

N° d'ordre : 435

École Doctorale Mathématiques, Sciences de
l'Information et de l'Ingénieur

UdS – INSA – ENGEES

THÈSE

présentée pour obtenir le grade de

Docteur de l'Université de Strasbourg
Discipline : Science de l'Ingénieur
Spécialité : Génie Industriel

par

Joël KOENIG

**Connaissances et compétences pour la performance
industrielle :
Intégration des compétences culturelles en production de
machines UGV.**

Soutenance orale le 14 décembre 2009

Membres du jury

Rapporteur externe : M. Emmanuel Duc, Professeur des Universités, IFMA Clermont Ferrand

Rapporteur externe : M. Maurice Pillet, Professeur des Universités, Polytech'Savoie, Annecy

Examineur : M. Julie Le Cardinal, Maître de Conférences, Ecole Centrale Paris

Examineur : M. François Geiskopf, Maître de Conférences, Université de Strasbourg

Directeur de thèse : M. Emmanuel Caillaud, Professeur des Universités, Université de Strasbourg

Co-Directeur de thèse : M. Michel Sonntag, Professeur des Universités, Université de Strasbourg

Personne Invitée : M. Ludgi Foresto, Directeur Industriel, Huron Graffenstaden, Illkirch

Qu'importe le sommet, qu'importe le chemin, seul le cheminement est noble.

Cette thèse CIFRE est l'aboutissement d'un travail de recherche mené en collaboration avec l'entreprise Huron (dont le siège social est à Illkirch dans le Bas-Rhin) et le laboratoire LGeCo de l'INSA de Strasbourg.

Il convient donc de remercier monsieur Gilbert Fischer et monsieur Ludgi Foresto, respectivement : Président Directeur Général et Directeur Industriel (et tuteur industriel de cette thèse) ainsi que l'ensemble des collaborateurs Huron.

Je remercie monsieur Paul Chang, Président Directeur Général de l'entreprise Leaderway de Taichung à Taiwan, pour m'avoir permis d'effectuer l'ensemble de mes recherches « terrains » et de m'avoir ouvert les portes de ses entreprises.

Je remercie également messieurs Maurice Pillet, professeur Polytech'Savoie, Emmanuel Duc, professeur à l'IFMA de Clermont Ferrand, Julie Le Cardinal, professeur à L'Ecole Centrale Paris, d'avoir accepté de juger cette recherche et son mémoire.

Je tiens à remercier messieurs Emmanuel Caillaud, Michel Sonntag et François Geiskopf pour m'avoir aidé à mener à bien cette thèse ainsi que pour leurs précieux conseils. Merci également à monsieur Roland De Guio, professeur et directeur du laboratoire LGeCo de l'INSA de m'avoir accueilli au sein de son équipe de recherche.

Un grand merci à ma famille et mes proches.

Spécialement à toi Lucie qui connaît le « prix » de cette thèse. Merci de m'avoir de temps en temps ramené vers quelques légèretés appréciables et nécessaires durant cet exercice.

INTRODUCTION	1
CHAPITRE 1 : CADRE DE L'ETUDE	
1. Le contexte et problématique industrielle	6
2. Problématique scientifique	9
2.1 La production internationale	10
2.2 La formalisation des Joint Venture (JV)	11
2.2.1 La formalisation capitalistique	11
2.2.2 La formalisation contractuelle	13
3. La Joint Venture Internationale (JVI)	13
3.1 Règles générales et définitions	14
3.2 La configuration des JVI	15
4. Notions d'efficacité et performance des JVI	16
4.1 L'efficacité des JVI	17
4.2 La performance des JVI	17
5. Le Management interculturel	19
5.1 Le management interculturel et ses complexités	19
5.2 Le management interculturel et ses instabilités	21
6 Conclusion	23
CHAPITRE 2 : LA CONNAISSANCE ET SES TRANSFERTS	
1. Analyse préalable	25
1.1 Donnée, information et connaissance	26
1.2 Terminologie et définitions de la connaissance	28
1.3 La cartographie des connaissances	29
2. La Gestion des Connaissances, ou Knowledge Management (KM)	32
2.1 Une tentative de modélisation par l'approche japonaise du Ba	32
2.2 La capitalisation des connaissances	34
2.2.1 Les bases de connaissances	35
2.2.2 Vers le concept de Gestion des Connaissances	35
2.3 La gestion des connaissances	36
2.3.1 Définitions et théories	36
2.3.2 Présentation des apports d'une méthode de capitalisation de connaissances par la méthode M.A.S.K.	37
3. Le transfert de connaissances	40
3.1 Comment aller au-delà du simple transfert de documents	40
3.2 Transfert organisationnel de connaissances : tenants et aboutissants	43

3.3.	Passerelle avec les compétences : l'intervention de la notion de Schème	47
4.	Conclusion	49

CHAPITRE 3 : LA COMPÉTENCE INTERCULTURELLE ET SON MANAGEMENT

1.	La compétence interculturelle	50
1.1.	Concept et définition	50
1.2.	Diagnostic de la compétence interculturelle	52
1.3.	Les trois niveaux de la compétence interculturelle	54
1.3.1	La compétence interculturelle individuelle et collective	55
1.3.2	La compétence interculturelle organisationnelle	55
2.	L'apprentissage interculturel organisationnel	57
2.1.	Vers une meilleure compréhension de l'apprentissage dans les organisations	57
2.2.	Les mécanismes d'apprentissage : une dynamique indispensable aux coentreprises	59
2.3.	De l'apprentissage vers la compétence	61
3.	Le management des compétences interculturelles stratégiques : approches stratégiques de gestion de la firme	63
3.1.	La JVI comme processeur d'information : l'approche par les activités	64
3.2.	Une vision intégrée des différentes théories fondées sur la connaissance	64
3.3.	Co-construction des compétences et positionnement de la firme : l'approche par les compétences et son lien avec l'industrie	65
3.4.	Les mécanismes de co-construction : concept de plateforme et modularisation	66
4.	Le transfert de compétences interculturelles organisationnelles	68
4.1.	Asymétrie des compétences et l'absence de transfert	68
4.2.	Asymétrie des compétences, asymétrie dans l'exposition aux risques et barrières aux processus de transfert	69
4.3.	Schéma possible de transfert inter-organisationnel de compétences	70
5.	Conclusion	71

