01	00	
	Ameublement sculpté	01	00	
	Bijouterie	01	00	
	Cordonnerie	01	00	
	Maintenance électricité/électronique/Informatique	01	00	
	Coupe couture	01	00	
CAP industrie	Electricité	25	21	
	Mécanique Générale	05	02	
	Maintenance Frigorifique	04	00	
	Mécanique automobile	14	04	
	Menuiserie Bois	16	04	
	Dessin Bâtiment	12	05	
	Tôlerie	04	00	
CAP Commerce	Aide comptable	01	26	
	Employé de banque	01	00	
	Dactylographie	00	02	

Formation du Brevet d'Etude Professionnelle (BEP)

Le BEP se prépare en deux ans après la classe de 3ème et il sanctionne une formation professionnelle et générale, devant permettre de s'adapter à un ensemble d'activités relevant du même secteur professionnel. Contrairement au C.A.P qui conduit à un poste d'ouvrier qualifié avec une formation générale réduite au minimum, le BEP lui a un contenu technique similaire mais avec une formation générale de base plus large.

Dans le tableau A1-3 nous avons les types de BEP qui sont enseignés.

Tableau A1-3 : Types de Brevet d'Etude Professionnelle (BEP)

		Public	Privé	Observations
BEP Industrie	Electricité	07	10	
	Mécanique Générale	04	01	
	Ouvrage métallique	04	01	
	Electronique	02	02	
	Froid Climatisation	02	00	
	Mécanique Automobile	05	00	
	Dessin Bâtiment	02	01	
BEP Artisanat	Coupe et Couture	01	00	Ce type de BEP est enseigné au CFA (Centre de Formation Artisanale) qui se trouve au complexe Maurice Delafosse
	Ameublement sculpté	01	00	
	Bijouterie	01	00	
	Cordonnerie Maroquinerie	01	00	
BEP APC	Fabrication en IIA	01	00	BEP enseigné dans le Centre Sectoriel de Formation Professionnelle aux métiers des Industries Agro-Alimentaire (IIA)
	Production Automatisée	01	00	
BEP Commerce	Comptabilité	06	11	CASI : (Commerce Administration Secrétariat Informatique), il est enseigné par le Centre de Formation Professionnelle et Commerciale de Dakar (CFPC)
	CASI	03	00	

2.3. Programmes, titres et diplômes du niveau IV

Le BT se prépare en trois ans après la classe de 3^{ème}. Le BT est un diplôme qui sanctionne une qualification de technicien très spécialisé dans un secteur professionnel donné. Les BT permettent d'entrer dans la vie active en qualité de technicien ou d'agent technique. Après un BT il est possible de poursuivre les études au BTS en deux ans. Il diffère du baccalauréat technique qui donne une formation beaucoup plus générale et donne accès à l'université.

Dans le tableau A1-4 nous avons les types de BT qui sont enseignés

Tableau A1-4 : Types de Brevets de technicien (BT)

Types	Spécialités	Etablissements		Observations
		Public	Privé	
BT Industrie Classique	Electrotechnique	04	04	Ce type de BT est enseigné dans les centres de formation du Sénégal à vocation technique industrielle, publics comme privés.
	Electromécanique	04	00	
	Ouvrage métallique	01	00	
	Electronique	01	01	
	Chaudronnerie Tuyauterie Industrielle	02	00	
	Mécanique Automobile	04	00	
	Génie Civil Bâtiment	02	02	
	Structures métalliques et ouvrages chaudronnés	01	00	Ce type de BT est enseigné au Lycée Technique André Peytavin
	Analyse Biologique	01	00	Ce type de BT est enseigné au Lycée Technique Industrielle Delafosse
BT Industrie Approche par Compétences (APC)	Froid Climatisation	01	00	Ce type de BT est enseigné au Lycée d'Enseignement Technique et Formation Professionnelle de Thiès. Ce Lycée a été construit grâce à la coopération bilatérale entre
	Génie Civil Bâtiment	01	00	
	Maintenance Industrielle	01	00	
	Mécanique Moteur	01	00	
	Ouvrage Métallique	01	00	
	Structures métalliques et ouvrages chaudronnés	01	00	

				le Grand-Duché de Luxembourg et le Sénégal
	Exploitation Transport	01	00	Ce type de BT est enseigné au CFMPL (Centre de Formation aux Métiers Portuaires et à la Logistique)
	Manutention et exploitation Portuaire	01	00	
	Electricité des installations du bâtiment	02	00	Ce type de BT est enseigné au Lycée Seydina Limamou Laye (LSLL) et au lycée André Paytavin de St Louis (LTAP)
	Structure Métallique	01	00	BT enseigné au Lycée André Paytavin de St Louis (LTAP)
BT Commerce et Habillement	Comptabilité			Ce type de BT est enseigné dans les centres de formation du Sénégal à vocation commerce publics comme privés.
	Commerce International			
	Secrétariat bureautique	01	03	
	Santé Hygiène	00	02	
	Habillement	01	00	

Formation du baccalauréat technique

Nous avons dans l'enseignement technique des séries techniques dont la formation débouche sur l'obtention du baccalauréat technique. Les programmes de ces baccalauréats techniques sont au nombre de six, à savoir les séries suivantes :

G : techniques quantitatives et de gestion

S3 : sciences et technique ;

S4 : agriculture et élevage ;

S5 : agro-industrie ;

T1 : Fabrication mécanique ;

T2 : électrotechnique.

Dans le tableau A1-5 nous avons les différents baccalauréats techniques et les lycées qui les enseignent

Tableau A1-5 : Types de Baccalauréat technique

	T1	T2	S3	F6/7	S4/5	G
Lycée Seydina Limamou Laye (LSLL)						
Lycée Technique Industriel Delafosse (LTID)						
Lycée Technique André Paytavin (LTAP)						
Lycée Technique Ahmadou Bamba (LTAB)						
Lycée technique de Kédougou						
Lycée d'Enseignement Technique et de formation Professionnelle de Thiès						
Lycée Commercial Delafosse						
Lycée Abdoulaye Niass de Kaolack						
Lycée Agricole de Bignona						

2.4. Programmes, titres et diplômes du niveau III :

Le Brevet de Technicien Supérieur

Le brevet de technicien supérieur (BTS) est un diplôme bac+2. La formation dure deux ans. Elle est dispensée dans des établissements publics ou privés.

Il couvre une large gamme d'activités (formation en industrie, BTP, banque et assurance, chimie, immobilier, textile, santé-paramédical...).