CHAPITRE 4 : EVALUER LA PERFORMANCE : RESULTATS INDUSTRIELS

1.	Performance globale des JVI	74
1.1.	Performance stratégiques des JVI : les résultats	75
1.2.	La performance tactique dans les JVI : le contrôle	77
1.3.	La performance opérationnelle : les moyens	80

2.	Inducteur de performance	81
2.1.	Criticité des MOCN	82
2.2.	Qualification des MOCN	87
2.2.1.	Qualifications par tests matières :	88
2.2.2.	Tests Analytiques	92
2.3.	Performance d'une MOCN	94
2.3.1.	Processus d'évaluation	95
2.3.2.	Outils numériques de qualification	96
2.4.	Le ball bar comme un inducteur de performance	100
2.4.1.	Présentation du système	101
2.4.2.	Interprétation des relevés Ball bar	102
2.4.3.	Le Ball Bar : un inducteur de performance opérationnel	105
3.	Expérimentations industrielles	106
3.1.	Présentation de la configuration matérielle	108
3.2.	Description de la plateforme logicielle	110
3.3.	Relevés industriels	110
3.3.1.	Cas n°1 : référentiel de situation, l'idéalité	111
3.3.2.	Cas n°2 : Défaut naturel	112
3.3.3.	Cas n°3 : Défaut d'un composant de régulation	113
3.3.4.	Cas n°4 : Erreurs aléatoires	114
3.3.5.	Cas n° 5 : Défaut d'optimisation numériques	115
3.3.6.	Cas n°6 : Défaut de friction	117
3.3.7.	Cas n° 7 : Défaut d'un organe mécanique	118
3.3.8.	Cas n° 8 : Défaut d'assemblage d'un sous-ensemble fonctionnel	119
4.	Conclusion	121
	CONCLUSION GENERALE	123
	BIBLIOGRAPHIE	127
	TABLE DES FIGURES	135

L'excellence industrielle s'exprime par la capacité des entreprises à établir et à maintenir leurs positions sur le marché. Cette excellence possède ses invariants et ses variables. L'évolution la plus marquante du point de vue organisationnel est liée au déploiement des partenariats pour le développement de produits à forte valeur ajoutée. Les machines outils à commandes numériques en usinage à grandes vitesses (UGV) sont typiquement dans ce cadre là.

Le paradigme d'intégration qui prévalait longtemps en local (cohérence d'organisation visant l'optimalité) montre aujourd'hui ses limites. Il nous faut donc rechercher et construire de nouvelles approches pour gérer la diversité, l'incertitude et l'incomplétude du marché (de la machine outils dans notre cas d'étude). Il convient également de gérer la maturité des données et la fragmentation des connaissances avant un quelconque transfert.

Dans notre travail, sans négliger le facteur culturel (ressource introduisant à nouveau une certaine complexité) nous avons pour objectif, un contrôle qualité sur le produit (la majeure partie de l'assemblage de la machine outils à commande numérique étant réalisée à Taiwan). Il s'agit donc de piloter les phases du procédé d'assemblage (mécanique) et des corrections au regard des objectifs assignés par les entreprises sino-françaises qui composent la joint venture internationale (JVI).

En situation d'inter culturalité entre deux entreprises, l'horizon d'action est plus court et nous utilisons d'avantage des systèmes instrumentaux de contrôle par rapport à une gestion intra entreprise. Les « conflits » (écart par-rapport à un indicateur) sont alors fréquents et le progrès (boucle d'amélioration) se fait à partir de ruptures.

De dimension internationale notre recherche porte sur la construction d'une échelle de mesure de la performance. Les différences culturelles sont trop souvent présentées comme l'explication pour les écarts des résultats, il convient donc de proposer une nouvelle échelle de mesure ayant une validité dans les entreprises sino-françaises en relations. La vraie difficulté résidera dans la construction de passerelles d'équivalences afin de limiter les incidences des différences culturelles sur les mesures comparatives de performance.

Se pose ainsi une première problématique : celle de la définition et l'implémentation d'indicateurs de performances dans une démarche d'aide à la décision. Parmi les mesures de performance figure également la robustesse des solutions fournies lorsque la connaissance est soumise aux influences culturelles notamment dans le cas d'alliances internationales. Nous serons donc amenés non pas à fournir seulement une solution mais une solution complétée par

un processus d'adaptation. La difficulté viendra de la difficulté à faire inter-opérer des processus de maturités culturels différents.

Dans le domaine de la machine outil (conventionnel ou en UGV) la performance est un sujet très controversé car il n'est pas aisé de distinguer les critères des déterminants : vitesse d'usinage, état de surface, dynamique de la machine, temps de réalisation. En ce sens notre apport est triple. Il portera sur :

- la compréhension, dans le cadre d'une recherche comparée, des données construites sur un instrument numérique validé (le Ball Bar) ;
- la transcription d'une lecture de la performance en termes de processus coopératif de travail ;
- l'analyse des relations entre plusieurs variables ressources afin d'analyser les décalages entre l'intention (la procédure) et le résultat (tracés numériques).

Notre objectif scientifique est double : il s'agit en premier lieu de comprendre et définir le processus de transferts de connaissances dans le cadre de ce projet par l'observation empirique sur les sites de production sino-français, puis d'établir des liens entre les caractéristiques de ce processus de transfert et la performance perçue par l'entreprise émettrice de la JVI. Nous devons également traduire le couple valeur/coûts en indicateurs concrets dont chacun des partenaires de la JVI pourra en faire une lecture (indépendante des contraintes culturelles).

Les recherches liant transfert de connaissances/compétences et performance sont rares car il n'est pas aisé de trouver des passerelles entre des notions relevant de degré d'abstraction différent. Au démarrage de notre recherche la question (dans notre domaine qui est celui la machine outils à commande numérique en usinage à grandes vitesses) était de savoir: si il existe des facteurs liés au transfert de connaissances et des compétences qui influeraient particulièrement la performance de la JVI?

Un des intérêts de cette thèse (résolument opérationnelle) est d'éclaircir les liens unissant connaissances et compétences dans le cadre d'une collaboration interculturelle, en observant dans quelle mesure cette articulation peut être créatrice de valeur. Notre recherche porte notamment sur l'intégration des compétences culturelles au sein de la joint venture internationale (JVI) créée entre une société Française (Illkirch-Graffenstaden) et une société Taïwanaise (Taichung). Elle nous a permis de mettre en évidence des facteurs essentiels dans

le transfert de technologie qui peuvent avoir un impact sur la performance de la JVI. Cette thèse nous ramène à des questions essentielles de la gestion par les processus.

1- Description et méthodologie de recherche

Le travail de notre sujet de recherche revêt fortement d'un caractère exploratoire étant donné que la performance industrielle des joint-ventures sino-française dans le domaine de la machine outils à commandes numériques n'a jamais à notre connaissance été étudiée sous l'angle du génie industriel.

Dès lors, la démarche qualitative s'est imposée pour mieux rendre compte de la réalité organisationnelle. Nous avons donc cherché à comprendre le comment et le pourquoi des phénomènes organisationnels plutôt que de chercher la vérification d'hypothèses. L'analyse du contexte représente ainsi l'un des aspects les plus importants du contenu de notre recherche. Nous avons adopté la méthodologie de l'étude de cas.

Cette méthode de recherche représente l'une des démarches de recherche qui permet le mieux d'approcher la complexité organisationnelle (les acteurs ne pouvant être substituables d'une situation à une autre) que l'on qualifie de réticulaire. Nous avons cherché à prendre en compte la combinaison des intentions stratégiques, des capacités d'actions et des contraintes perçues par les acteurs de la joint-venture sino-française. Des déplacements fréquents et finalement une expatriation complète pendant les 6 derniers mois nous ont permis de pouvoir pratiquer l'observation des situations et des activités réelles pour en faire des descriptions cohérentes qui nous ont aidé à comprendre les données chiffrées.

Le manque d'écrits sur les pratiques de recherche dans le domaine de la machine outils a limité notre compréhension des entreprises asiatiques. Et les difficultés ont encore été amplifiées du fait que notre partenaire était à Taiwan. En effet, à Taiwan, les entreprises maintiennent une relation très ambiguë avec les organismes gouvernementaux et intrinsèquement avec l'Asie proche (principalement les cinq dragons).

L'analyse bibliographique proposée comporte deux volets qui ont été des pré-requis nécessaires à nos expérimentations :

-la première est liée au couple connaissance et compétence dans un contexte général puis interculturel pour s'attacher plus précisément à trois questions majeures qui expliquent les

difficiles les perspectives de développement, il s'agit de la complexité de l'environnement, de l'efficacité des ressources et de la valeur du leadership.

-le second pan de littérature concerné est la gestion des alliances stratégiques et leurs performances. Comme nous l'avons mentionné précédemment ces formes d'organisations apportent d'avantage de performance que la simple somme des performances locales.

La conjugaison de ces deux revues de littérature a abouti à la formulation de l'hypothèse de recherche et à l'utilisation d'un outil numérique pouvant suggérer une représentation de la performance de l'alliance. Notre recherche débouchera sur l'idée qu'une performance (contribution au développement économique) de référence est obligatoire.

Après la validation empirique de notre inducteur nous pourrions lier les résultats obtenus à une grille de correction que nous corrèlerons au complément d'activités nécessaires pour atteindre la performance de référence. Ce complément d'activité devra être économiquement quantifiable.

Nous savons que la qualité d'une recherche repose en grande partie sur la qualité des données disponibles ; ce principe s'est vérifié facilement tout au long de notre recherche. Si sur la connaissance/compétence, deux écoles bien identifiées s'affrontent et proposent des paradigmes différents considérés par chacune comme légitimes, la situation est moins claire pour la question de la performance. Les données disponibles sont bien moins nombreuses pour traiter de la performance des JVI dans le domaine de la machine outil. Malgré une recherche bibliographique approfondie, le nombre de communications ou d'ouvrages qui se rapprochent de notre préoccupation est resté très limité. Nous pensons que des recherches ont vraisemblablement été effectuées par les fabricants de machines outils, mais l'aspect confidentiel de ces travaux n'a apparemment pas permis de publication. Nous n'avons donc pas pu confronter notre analyse à d'autres recherche dans le même domaine. Notre analyse est à la fois compréhensive et quantitative. Elle repose sur le double questionnement industriel suivant : de combien et pourquoi la performance de la JVI diverge-t-elle par-rapport au cahier des charges et aux conditions initiales qui ont motivé la création de la JVI.

2- Structure de la thèse

Le chapitre 1 présente la problématique industrielle ainsi que la motivation au cœur de cette recherche et les différents objectifs scientifiques. Dans ce premier temps nous précisons les objectifs à atteindre et les conditions de l'étude. La définition du contexte de travail met en évidence les contraintes expérimentales et situe les limites de l'étude. La description des méthodes de qualification permet de mieux cerner les difficultés par-rapport aux problèmes de performance maximale atteignable, aux paramètres influents et à la généralisation de l'étude à d'autres machines outils à commandes numériques (MOCN). La particularité du domaine MOCN étant : des produits à forte technologie et valeur ajoutée en petite série de fabrication.