Dans les tableaux A1-6, A1-7 et A1-8 nous avons les types de BTS enseignés

Tableau A1-6: Types de Brevet de technicien supérieur industrie avec les établissements publics qui les enseignent

	Electrotechnique	Electronique Industrielle	Maintenance Mécanique	Génie Civil	Froid Climatisation	Structure Métallique	Maintenance Industrielle	Automatique	Informatique industrielle et Réseaux	Electromécanique	Géomatique	Froid et Climatisation	Gnie Civil	Conduite, Gestion, Exploitation Agricole	Porfuchique	Maintenance Industrielle	Infornmatique Industrielle et Automatique	Architecture Designer Interieur	Maintenance des Engins Lourds	Maintenance des Installations du Bâtiement	Maintenance en Machinerie Agricole
	BTS INDUSTRIE CLASSIQUE											BTS INDUSTRIE APC									
ETABLISSEMENTS PUBLICS																					
CFPT/SJ																					
CEDT/G15																					
CNQP																					
LTID																					
Lycée de Thiès																					
Lycée de Kédougou																					
Lycée de Bignona																					
Lycée de Kaolack																					
LTAP																					
LTAB																					

Tableau A1-7 : Types de Brevet de technicien supérieur commerce avec les établissements publics et privés qui les enseignent

	Comptabilité Gestion	Secrétariat Bureautique	Commerce International	Transport Logistique	Administration des Entreprises	Marketing	Assistant de Gestion	Assistanat de Direction	Agro-Alimentaires	Santé Hygiène	Informatique Téseau Télécom	Diététique	Informatique de Gestion	Stylisme Modélisme	Gestion de la Chaîne d'Approvisionnement et Logistique	Hygiène Environnement Sécurité	Industries Agro-Alimentaires	Transist	Méthode et exploitation Logistique
	BTS COMMERCE CLASSIQUE											BTS APC							
ETABLISSEMENTS PUBLICS																			

2.5. Autres programmes, titres et diplômes

Le système de formation professionnelle et technique dispose de deux centres de formation qui délivrent des diplômes autres que ceux vus précédemment. Il s'agit du Centre National de Qualification Professionnelle (CNQP) et le Centre Sectoriel de Formation Professionnelle des métiers de BTP. Les diplômes délivrés par ces centres se situent entre le CAP et le BEP. Dans le tableau A1-9 nous avons répertorié les spécialités enseignées.

Tableau A1-9 : Les diplômes particuliers du système de la formation professionnelle et technique

Etablissements	Spécialités	Niveau de recrutement	Diplôme	Durée
CNQP (entre niveau CAP et BEP)	Electricité Industrielle	Classe de Quatrième	Certificat de Qualification Professionnelle (CQP)	3 ans
	Mécanique d'entretien			
	Froid Climatisation			
	Maintenance informatique			
	Mécanique Automobile			
	Construction Métallique			
	Menuiserie Bois			
	Plomberie Sanitaire			
	Electricité Bâtiment			
	Dessin Bâtiment			
CSFP-BTP	Chef d'équipe voirie et réseaux divers	BFEM minimum exigé	Titre Professionnel de niveau Chef d'équipe	1ans
	Chef d'équipe maçonnerie béton armé			
	Chef d'équipe électricité bâtiment			
	Chef d'équipe installation sanitaire			
	Chef de chantier voirie et réseaux divers	Validation des compétences requis pour le niveau Chef d'Équipe.	Titre Professionnel de niveau Chef de chantier	1 ans
	Chef de chantier bâtiment gros œuvres			
	Chef de chantier installation sanitaire			
	Chef chantier électricité bâtiment			

Un diplôme un peu particulier est aussi délivré par le système de formation professionnelle et technique, c'est le Brevet Professionnel (BP). L'obtention de ce diplôme de niveau III est conditionnée par un examen sur trois années (1^{er} série, 2^{ème} série et 3^{ème} série).

Pour se présenter à cette examen le candidat doit être employé de banque mais aussi titulaire du CAP de banquier. Le diplôme est obtenu si le candidat est admis aux trois examens prévus par le règlement du BP.

Là aussi nous remarquons des impartialités par rapport aux autres sections du système. En effet le diplôme du BP est classé niveau III, et pour l'obtenir on demande le CAP. Dans les autres sections du système, le BTS ne peut se faire que si le candidat est titulaire du baccalauréat ou du Brevet de technicien et justifiant de deux années de formation.

III. LES SPECIALITES ENSEIGNEES AU CNQP

Tableau A1-10 : Les spécialités du CQP enseignées au CNQP

	CQP	CAP	BEP	BT	BTS CLASSIQUE	BTS APC
Electrotechnique						
Mécanique Générale						
Construction Métallique						
Froid Climatisation						
Menuiserie Bois						
Electricité Bâtiment						
Plomberie						
Maintenance Informatique						
Mécanique Automobile						
Electromécanique						
Informatique industrielle et Automatique						
Maintenance Industrielle						
Productique						
Maintenance Véhicule						

IV. LES FILIERES DU LYCEE DE THIES

Tableau A1-11: Les filières enseignées au lycée de Thiès

	Bac S3	Bac S4/5	Bac G	BT	BTS APC
Technique Agricole					
Sciences et Technique Industrielle					
Sciences de Gestion					
Froid Climatisation					
Génie Civil Bâtiment					
Maintenance Industrielle					

	Bac S3	Bac S4/5	Bac G	BT	BTS APC
Mécanique Moteur					
Structures Métalliques et ouvrages chaudronnés					
Ouvrage Métallique					

V. LES TYPES DE BTS ENSEIGNES AU SENEGAL

Tableau A1-12 : Les établissements et le type BTS classique enseigné

PRIVES	PUBLICS		Bac T1	Bac T2	Bac S3	Bac S1 Bac S2	BTMI	BTEEI	BTELM	BTMA	BTEL	BTELN	BT OM BT SM BT SMOC	BT Bâtiment BT Génie BT Civil	BT MVM	BT EIB	BT FC		
CFPT/SJ		Electromécanique																	
		Automatique																	
		Informatique Industrielle et réseaux																	
BATUSUP, ESEBAT, ISMEC, SUPTCEBATIS, ESSE, ABX, ESTI, AFIP et Marceau électronique	CEDT/G15	Maintenance Mécanique																	
		Electrotechnique																	
		Electronique																	
		Structure Métallique																	
		Froid Climatisation																	
		Génie Civil																	
LTID CNQP		Maintenance Industrielle																	
		Electromécanique																	
		Electrotechnique																	