Le chapitre 2 fait une revue de la littérature sur la connaissance, sa gestion et son transfert au sein des alliances stratégiques. Un second volet sur les compétences viendra compléter cette première notion.

Le chapitre 3 introduit la notion de gestion stratégique de la performance, nous y présenterons une analyse des ressources et des principaux critères de performance exploitables dans notre contexte d'étude. Nous procédons à un examen sur l'évaluation de la performance basé sur la macro modélisation de tout ou d'une partie d'un processus de travail délocalisé.

Le chapitre 4 présente notre modèle numérique et nos hypothèses de recherche. Ce modèle numérique permettra d'évaluer les conditions de performances de l'entreprise partenaire, il repose sur des critères technologiques et de ressources. Nous analyserons par la méthode de plan d'expérience l'ensemble des scénarios pour en extraire une analyse globale de la machine, les conclusions permettent de dégager la pertinence de notre méthode de qualification et de préciser la suite des travaux. Le caractère exclusif des conditions d'essais et ses résultats difficilement interprétables nous obligent à traiter les écarts au cas par cas. Nous pourrions en dégager des familles. Ces analyses de défauts quantifient les écarts occasionnés sur les processus délocalisés d'assemblage et traite jusqu'à la contradiction initiale dans le processus. Nous pourrions à partir de ce cas proposer une méthode de correction pour l'approche globale et valider nos inducteurs servant les indicateurs pour le pilotage de la JVI.

L'issue des tests expérimentaux nous permettra de faire une interprétation des résultats, et répondre aux motivations ayant présidé à notre travail de thèse. Nous préciserons dans la conclusion l'utilité mais également les limites de nos résultats.

Joint Venture Internationale

Entreprise Française: HURON **Entreprise Taïwanaise: LEADERWAY**

Transfert technologique d'une machine 3 axes à portique pour percer le marché Asiatique et pour être plus compétitif le marché Européen.



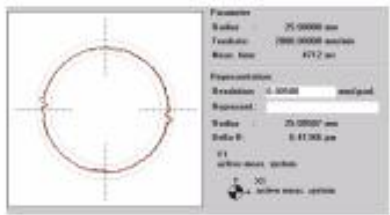
Management interculturel pour l'assemblage des machines

Chapitre 1

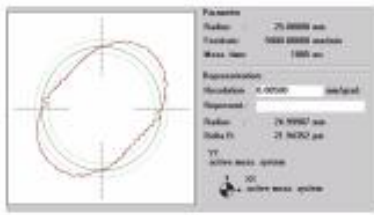
Indicateur de résultat:

Absence d'indicateur de performance de la JVI (dans une vision dynamique)

Le Ball bar comme un inducteur de performance traduisant la qualité d'assemblage



Référentiel de performance cible



Résultats après assemblage en Asie
-définir le complément d'activité (et son coût) à effectuer pour atteindre le référentiel de performance cible

Chapitre 4

Indicateur d'action:

Difficultés à trouver un « arbitrage » permettant « d'opérationnaliser » la variable interculturelle dans l'analyse des compétences.

-Transfert du complément de compétence opérationnelle nécessaire
-Développement de la compétence interculturelle pour gérer ces transferts

Stock de compétences Françaises *Expertise* Compétences Taïwanaises *Apprentissage*

Expatriation temporaire au besoin

Chapitre 3

Indicateur de moyens:

Difficulté à identifier les différences de pratiques entre les systèmes de production en France et à Taiwan, afin de pouvoir sélectionner celles qui peuvent être encouragées suivant le contexte culturel.

Transfert de connaissance pour aller au delà du simple transfert de document traduit

Document
-> Donnée
-> Information
-> **Connaissance**
-> Savoir

Appropriation de la connaissance transférée

Chapitre 2

CHAPITRE 1 : CADRE DE L'ETUDE

1- Le contexte et problématique industrielle

La société HURON, créatrice de machines outils, construit des centres d'usinage et de fraisage grandes vitesses. HURON a décidé de déplacer une partie de ses activités à Taiwan pour avoir plus d'opportunités (tableau1) d'accès à un marché plus large, pour réduire sur ces produits très concurrentés le coût direct de main d'œuvre et l'ensemble des charges. Huron a donc aussi voulu percer le marché asiatique en bénéficiant d'une assistance culturelle du partenaire local dans un environnement nouveau.

Taiwan est un pays à économie dite en transition ou émergente ce qui offre d'intéressantes opportunités d'investissement pour une entreprise occidentale.

Pour le partenaire asiatique, la société Leaderway, l'objectif recherché est l'acquisition de nouvelles technologies, compétences et autres expertises à travers cette relation. De plus, Leaderway profite de l'image de marque du constructeur français pour développer son propre marketing.

Atouts	Défis
Main d'œuvre bien formée	Cadre juridique imparfait
Spécialisation dans les nouvelles technologies	Pas de rigueur sur les marchés publics
Forte insertion dans le commerce mondial	Infrastructures trop légères
Grande flexibilité et adaptation	Forte concurrence de la Chine
Capacité d'apprendre et d'acquérir des technologies	Secteur bancaire peu compétitif.
Volonté d'industrialiser des produits innovants	Culture des affaires
Pas d'endettement extérieur	Le guangxi, le réseau
Répondre à une offre du marché Chinois	Paiement
Offre un Full service intégré	Système bancaire
Réduction des coûts pour l'exportation	Qualifications
Salaire	Syndicats
	L'énergie
	Clivages régionaux
	Le « feng shui »
	Salaire

Tableau 1. Atouts et défis de Taiwan

(étude de veille marketing faite en interne par Huron, juin 2005)

L'essence de cette thèse provient d'une mission de recherche action menée depuis janvier 2005 au sein d'une entreprise française, dans le cadre d'une thèse de convention industrielle de formation par la recherche (CIFRE) sous l'égide de l'agence nationale de recherche et de technologie (ANRT). La société est créatrice de machine outils et assemble des centres d'usinages et de fraisages grandes vitesses.