Tableau A1-13 : Les établissements et le type BTS APC enseigné

PUBLICS		Bac T1	Bac T2	Bac S3	Bac S1 Bac S2	Bac L2 ¹	BTMI	BTEEI	BTELM	BTMA	BTEL	BTELN	BT OM BT SM BT SMOC BT MVM	BT Bâtiment BT Génie BT Civil	BT MVM	BT FC	
CFPT/SJ	Maintenance de Engins Lourds																
	Maintenance des Installation du Bâtiment																
CEDT/G15	Géomatique																
CNQP	Informatique Industrielle et Automatique																
	Maintenance Industrielle																
	Productique																
	Mécatronique ²																
LETFTPT	Génie Civil du Bâtiment																
Lycée de Kédougou	Electromécanique																
Lycée de Kaolack	Froid Climatisation																
LSLL	Electricité Installation Industrielle																
LTAP	Maintenance en Machinerie Agricole																
LTAB	Architecture Designer Interieur																
Lycée de Bignona	Conduite, Gestion exploitation Agricole																

1: Avec justificatif d'une formation universitaire en Histoire et Géographie

2: Ce BTS est complètement payant

Annexe 2

L'étude d'un référentiel de compétences

SOMMAIRE

I. le référentiel de compétences	255
1.1. Le curriculum	255
1.2. Notions de référentiel	256
1.3. Le référentiel de compétences	258
1.4 Etude de quelques référentiels de compétences	260
II. présentation du référentiel de compétence de la section informatique industrielle et automatique du cnqp	262
2.1. Délimitation des tâches d'un technicien supérieur en IIA	262
2.2. Liste des compétences	270
2.2.1 Compétences communes aux différents programmes	270
2.2.2. Compétences propres au programme informatique industrielle et Automatique.....	270
2.3. Proposition	272
2.3.1. Connaissances, habiletés, attitude	272
2.3.2. Tâches retenues	274

I. LE REFERENTIEL DE COMPETENCES

1.1. Le curriculum

Le curriculum est un programme d'étude ou de formation organisé dans le cadre d'une institution d'enseignement. Plus précisément c'est un ensemble cohérent de contenus et de situations d'apprentissage mis en œuvre dans une progression déterminée. C'est le produit d'une politique éducative, il est prescrit par une institution et revêt à ce titre un caractère d'obligation. Il est soumis au principe du service public d'enseignement et offre à chaque citoyen une même chance de réussite en instituant sur le territoire des conditions égales de formation.

Il se concrétise sous la forme de textes réglementaires (lois, arrêtés, circulaires et notes) à valeur contraignante, mais qui servent de références aux enseignants et de repères aux parents. Le curriculum est un ensemble complexe précisant la structuration pédagogique du système éducatif. Le curriculum enrichit la notion de programme d'enseignement, en précisant, au-delà des finalités et des contenus, certaines variables du processus même de l'action d'éducation ou de formation : les méthodes pédagogiques, les modalités d'évaluation, la gestion des apprentissages. Il représente ce qui est fait effectivement sans être explicite et c'est ce que l'élève perçoit (Roegiers, 00).

Pour Miled (Miled, 05) c'est ainsi en amont que se profilent les intentions d'un curriculum et qu'en aval se concrétisent ses utilisations contextuelles.

Perrenoud lui, stipule qu'il est nécessaire d'articuler le concept de curriculum en deux : l'un pour penser les parcours effectifs de formation des individus scolarisés, l'autre pour penser la représentation institutionnelle du parcours que les élèves sont censés suivre ; il s'agit du curriculum prescrit et du curriculum réel. La transposition didactique est la source majeure de l'écart entre le curriculum prescrit et le curriculum réel (Perrenoud, 00).

Tableau A2-1: formes plus informelles de curriculum (Roegiers, 00)

Curriculum	Aspect
Explicite	Vérifié par les textes officiels
Réel	C'est ce qui est mis en œuvre concrètement par un enseignant
Caché	C'est tout ce que l'école véhicule comme valeurs implicites, organisation des filières, critère d'admission, la conception des apprentissages, le statut de l'erreur

1.2. Notions de référentiel

Le mot référentiel est un mot d'emprunt et jamais épuisé de sens, à travers des usages divers. Il appartient à une famille de mots issus aussi bien du langage administratif que de l'action dont le point commun est de rapporter une chose à autre chose, avec une certaine force conférée à l'acte (Chauvière, 06).

Ce mot existe dans de nombreux domaines comme la physique, la linguistique, la psychologie ou l'informatique. Dans le tableau ci-dessous nous avons quelques définitions du mot dans des disciplines variées.

Tableau A2-2 : Définitions du mot référence

Disciplines	Définition
C'est la référence que l'on utilise pour décrire un mouvement. Il est constitué d'un repère d'espace (désignant l'ensemble des points qui semblent immobiles à l'observateur et qui forment un solide) et d'une base de temps (formée d'une origine des temps et d'une horloge)	Physique mécanique
un ensemble de bases de données contenant les « références » d'un système d'information.	Informatique
C'est « ce qui est censé se rapporter au monde réel (objectif) par opposition aux sentiments (subjectifs) des locuteurs » (Ardoino, 94). Le référentiel est relatif à la référence, c'est-à-dire à la fonction d'un signe linguistique en tant qu'il désigne une chose	Sciences du langage
C'est « un système composé d'un ou plusieurs référents et d'une capacité de mise en relations permettant de situer un être ou un objet dans l'espace, éventuellement, plus abstraitement, dans le cadre d'une étendue. Par exemple, le référentiel spatial est l'ensemble des activités formant système par lesquelles l'enfant localise les objets les uns par rapport aux autres, ainsi que par rapport à lui-même » (Ardoino, 94).	psychologie du développement
C'est « un système de références constituant une optique, un type de lecture, une perspective d'analyse privilégiés... C'est un ensemble de normes de l'évaluateur » (Nunziati, 87).	évaluation des systèmes sociaux

L'analyse du tableau montre qu'à travers ces différentes définitions que, quel que soit l'utilisation du mot référentiel par des champs disciplinaires et sociaux différents un sens commun semble lui être donné : le référentiel est un construit social qui clarifie les normes d'une activité ou d'un sens donné à des systèmes sociaux. C'est un outil de médiation normatif permettant aux activités humaines de s'y référer (de s'y rapporter) pour étudier un écart ou des différences : « C'est un processus normatif qui permet de différencier » (Foucault, 69).

Dans le domaine de l'éducation selon des orientations normatives, le mot référentiel a permis de formaliser des activités de formation et de leur apporter signification et orientation pour l'action. Et comme le décrit la psychologie du développement, pour construire du sens collectif il faut des repères communs, pour comprendre une situation de formation on doit se renvoyer à un système normatif décrivant conceptuellement un cheminement (F Cros et al, 10).

Dans le domaine de l'éducation et de la formation, sont apparus plusieurs référentiels qui s'emboîtent et/ou se complètent. Tout d'abord, il y a le référentiel de compétences professionnelles, c'est-à-dire « le document qui décrit la profession ou le secteur professionnel visé par le diplôme ». Puis le référentiel de formation, c'est-à-dire « le document qui indique aux enseignants les objectifs, les contenus sur lesquels ils doivent faire travailler les apprenants et qui donnent un certain nombre d'instructions pédagogiques pour sa mise en œuvre » et le référentiel d'évaluation, c'est-à-dire « le dispositif permettant de délivrer le diplôme avec ses types de contrôles et ses modalités ». Enfin, le référentiel de diplôme « qui désigne l'ensemble de ces documents ». (Raïsky, 10).

Tableau A2-3 : les différents types de référentiels dans les domaines de l'enseignement

Types	Définition	Observation
Référentiel	Document descriptif donnant des repères conceptuels et méthodologiques, pouvant servir d'outil de dialogue et de concertation entre les divers acteurs concernés (apprenant, opérateur de formation, secteur professionnel, etc.).	

Référentiel de compétences professionnelles	Document qui liste les activités-clés du métier ciblé et les compétences professionnelles associées.	Le référentiel des compétences professionnelles est l'une des composantes du profil métier. En Bruxelles Wallonie le référentiel des compétences professionnelles et le référentiel métier constituent un document unique : le référentiel métier-activités-compétences (REMAC).
Référentiel de formation	Document qui décrit, pour chaque unité de formation, les acquis d'apprentissage visés. Il traduit en objectifs pédagogiques, ainsi que leurs durées et les modalités pédagogiques à mettre en œuvre	En Bruxelles Wallonie le référentiel de formation et le référentiel d'évaluation constituent un document unique : le référentiel formation-évaluation (REFOR).
Référentiel de validation ou de certification	Document qui établit les modalités d'épreuve et d'évaluation des compétences définies et mises en œuvre dans l'unité de compétence. Ces compétences sont évaluées au niveau du professionnel compétent.	

Les référentiels de compétences, qui sont des outils de politique de gestion des compétences et des emplois dans l'entreprise, comme de formation professionnelle, font partie de cette première catégorie de référentiels c'est-à-dire les référentiels de compétences professionnelles (Zarifian, 99).

1.3. Le référentiel de compétences

Aujourd'hui les référentiels de compétences font partie de la palette des outils indispensables à l'ingénierie des formations professionnelles. Que cela soit en validation des

acquis de l'expérience ou par le diplôme, on essaie à travers les référentiels de compétences de définir précisément le métier et donc d'organiser les conditions d'acceptation dans le métier. C'est un outil indispensable à une bonne gestion des ressources humaines, il permet d'identifier toutes les compétences requises (savoir, savoir-faire et savoir-être) pour un poste ou pour une fonction. Il est un préalable notamment dans le cadre de la mise en place d'une Gestion Prévisionnelle des Emplois et des Compétences. Le référentiel de compétences permet également de mettre en place un plan de formation.

Les référentiels de compétences sont nécessaires dans toute formation professionnalisante (Paquay,12). Difficile aujourd'hui de construire en équipe un curriculum professionnalisant, y compris les dispositifs de formation, difficile de faire une évaluation de la qualité de ces curriculums, si l'on n'est pas au clair quant au profil professionnel attendu et quant aux compétences à acquérir (Le Boterf, 98).

Un référentiel de compétences pertinent suppose un étayage conceptuel de la notion de compétence. Il ne doit pas être un référentiel de tâche mais plutôt un référentiel qui a l'ambition d'exposer les éléments génériques attendus sur chacune de ces dimensions.

Il se présente alors comme un texte utile en formation, à même de guider une approche pédagogique globale et sans doute moins normative. Les situations d'apprentissage sont référées à des situations de travail significatives et critiques, les problèmes posés aux apprenants visent à leur faire acquérir des heuristiques efficaces. Le *débriefing* a alors pour rôle de stabiliser et de conscientiser les résultats du processus de conceptualisation dans l'action. Il s'agit de mettre l'accent sur la résolution de problèmes et non uniquement sur la procédure que, de toute manière, les experts n'appliquent pas à la lettre mais plutôt en toute connaissance de cause (M Nagel et al, 13).

La première étape du développement des compétences doit être l'élaboration par l'ensemble des formateurs en accord avec des partenaires du système éducatif, d'un référentiel de compétences. Certains même le considère comme un "contrat" entre les étudiants, les formateurs et les employeurs, c'est-à-dire le système éducatif.

C'est un document qui présente l'ensemble des compétences attendues à l'issue d'une formation. Il comporte les compétences ainsi que leurs composantes (résultats d'apprentissage attendus niveau programme).

Le processus d'élaboration d'un référentiel de compétences suppose de définir le profil de sortie d'un diplôme, c'est-à-dire d'explicitier les compétences dont les diplômés devraient faire preuve à l'issue de la formation ; que celle-ci soit directement professionnalisante ou non. Il ne s'agit donc pas d'idéologie, ni de mode, ni de révolution. Un référentiel n'est pas une fin en soi mais un outil qui sert à préciser, à expliciter, à évaluer, à améliorer une formation et à en assurer la cohérence.

L'un des objectifs d'un référentiel de compétences est d'assurer la cohérence du programme de formation concerné. Un référentiel est donc élaboré avant l'identification des unités d'enseignement d'un cursus. Il permet de définir les savoirs, les savoir-faire et les attitudes dont le diplômé devra être muni, donc les enseignements à mettre en place. Un référentiel peut également servir à s'assurer que le programme déjà mis en place répond au profil souhaité.

1.4. Etude d'un référentiel de compétences

Dans cette section nous allons nous atteler à faire l'étude d'un référentiel de compétences du dispositif de la formation des BTS au Sénégal. L'objectif visé est de voir comment devons-nous nous y prendre pour procéder à sa mise à jour à partir des connaissances issues du monde industriel. Nous avons choisi d'orienter cette étude sur un référentiel du dispositif, il s'agit du référentiel de la section Informatique Industrielle et Automatique (IIA) du Centre National de Qualification Professionnelle (CNQP) :

Le choix porté sur cet établissement est motivé d'une part par son expérience dans la formation professionnelle technique mais aussi de ses relations satisfaisantes avec les entreprises, d'autre part c'est le seul centre de formation qui déroule actuellement la formation de trois types de BTS industrie selon l'APC.