Pour des raisons stratégiques, l'entreprise française a mis en place une joint-venture avec une entreprise taïwanaise. Le partenariat a évolué depuis janvier 2003 sur des zones d'influences et d'interactions avec d'autres entreprises dans une logique d'entreprise étendue (Houé et al. 2005).

Nous avons suivi et construit (depuis septembre 2005) en temps réel le développement organisationnel des activités collaboratives ainsi que le développement de connaissances plus opérationnelles dans le cadre de ce partenariat de production de centres d'usinage à grande vitesse, précisément sur un produit de la gamme : un centre d'usinage 3 axes, figure 1.



Figure 1. Centre d'usinage 3 axes : KX10

Entre les deux partenaires, Huron et Leaderway, les flux matériels et immatériels ne sont pas unidirectionnels, mais entrecroisés. Les deux entreprises sont simultanément importatrices et exportatrices des mêmes types de produits. Au niveau stratégique, les deux entreprises présentent aussi des similitudes, chacune organise autour d'elle et de manière assez classique (de la veille marketing jusqu'aux sous-traitants) un réseau. Cette structure en réseau assure la circulation et la diffusion de l'information, permettant la coordination des activités et la

transmission rapide des instructions et des résultats. Mais si l'information est bien souvent transmise, cela ne veut en rien dire que cette dernière est culturellement assimilée. La transmission peut être très rationnelle et formalisée, l'assimilation reste tributaire de facteurs culturels et individuels qui restent en grande partie implicites. La mise en application par la pratique est incontestablement le meilleur verdict industriel pour vérifier la compréhension des messages. Dans notre cadre de travail, nous appellerons cette validation par la pratique « la légitimité culturelle » (Koenig et al. 2006), l'information ne devient efficace que lorsqu'elle est en conformité avec les références qu'un groupe (expert métier) estime légitimes. Cette légitimité est basée sur des représentations sociales que l'observateur considère normales. Elle porte à la fois sur des données explicites et sur des références implicites :

- données explicites : plan, critères de choix des composants de la nomenclature, normes et règles, paramètres des outils numériques de simulation, paramètres d'usinage matière, niveaux de précision,
- Implicite : savoirs tacites mis en œuvre dans les activités opérationnelles, critères esthétiques, méthodes non formelles d'interprétation de résultats (numérique ou/et dans la matière usinée), notion du temps, comportement des sous-ensembles fonctionnels.

Lorsqu'une firme tisse ce genre de partenariat avec une société étrangère, elle entre dans une relation interculturelle avec des compétences limitées. A la difficulté du transfert des connaissances s'ajoute la méconnaissance de la culture du partenaire ce qui rend la tâche de pilotage doublement délicate.

Dans ce contexte international actuel, où les acteurs industriels sont amenés à se développer sans cesse pour répondre aux exigences de rentabilité et de productivité, la joint-venture internationale apparaît comme une solution fréquemment adoptée et considérée comme adaptée aux stratégies d'internationalisation des entreprises.

Ce type de relations industrielles interculturelles rencontre pourtant de gros problèmes de performance, souligné il y a plus de vingt ans déjà par (Kogut 1988), puis dix années plus tard par (Kostova 1998). Ce problème reste entier aujourd'hui et il faut relever un nombre croissant d'échecs de partenariats à l'international pour trois raisons :

1. la différence entre les objectifs stratégiques
2. la différence entre les critères d'évaluation (on parle de légitimité culturelle)
3. la perte de contrôle sur une partie des activités générées

Les managers étrangers ont rencontrés les mêmes difficultés dans les joint-ventures internationales en Europe de l'Est (Barmeyer 2004), de même que dans les joint-ventures sino étrangères (Cyrineu Terra and Guimarães Weiss 2003). Même si l'on sait que la performance et l'apprentissage dépendent d'une communication claire et efficace sur les objectifs aux divers niveaux de l'organisation, les barrières au partage d'information ne sont pas toujours levées.

Il nous faut donc explorer les difficultés du partenariat interculturel. Nous allons dans ce chapitre mettre en évidence le fait que le contexte culturel a un impact fort sur le management ; nous analyserons comment se positionne la stratégie d'internationalisation dans ce contexte ; enfin, nous définirons la notion de joint-venture internationale (JVI) proprement dite.

Cette thèse ne s'affiche pas comme le récit de « success-stories » d'une JVI, mais propose une réflexion sur sa gestion ainsi qu'un éclairage sur le management de la qualité en phase de production dans ce cadre si particulier de production en JVI de centres d'usinages à grandes vitesses (UGV).

2- Problématique scientifique

Nous avons vu que l'objectif industriel consiste à organiser une réflexion continue sur la formalisation des connaissances opérationnelles afin de faire émerger des compétences métiers nécessaires à l'assemblage de centres d'usinage à grandes vitesses. Notre recherche nécessite donc le recours à une observation du terrain. Quatorze voyages ont été réalisés à Taiwan pour nous permettre de suivre notre recherche de l'appropriation des connaissances clés en local. Notre recherche réalisée dans le cadre de cette étude peut être rattachée aux recherches action si l'on s'en tient au sens strict de la classification proposée par (Ballay 2003), (Grundstein 2002) ou (Ermine 2000) c'est à dire: « prédisposer les acteurs au changement en mettant en œuvre des processus participatifs ».

Cette thèse explore deux éléments clefs du développement organisationnel: l'intégration des modes classiques de gestion de connaissances et la prise en compte de la dimension culturelle.

Il s'agit pour nous de contribuer à la construction du concept de performance culturelle ou plutôt de performance du culturel caractérisé par la capacité à appréhender de manière constructive l'activité industrielle dans ses dimensions culturelles. Cette thèse s'attache également à la pertinence de l'articulation entre connaissance et compétence à travers cette expérience de partenariat industriel interculturel.

2.1 - La production internationale

La question posée est la suivante : pourquoi les entreprises préfèrent-elles parfois, pour vendre à l'étranger, réaliser des investissements directs plutôt que d'exporter ou d'accorder des contrats de licence? En d'autres termes, il convient d'expliquer pourquoi l'investissement direct présente pour les entreprises des avantages compétitifs par rapport aux exportations et à la production sous licence.

L'élaboration d'une théorie de l'internalisation revient à (Hymer 1960), rebaptisée « théorie éclectique » dans sa forme actuelle, (Alcantara et al. 2006). Elle regroupe plusieurs approches théoriques (théorie de la firme, de l'organisation industrielle, les théories macro-économiques) et établit que l'existence et la croissance de la firme transnationale reposent sur trois conditions :

1. les avantages spécifiques [O] (ownership, specific advantages) - reliés à la théorie de la firme ;
2. les avantages de la localisation [L] - reliés aux théories macro-économiques.
3. les avantages de l'internalisation [I] - reliés à la théorie de l'organisation industrielle.

Dans ce contexte, la mise à profit des avantages compétitifs est plus importante à travers une production à l'étranger qu'au moyen d'une production domestique suivie d'exportations. Par conséquent, la firme devient transnationale lorsque la solution la plus profitable consiste à externaliser à l'étranger les activités basées sur ses avantages spécifiques. Les caractéristiques des marchés, des coûts de production, de la productivité et des politiques gouvernementales figurent parmi les principaux facteurs propres à influencer le choix de la localisation.

De manière schématique, cette théorie énonce que, sans imperfection de marché, il n'y aurait pas d'investissement direct puisque aucune des conditions ne serait remplie. Mais elle n'est pas suffisante : il faut que l'investissement direct soit aussi plus profitable que la production sous licence ou l'exportation.

En outre, ces avantages O-L-I (avantages spécifiques à la firme, de localisation et d'internalisation) sont évolutifs, interdépendants et conditionnés par la spécificité de la firme, du secteur d'activité et des pays concernés; par conséquent, ils sont à interpréter dans un contexte international dynamique et culturel.

2.2- La formalisation des Joint Venture (JV)

Le choix entre une formalisation contractuelle et/ou capitalistique est la première et sûrement la plus importante des décisions que les futurs partenaires ont à effectuer (Ohmae 1989), (Teece 1990). Ce choix de la formalisation détermine, entre autres, la structure organisationnelle, les processus opérationnels et les mécanismes de contrôle.

Ce choix doit être effectué en fonction d'un certain nombre d'impératifs propres à l'alliance : l'indépendance fondamentale des firmes et leur interdépendance ponctuelle, la nature des complémentarités (Johnson et al. 2001), l'étendue de la coopération, la facilitation de l'apprentissage de la relation, la prémunition contre les comportements opportunistes, voire les contraintes légales de politique économique (par exemple obligation de création d'une filiale) (Mohr 2006).

2.2.1- La formalisation capitalistique

La création d'une filiale commune conviendrait mieux aux coopérations complexes. La formation capitalistique (figure 2) est aussi considérée comme concourant à la réduction de l'opportunisme éventuel du partenaire. Celui-ci est impliqué financièrement dans une construction dont les dispositifs de gestion sont clairement définis par le top management des entreprises parents, les responsabilités précisément allouées et dont les modes de sortie sont plus contraignants (Contractor and Lorange 1988), (Meschi 2003).

Cependant, la réduction du risque relationnel opérée de la sorte est contrebalancée par un accroissement du risque de performance moindre, dû aux coûts de création et de gestion d'une nouvelle entité et par une augmentation du risque de dépréciation des actifs réels et financiers impliqués, due à des changements dans l'environnement de l'accord. Par ailleurs, ce type de configuration favoriserait l'apprentissage de l'un au détriment de l'autre (Kogut 1988). Le rapprochement entre les partenaires étant plus fort, les risques de fuite de savoirs et de savoir-faire sont accrus.

Enfin, la participation capitalistique est une dimension critique de cette configuration, elle peut se traduire par une symétrie de l'actionnariat ou par une asymétrie de répartition des droits de propriété.