- BTS Informatique Industrielle et Automatique (IIA),
- BTS productique
- BTS maintenance industrielle

Ces programmes ont été écrits grâce à la coopération entre l'état du Sénégal et le Canada. Cette coopération a permis de tisser un cadre de jumelage entre lycées techniques, centres de formation professionnelle sénégalais et collèges communautaires canadiens. Dans ce cadre le

CNQP a eu comme partenaire le Cégep de trois Rivières. Ce partenaire a aidé le centre à écrire ces trois programmes et à s'équiper dans une certaine mesure en matériels didactiques.

Cependant des problèmes existent et sont répartis dans plusieurs domaines, nous avons après l'enquête de terrain et selon leurs degrés d'implication dans la formation des BTS, retenu les problèmes suivants.

Le mode d'installation de la réforme sur la formation des BTS au CNQP pointe deux grands types d'incohérence :

Au niveau institutionnel et structurel

- le nombre pléthorique d'élèves dans les classes et les autorités du centre le savent bien, une formation par APC est difficilement compatible avec ces types d'effectifs. Pour information les effectifs devraient être selon les autorités du ministère de 08 étudiants au maximum pour chaque section.
- Les supports didactiques sont souvent inexistantes, ce qui altère fortement la qualité des enseignements

Au niveau du processus qui est caractérisé par

- un déficit de communication entre les différents acteurs
- une formation descendante qui s'amenuise progressivement et finit par toucher assez peu les enseignants eux-mêmes
- une inégale mise à disposition des outils pédagogiques adaptés
- une absence totale de déroulement des enseignements selon les termes de références de l'APC

Nous avons aussi remarqué que le peu d'équipements pédagogiques qui existent et qui est offert par les canadiens n'est pas utilisé. Les enseignants disent en toute honnêteté qu'ils ne savent pas utiliser ces équipements, ce qui témoigne d'un déficit de formation ou d'un refus de cette approche, soit les deux. Si nous considérons le respect des principes de l'APC on constate que l'impact de la réforme sur les pratiques enseignantes apparaît donc faible. Ces pratiques des enseignants sont indécises, incohérentes et encore fortement teintées de pédagogie par objectifs. Par ailleurs, les enseignants qui ont tenté d'adapter leurs pratiques sont inquiets de l'augmentation de la charge de travail imposée par cette approche et de la difficile mise en œuvre des rythmes liés à la remédiation et à l'intégration. Les enseignants ont du mal à passer de la pédagogie par objectifs (PPO) à l'APC. Certains enseignants cherchent à se conformer

aux exigences de l'APC énoncées dans les programmes et les guides pédagogiques, mais leur manque de formation et de maîtrise de l'approche les empêche de les exploiter de façon optimale.

Enseigner est un métier qui s'apprend, comme tous les autres métiers ; il suppose d'articuler la maîtrise des savoirs disciplinaires, la maîtrise de l'enseignement de ces savoirs et la maîtrise du rôle d'enseignant dans le système éducatif. Faute d'une réelle formation qui permet d'acquérir les connaissances et les compétences nécessaires pour atteindre de tels niveaux de maîtrise, les enseignants ou les formateurs reproduisent des organisations qu'ils pensent bonnes pour leurs élèves parce qu'elles leur paraissent bonnes pour eux (Ginestié, 12).

II. PRESENTATION DU REFERENTIEL DE COMPETENCES DE LA SECTION INFORMATIQUE INDUSTRIELLE ET AUTOMATIQUE DU CNQP

2.1. Délimitation des tâches d'un technicien supérieur en IIA

L'automatique est la science des méthodes et démarches permettant l'étude et la réalisation des automatismes industriels. C'est une discipline qui privilégie l'aspect

"système" dans les démarches qu'elle utilise. Elle impose de s'intéresser aux fonctions des objets qui constituent: les parties commandes, les parties opératives, les interfaces de commande, de dialogue et de puissance et aux contraintes physiques économiques et humaines de l'environnement.

Il s'intéresse aux "modèles", qui décrivent : l'évolution temporelle du fonctionnement en réponse aux informations, les consignes qu'ils reçoivent et les perturbations qu'ils subissent, l'organisation structurelle et fonctionnelle du système.

L'informatique industrielle est étroitement associée à l'automatique, dans la réalisation des fonctions caractéristiques des objets de commande et de traitement.

L'enseignement de l'automatique et de l'informatique industrielle vise essentiellement à faire acquérir aux élèves, par l'assimilation des principaux concepts de base, une formation d'esprit leur permettant de bien appréhender le fonctionnement des automatismes.

Il doit en particulier leur permettre de décrire avec une précision suffisante les relations et les interactions entre le système et le milieu extérieur d'une part, entre les constituants de ce système d'autre part.

Cet enseignement permet aussi l'exploration de quelques solutions technologiques relatives aux constituants qui coopèrent dans l'automatisme.

Le technicien supérieur en automatique et informatique industrielle peut être employé dans des entreprises de toutes tailles. Il travaille chez des Intégrateurs ou Sociétés d'ingénierie ou Sociétés de services, chez des fabricants de produits autour de l'automatisme, de la supervision ou de l'informatique industrielle dans des PMI en voie d'automatisation (agroalimentaire, mécanique), dans les grosses entreprises mettant en œuvre des systèmes automatisés (chimie, métallurgie, BTP...).

Le technicien supérieur en Informatique Industrielle et Automatique travaille essentiellement dans des bureaux, des laboratoires de programmation, dans l'industrie et dans les ateliers des clients pour l'installation et la maintenance.

Ses activités consistent principalement à :

- étudier la faisabilité d'un projet relatif à son domaine d'intervention
- acheter et installer les matériels et logiciels d'automatisme et d'informatique
- réaliser la programmation en automatisme et/ou en informatique
- mettre au point et procéder à la mise en route d'installations automatisées
- rédiger et mettre à jour l'ensemble des documents techniques et contractuels relatifs à l'exploitation et à la maintenance de ces installations
- proposer une assistance technique et animer la formation des utilisateurs de ces installations
- assurer la cas échéant la maintenance courante
- maîtriser la programmation des automates programmables et les microcontrôleurs
- ...