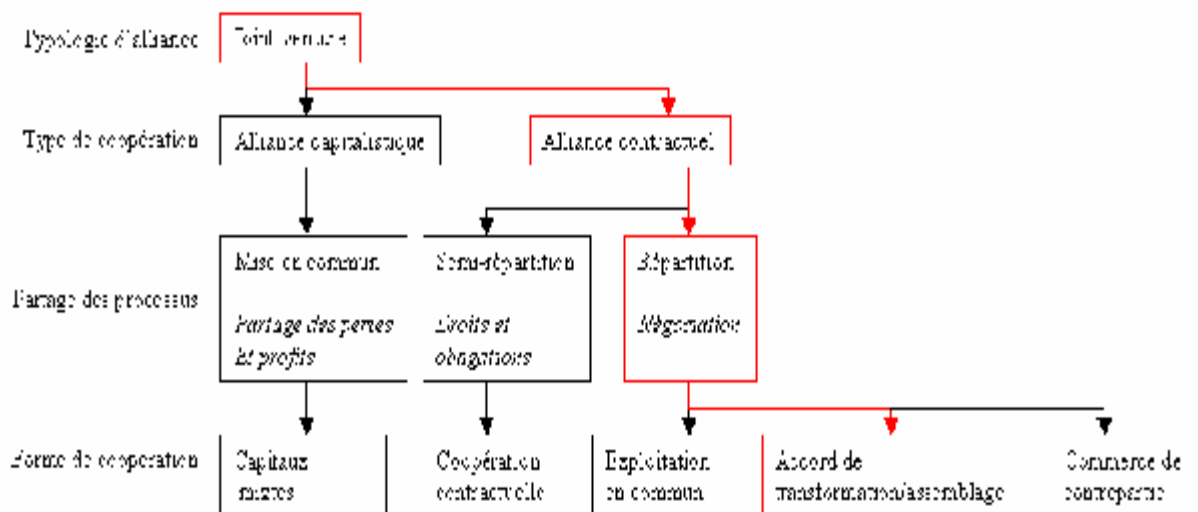


Figure 2. Les typologies de Joint-Ventures
(les balises en rouges = configuration industrielle d'étude)

2.2.2- La formalisation contractuelle

Une alliance contractuelle (figure 2) présente des caractéristiques inverses. Offrant a priori moins de garantie quant à la maîtrise de l'implication du partenaire, elle est moins contraignante. Sa conclusion et son ajustement aux changements sont plus faciles, ce qui explique que de tels arrangements se rencontrent plus fréquemment dans des secteurs à forte intensité technologique (cycle de vie du produit plus court).

Cependant, (Doz and Hamel 1998) ne partagent pas totalement cette approche : le contrat est inadapté lorsqu'il y a une forte intégration des tâches, une incertitude sur les résultats de la coopération et la nécessité de prises de décisions rapides.

Autre divergence partielle : les alliances contractuelles (ou se traduisant par une joint-venture dans laquelle la firme n'a qu'une participation minoritaire) exposerait à un risque fiduciaire, lié à la probabilité que le partenaire n'assume pas ses responsabilités ou s'approprie le savoir de l'autre pour son profit personnel, plus élevé que dans l'hypothèse d'une participation égalitaire (Lyles 1987).

Néanmoins, parce que plus flexibles, les alliances non capitalistiques sont plus à même de faciliter, entre les partenaires, la négociation et la collaboration au jour le jour : elles permettent davantage d'échanges d'informations et donc le développement d'un « langage » commun rapide et répétable (Osborn 1990).

Ainsi, le choix de la formalisation entre contrat et filiale commune n'oppose pas ces deux modes de façon radicale. Si l'un possède certaines des qualités qui sont les inconvénients de l'autre et réciproquement, il existe quelques interrogations, notamment sur les capacités adaptatives du contrat : est-il plus souple qu'une configuration capitalistique ou moins réactif, moins capable de gérer l'incertitude ?

Sans doute, s'agit-il de divergences qui s'expliquent par le fait que les auteurs n'observent pas la même chose (Muraidharan and Hamilton 1999), n'adoptent pas le même point de vue pour le moins.

3- La Joint Venture Internationale (JVI)

La JVI apparaît comme une structure assez bien adaptée à ces problématiques : nous allons dans cette partie définir la JVI, expliquer sur quels concepts elle s'appuie, quel degré de

formalisation elle revêt, et enfin, définir comment la notion de performance s'entend et se mesure.

3.1- Règles générales et définitions

Schématiquement nous pourrions résumer l'idée en une mise en commun des ressources des différents partenaires en favorisant l'exploitation des synergies et des complémentarités culturelles.

On peut identifier les objectifs suivants pour une JVI (Mohr 2006): financer des importations nécessaires à la croissance, proposer des matières premières, se faire connaître sur des marchés internationaux, proposer des produits semi-manufacturés, développer un circuit de distribution mondial, augmenter les canaux de distribution pour sa production locale, acquérir des technologies complémentaires, ou encore acquérir une indépendance technologique.

Autrement dit, l'investissement en JVI est motivé par 3 pôles majeurs (Moskalev and Swensen 2007) : la recherche de pénétration rapide d'un marché, la mise en œuvre d'une logique commerciale (bon moyen de réduire l'apport de capitaux propres en valorisant la technologie), et enfin réussir un transfert de technologie permettant la fabrication en local.

Malgré tout, il existe des contraintes légales à prendre en compte, telles que le contrôle du transfert de technologie, ou bien la nécessité, en R&D, de désintégrer par anneaux concentriques la conception du produit pour céder les technologies périphériques et rester compétitif.

Les auteurs s'accordent à dire que les JVI sont extrêmement difficiles à gérer (divergence d'intérêts, distance culturelle). A ce titre, (Beamish and Inkpen 1995) relevaient déjà un taux d'échec de 61%. En effet, les JVI ayant un très grand potentiel, elles rencontrent souvent des problèmes concernant leur performance, notamment dans la réalisation des objectifs stratégiques des firmes parentes, la raison principale étant la renonciation d'une partie du contrôle sur les activités de la JVI.

Pour l'Asie, la JVI représente souvent l'accession à de nouvelles technologies, l'utilisation de la marque commerciale occidentale et de son réseau de distribution. Le succès de la JVI repose sur le succès simultané de l'entreprise, du gouvernement et de la société.

Le manager asiatique est considéré comme le bon juge, il ne doit pas rendre de décision mais doit concilier les parties. Ce ne sont pas les liens officiels qui prévalent : il est nécessaire de forger des liens personnels forts car tout est négociable.

Pour les européens en revanche, c'est l'opportunité de percer un marché interdit par les législations locales en vigueur, et bénéficier d'une capacité de ressources « low cost » (humaines, matières premières, pièces de rechanges) pour son développement propre.