De ces activités découlent les tâches suivantes retenues par l'équipe de rédaction du référentiel

Tableau A2-4 : tableau des tâches

Tâche 1	Installer et assembler des composants
Tâche 2	Assurer la maintenance des systèmes
Tâche 3	Programmer des microprocesseurs ou microcontrôleurs

Tâche 4	Modifier des programmes
Tâche 5	Tester et mettre au point les installations
Tâche 6	Installer et régler des applications
Tâche 7	Participer à l'élaboration d'un nouveau système
Tâche 8	Former les techniciens et les opérateurs
Tâche 9	Gérer une équipe de travail
Tâche 10	Mettre en marche des systèmes
Tâche 11	Assurer la documentation technique d'un système

L'analyse des tâches donne les savoirs, savoir-faire et savoir-être que le technicien supérieur en Informatique Industrielle et Automatique doit acquérir durant sa formation au CNQP. Dans le tableau A2-6 contenant tous les éléments qui composent les tâches, nous avons noté beaucoup d'incohérences qui montrent encore une fois le manque de sérieux qui a été présent tout au long de la rédaction des référentiels du CNQP. Selon nos interlocuteurs, la rédaction de ces référentiels était faite à un moment où le centre vivait une situation de crise (mouvements d'humeurs fréquents). En effet selon eux, les autorités qui géraient le centre à cette époque n'étaient pas du tout animées d'une volonté de développer le CNQP. Cette situation avait poussé les enseignants du centre à boycotter les travaux d'élaboration de ces référentiels. Et pour ne pas perdre le projet EPE (Education Pour l'Emploi), les autorités d'alors du centre avaient décidé avec l'accord des représentants du Cégep trois rivières, d'adopter, avec quelques modifications, les référentiels du Cégep. Ce que les autorités ont peut-être ignoré, c'est comme le souligne (Legendre, 02), tout processus de renouveau scolaire doit s'inscrire dans une dyade centralisation-décentralisation. Ceci veut dire que le sens unique des réformes (parachutées du sommet vers le bas), doit être substitué par un dialogue constant entre les acteurs du système en particulier avec les enseignants. En d'autres termes, une réforme doit être le fruit d'un long processus de réflexion bien menée avec les différents acteurs intervenant dans le domaine de l'éducation. Il s'agit en effet des autorités de l'éducation, des parents d'élèves, des élèves et principalement des enseignants.

Pour rappel, les travaux menant à l'élaboration de ces référentiels ont été réalisés avec l'appui du Cégep de Trois-Rivières à travers le projet EPE. Le projet EPE est entrepris avec le

soutien financier du gouvernement du Sénégal et du gouvernement du Canada par l'entremise de l'Agence Canadienne de Développement International (ACDI).

Entre autres nous avons noté les égarements suivants :

Tableau A2-5 : incohérences notées dans les référentiels du CNQP

Termes	Observations
Mathématiques de bases	Nous ne l'avons pas vu au niveau de la tâche 10 et pourtant nous trouvons que c'est un savoir très important pour l'exécution d'une telle tâche
Technologie des appareils, Physique de base, informatique de base ...	Nous pensons que ce sont des savoirs importants pour l'exécution de toutes les tâches
Santé et sécurité, organisation du travail, relations interpersonnelles...	Nous pensons que ce sont des savoir-faire importants pour l'exécution de toutes les tâches
(Utilisation du toucher et de la vue) et (toucher, vue)	Les deux termes signifient la même chose
(Capacité de travailler en équipe) et esprit d'équipe	Les deux termes signifient la même chose

Tâche 1	Tâche 2	Tâche 3	Tâche 4	Tâche 5	Tâche 6	Tâche 7	Tâche 8	Tâche 9	Tâche 10	Tâche 11
SAVOIR										
Anglais technique								Anglais technique		
Mathématiques appliquées										
Français										
		Programmation de base				Communication				
Physique de base		Informatique de base				Informatique de base			Informatique de base	
Technologie des appareils		Technologie des appareils				Technologie des appareils				
SAVOIR-FAIRE										
Anglais technique										
Mathématiques appliquées										
Electrotechnique										
Lecture de plan, schémas et croquis					Lecture de plan, schémas et croquis			Lecture de plan, schémas et croquis		
Organisation du travail		Organisation du travail				Organisation du travail				Organisation du travail
Planification		Planification							Planification	

Méthode de montage									Gestion d'équipe	
Relations inter personnelles		Relations inter personnelles					Relations inter personnelles			Rédaction
Vue, toucher, odorat			Vue, toucher			Vue, toucher, odorat			Vue, toucher, odorat	Technique d'archivage
Santé et sécurité				Santé et sécurité		Santé et sécurité				Santé et sécurité
Résolution de problèmes						Résolution de problèmes	Pédagogie, andragogie de base		Résolution de problèmes	Technique classement
Choix des matériaux						Technologie de construction			Utilisation de machines	
Résistance des matériaux										
diagnostique										
Supervision du personnel									Supervision du personnel	

Utilisation des machines (ord)						Mesures et essais (métrologie)	Méthode d'enseignement (moniteur)		Mesures et essais (métrologie)	
Utilisation des systèmes d'exploitation de base			Utilisation des systèmes d'exploitation de base			Outils d'amélioration continue	Utilisation de documents pédagogiques		Organisation de travail	
Mesures et essais						Estimation	Utilisation de matériels didactiques		Outils d'amélioration continue	
Utilisation des appareils de mesures						Dessin technique			Rédaction de compte rendu	
						Gestion de projet			Gestion de projet	
SAVOIR-ETRE										
Esprit d'analyse										Minutie
Esprit de synthèse										Esprit de synthèse
Esprit créatif			Esprit créatif						Jugement	Autonomie

Efficacité et efficience			Efficacité et efficience							
Dynamisme		Rigueur et minutie					Savoir créer une bonne ambiance de groupe		Rigueur et minutie	Ouverture d'esprit
Capacité de passer à l'action							Discipline personnelle		Initiative	
Débrouillardise							Sens des responsabilités			
Capacité de communiquer							Capacité de communiquer			
Esprit d'équipe						Esprit d'équipe			Capacité de communiquer	
Sens pratique							Motivation		Motivation	
Logique							Logique		Sens pratique	Logique
Volonté de mettre à jour ses connaissances							Ouverture d'esprit		Débrouillardise	
Leadership							Leadership			
							Capacité de travailler en équipe		Tempérament pondéré et calme	
Autodiscipline							Autodiscipline			
Capacité de s'adapter									Capacité d'adaptation	

Tableau A2-6 : analyse des tâches

2.2. Liste des compétences

2.2.1. Compétences communes aux différents programmes

Dans le tableau A2-7 nous avons les compétences communes aux trois sections, Informatique Industrielle et Automatique (IIA), Maintenance Industrielle (MI) et Productique. Dans le guide 2 de l'OIF ces compétences représentent les compétences générales et elles doivent permettre au sujet de pouvoir faire face à une famille de situations.

Tableau A2-7 : compétences communes aux trois sections

NUMERO	COMPETENCES
TC001	Se situer au regard de son métier et de la démarche de formation
TC002	Exploiter des documents techniques en anglais
TC003	Élaborer des correspondances techniques
TC004	Entretenir des relations professionnelles saines
TC005	Résoudre des problèmes techniques à l'aide des mathématiques et des statistiques
TC006	Interpréter des plans et des schémas
TC007	Appliquer les démarches de création d'une entreprise
TC008	Appliquer des notions de programmation informatique
TC009	Utiliser des méthodes d'organisation du travail
TC010	Intégrer l'hygiène, la santé, la sécurité et l'environnement aux pratiques techniques
TC011	Contribuer à la gestion des projets
TC012	Produire, archiver et mettre à jour de la documentation

2.2.2. Compétences propres au programme informatique industrielle et Automatique

Dans le tableau A2-8, nous avons les compétences propres à la section Informatique Industrielle et Automatique (IIA). Si on se réfère au guide 2 de l'OIF, les compétences particulières sont définies en liens avec l'exercice du métier. En effet, ce sont ces compétences qui définissent le métier. Elles sont fortement ancrées dans le contexte. Pour pouvoir être considéré comme compétent dans ce métier IIA, il faut acquérir les compétences suivantes.

Tableau A2-8 : compétences particulières liées au métier

NUMEROS	COMPETENCES
II01	Gérer et utiliser un poste de travail en milieu industriel
II02	Produire des plans électroniques industriels
II03	Effectuer les travaux d'atelier
II04	Installer des appareils dans un système de contrôle
II05	Vérifier les signaux et des alimentations de très basse tension
II06	Vérifier les équipements de puissance
II07	Analyser le fonctionnement d'un procédé
II08	Faire fonctionner des systèmes de contrôle de commande
II09	Programmer des unités de commande
II10	Régler le fonctionnement des appareils de la chaîne de mesures
II11	Régler le fonctionnement des éléments finals de contrôle
II12	Programmer un système de supervision
II13	Effectuer la mise en marche d'un système de contrôle commande
II14	Effectuer l'entretien préventif des équipements d'un système de contrôle commande
II15	Effectuer le dépannage d'un système de contrôle commande
II16	Concevoir un projet de contrôle commande
II17	Traiter l'information relative aux réalités du milieu du travail en électronique industrielle

La remarque qui s'impose après lecture des deux tableaux est le nombre important de compétences. En effet nous avons douze (12) compétences générales et dix-sept (17) compétences particulières ce qui est, selon les enseignants acteur de cette formation, très ambitieux. Les conséquences immédiates mesurables sur la formation sont : la durée de la formation et des compétences non faites. La formation des deux premières promotions a pratiquement duré trois années au lieu des deux années qui étaient prévues. Ceci affecte considérablement le budget de fonctionnement du centre. En effet, la dernière année de formation est prise en charge par l'établissement alors que les étudiants ne payent pas les frais liés à la formation. Les compétences non faites sont dues à un manque d'équipements, certaines compétences du référentiel requièrent des équipements didactiques de haut niveau que le centre

ne peut pas disposer. Ces remarques sont valables pour toutes les sections. Cependant face à cette situation, les nouvelles autorités du centre et les enseignants ne sont pas restés les bras croisés, ils ont décidé de revoir tous les référentiels.

Dans le cadre de cette thèse, j'ai décidé avec quelques enseignants du centre de proposer un référentiel de compétence pour la section IIA en se basant sur celui existant. Notre travail a consisté à revoir le nombre de tâches et de compétences.

2.3. Proposition

2.3.1. Connaissances, habiletés, attitudes

Suite, à une enquête papier et interview auprès d'anciens stagiaires et des professionnels du monde industriel, à une analyse d'offres d'emploi, nous avons pu dégagé un certain nombre d'habiletés cognitives, psychomotrices et perceptives. Nous avons également repéré des attitudes, des comportements et des qualités propres au métier qui sont transférables dans plusieurs tâches. De plus, ces habiletés, attitudes, comportements et qualités sont essentiels à l'exercice de la profession.

Tableau A2-9 : habiletés, attitudes, comportements et qualités essentiels à l'exercice de la profession de technicien supérieur en IIA.

Habiletés cognitives	Habiletés psychomotrices	Habiletés perceptuelles	Comportements socio-affectifs
Notion de mathématiques	Manipulation de produits	Perception de couleurs, de formes, de signes, de codes, etc.	Lecture de ses propres sentiments et émotions
Notions de physique	Utilisation d'outils, d'appareils ou d'instruments spécialisés	Reconnaissance des sons afin de diagnostiquer un état, de percevoir un danger	Résolution de conflits internes
Notions d'automatisme	Assemblage d'objets	Perception d'odeurs afin de reconnaître un produit, de diagnostiquer un état, de percevoir un danger	Communiquer avec les autres

lecture de plans et de schémas	Techniques spécialisées	Saisir des attitudes	Motiver, intéresser les autres
techniques de croquis de fabrication	Manœuvre spécialisée	Percevoir des sentiments	Motiver, intéresser les autres
Habiletés cognitives	Habiletés psychomotrices	Habiletés perceptuelles	Comportements socio-affectifs
instruments de mesure et métrologie	Degré de dextérité		Motiver, intéresser les autres
hydraulique et pneumatique de base	Degré de coordination		Attitudes ayant trait à la santé et à la sécurité
notions en électricité	Qualité de réflexes		Attitudes ayant trait aux relations humaines
notions en électronique et de programmation en informatique			Attitudes ayant trait aux automatismes physiques
appareils, équipement et techniques de levage et de manutention (code de signalisation);			Attitudes ayant trait Aux automatismes mentaux
santé et sécurité			

2.3.2. Tâches retenues

Après les enquêtes et plusieurs réunions de coordination nous avons retenu les tâches et les compétences particulières suivantes

Tableau A2-10 : nouvelles et anciennes tâches

TÂCHES	NOUVELLES TÂCHES	TÂCHES	ANCIENNES TÂCHES
Tâche 1	Installer et/ou assembler les composants d'un système	Tâche 1	Installer et assembler des composants
		Tâche 10	Mettre en marche des systèmes
Tâche 2	Assurer la maintenance des systèmes d'une installation	Tâche 2	Assurer la maintenance des systèmes
		Tâche 11	Assurer la documentation technique d'un système
Tâche 3	Programmer et/ou modifier des programmes informatiques	Tâche 3	Programmer des microprocesseurs ou microcontrôleurs
		Tâche 4	Modifier des programmes
Tâche 4	Installer, tester et mettre au point des installations ou des applications	Tâche 5	Tester et mettre au point les installations
		Tâche 6	Installer et régler des applications
Tâche 5	Participer à l'élaboration d'un nouveau système	Tâche 7	Participer à l'élaboration d'un nouveau système
Tâche 6	Gérer une équipe de travail (ouvriers, techniciens et opérateurs)	Tâche 8	Former les techniciens et les opérateurs
		Tâche 9	Gérer une équipe de travail

Tableau A2-11 : compétences particulières

REF	ANCIENNES COMPETENCES	REF	NOUVELLES COMPETENCES
II 01	Gérer et utiliser un poste de travail en milieu industriel	IIA 01	Faire fonctionner des systèmes de contrôle de commande
II 04	Installer des appareils dans un système de contrôle		
II 07	Analyser le fonctionnement d'un procédé		
II 08	Faire fonctionner des systèmes de contrôle de commande		
II 10	Régler le fonctionnement des appareils de la chaîne de mesures		
II 11	Régler le fonctionnement des éléments finals de contrôle		
II 13	Effectuer la mise en marche d'un système de contrôle commande		
II 09	Programmer des unités de commande	IIA 02	Programmer des unités de commande
II 12	Programmer un système de supervision		
II 16	Concevoir un projet de contrôle commande	IIA 03	Participer activement à la conception d'un projet de contrôle commande
II 05	Vérifier les signaux et des alimentations de très basse tension	IIA 04	Effectuer la maintenance des équipements d'un système de contrôle
II 06	Vérifier les équipements de puissance		
II 14	Effectuer l'entretien préventif des équipements d'un système de contrôle		
II 15	Effectuer le dépannage d'un système de contrôle commande		
II 03	Effectuer les travaux d'atelier		Non utilisée
II 02	Produire des plans électroniques industriels		Non utilisée
II 17	Traiter l'information relative aux réalités du milieu du travail en électronique industrielle		Non utilisée

Puisque nous n'avons travaillé que sur un référentiel, nous avons jugé nécessaire de laisser les compétences générales comme telle. Les compétences particulières elles, ont été retravaillées

afin d'être réduites, elles passent de dix-sept (17) compétences à quatre (4). Le travail de réduction des compétences consistait à confondre les compétences qui ont une ressemblance dans leur définition et leur objectif. Ceci dans le souci de faire passer la formation dans le délai imparti mais sans occulter l'objectif de proposer une formation de qualité. Les contenus de ce référentiel ne sont pas figés, ils seront régulièrement mis à jours comme le propose le modèle qui fait l'objet de ce mémoire. Et comme pour confirmer nos propos, (Legendre, 07) indique qu'un référentiel sert à décrire ce qui est et à représenter ce qui devrait être. De plus, le référentiel « n'est pas statique, mais dynamique et évolutif et par conséquent susceptible de se transformer ». Toujours selon (Legendre, 07), nous pouvons considérer l'élaboration d'un référentiel de compétences comme une façon de se donner une représentation cohérente et relativement consensuelle de la profession. Pour cela nous avons jugé nécessaire de tenir compte dans ce présent référentiel, des compétences transversales qui ne sont pas explicitées dans le référentiel actuel du CNQP.

Tableau A2-12 : Compétences transversales

Compétence	Description de la compétence – processus de mise en œuvre
Utiliser les technologies de l'information, les outils informatiques et/ou bureautiques	Mettre en œuvre des outils informatiques et bureautiques dans le cadre de son travail : systèmes d'exploitation d'équipements d'informatiques, d'automatisation et de réseaux ; outils de développement et de mise au point d'application de contrôle commande, d'IHM (Interface Homme Machine) et de supervision; outils de créations de schémas électriques et pneumatiques, outils bureautique de présentation et de rédactions de notices techniques, compte-rendu, supports pédagogiques.
Savoir actualiser ses connaissances et ses compétences	Devant la multiplicité et la diversité des applications réalisées, des contextes techniques et des outils utilisés et leur évolution rapide et fréquente et pour faire face aux problèmes rencontrés, savoir actualiser en permanence ses connaissances dans les domaines de l'automatique et de l'informatique industrielle est nécessaire. Pour cela il faut: - savoir chercher l'information (en français et en anglais) sur Internet, auprès des services d'assistance client des fournisseurs, dans les notices techniques et les aides en ligne des outils, auprès de ses collègues et des clients.

	<ul style="list-style-type: none"> - se former en permanence grâce à la presse professionnelle (revues, livres, sites internet), à la visite de salon professionnel, - savoir tester de nouveaux outils logiciels ou matériels et comparer techniquement des offres de fournisseurs
Diagnostiquer un problème et le résoudre	Dans le cadre de la mise au point et de la mise en service d'applications d'automatisation, identifier l'origine des incidents ou non-conformités de l'application (liée à la conception ou à la programmation, au matériel ou au logiciel, aux données ou au traitement...), les résoudre en collaboration avec le client et les autres intervenants du projet et capitaliser les informations susceptibles d'être utiles à l'avenir (descriptif d'incident, recherche de solution, indice de performance).
Travailler en équipe	Cette compétence est la clé du succès de toutes les entreprises. Les bons joueurs d'équipe prennent des décisions en fonction de l'atteinte des objectifs et non en fonction de leurs intérêts personnels. Ils sont capables de coopérer, de partager le mérite, de respecter des engagements et de bien transmettre l'information aux autres membres de l'équipe.
Appliquer les règles d'hygiène, de sécurité et de protection de la santé au travail	Le technicien agit en conformité avec les consignes et règles en usage dans le domaine de la sécurité, de la santé et de l'hygiène au travail. Il prend en compte, applique et fait appliquer les consignes reçus et les règles de sécurité liées à ses activités.
Maîtriser la communication écrite et orale dans un environnement multilingue	Aptitude à comprendre, exprimer et interpréter des pensées, sentiments et faits, sous forme à la fois orale et écrite (écouter, parler, lire et écrire) dans de multiples situations de la vie en société – au travail, dans la vie privée, pendant les loisirs, dans le cadre de l'éducation et la formation, selon les désirs et les besoins de chacun. Elle requiert également des compétences telles que la capacité de médiation et de compréhension interculturelle