Nous voyons déjà un premier paradoxe apparaître car dans la nature même de la valeur du management il y a divergence : l'asiatique base son management sur les consensus, des décisions ouvertes, avec des risques majeurs. L'occidental, base son management sur les compétences, il prend davantage de décisions d'autorités, il manage sur l'expérience et le statut personnel (Covat and Pras 1993).

3.2- La configuration des JVI

(Philippart 2001) met en évidence, en s'appuyant sur une revue de la littérature très fournie (170 articles ou ouvrages), les problématiques contemporaines qui découlent de la gestion des alliances interentreprises et portent sur la constitution, le fonctionnement et la performance.

Il parle de « configuration des JVI », et identifie trois concepts majeurs dans l'analyse de ces structures : l'espace, le temps et la nature des apports effectués.

Concernant le concept « d'espace », il précise que l'espace de l'accord est constitué par son objet : sa zone géographique, les services des organisations impliquées, les lignes de produits, la technologie amenée ou développée. La précision de cet objet s'inscrit bien sûr dans l'énoncé de l'objectif visé par l'accord, celui-ci étant à distinguer des finalités poursuivies par chacun des partenaires, finalités qui doivent donc être conciliées.

Le « temps » de l'alliance est quant à lui fonction, en principe, de son objet et sera donc à durée déterminée. Mais la structure adoptée participe aussi à la détermination de ce temps. Une configuration capitalistique (constitution d'une filiale commune ou prise de participation) donne a priori à une alliance une durée de vie plus longue.

Enfin, la « nature des apports effectués » et les résultats escomptés doivent être explicités. Ainsi, qu'ils soient matériels ou immatériels, techniques ou financiers, il est impératif de veiller à la qualité des inputs du partenaire afin qu'ils ne soient pas inférieurs à ce qu'il est en

mesure d'amener. Les alliances en général se sont plutôt conclues entre firmes aux compétences complémentaires, mais au statut identique, et possédant une expérience en la matière. Ces apports représentent la garantie de l'engagement de chacun et la part de risque qu'il est prêt à supporter à priori dans l'aventure commune. Leur spécification contribue donc à la répartition claire et équivalente des risques (Salk and Brannen 2000). Quand ces inputs sont intangibles, leur appropriation sans contrepartie par l'autre peut s'avérer difficile à contrôler et nécessite de ce fait des parades qui, pour la plupart, dépendent du mode de structuration établi.

En conclusion, cette structuration doit ainsi répondre aux enjeux relatifs aux modalités de contrôle de l'alliance et du partenaire dans l'alliance, aux mécanismes d'évaluation du fonctionnement et des résultats de l'accord. Elle doit permettre de formaliser clairement la relation entre les partenaires en termes de résolution des conflits, de partage des responsabilités, de révision des engagements réciproques, de modalités de sortie ; mais également en termes de terminaison de l'accord, dont l'imprévision peut se révéler problématique, surtout en cas de disparition du partenaire ou de son infidélité, dans le cas où il conclurait ultérieurement un accord avec une autre firme. Elle traduit aussi la relation entre l'alliance (groupe) et les alliés (membres du groupe), et notamment le degré d'autonomie de la première vis-à-vis des seconds, en référence à un modèle de coopération plus ou moins entrepreneurial (Naulleau 1993).

4- Notions d'efficience et de performance des JVI

Une approche par la systémique (Melese 1995) nous autorise à modéliser simplement l'énergie totale de la JVI en la somme de l'énergie efficace (servant directement) et l'énergie de service (assurant le maintien et le rapport à l'environnement de la JVI). Son rendement serait donc égal au rapport de l'énergie utile sur l'énergie efficace.

La quantification de l'énergie efficace est plus aisée à apprécier que l'énergie de maintenabilité. Cette dernière étant principalement la reconstitution *ab initio* d'une organisation inspirée des deux cultures de la JVI dans des proportions difficiles à définir (référence) (Lu and Hebert 2005). La notion de rentabilité de la JVI repose essentiellement sur le calcul des coûts de l'énergie efficace.

4.1- L'efficience des JVI

Le management de la JVI repose sur les deux composantes, mais sur deux échelles différentes de lectures : le management de l'énergie efficace s'apparente d'avantage à des décisions stratégiques alors que le management de l'énergie de maintenabilité est plus tactique.

Cette énergie de maintenabilité repose sur les 4 points suivants :

- l'harmonisation des motivations et des rôles que chacun souhaite voir jouer à l'autre,
- la confiance réciproque stable (replacée dans une perspective temporelle),
- la répartition des contrôles de la JVI ,
- l'analyse du contexte organisationnel (interactions internes/externe à la JVI).

L'efficience de la JVI pourrait alors être définie par le rapport des réalisations sur l'énergie efficace engagée. Cette efficience se situe donc dans le cadre du fonctionnement quotidien de la JVI, et devrait pouvoir répondre à la question suivante : comment trouver des modalités de contrôles acceptables, à la fois dans leurs compréhensions et dans le sens à donner dans les applications correctives et sanctionnelles?

L'efficience et son suivi est tout à fait légitime et d'autant plus justifiée par le fort taux d'échec des accords de coopérations. (Bleeke and Ernst 1991) relèvent notamment un fort taux d'échecs dans les premières années. Mais ces chiffres doivent être considérés avec prudence comme le souligne (Blanchot 2006), car le succès ou l'échec de la JVI doivent être définis.

4.2- La performance des JVI

De manière générale, la Joint-Venture Internationale (JVI), forme sophistiquée de collaboration, a un taux d'échec très élevé quel que soit le régime économique en jeu. En effet (Inkpen and Beamish 1997), puis (Salk 2005) annoncent également un taux d'échec de 70% lors de coopérations interculturelles. Ces résultats doivent toutefois être utilisés avec prudence sachant que la définition des collaborations est loin d'être univoque car la mesure de la performance de l'alliance peut être considérée comme un succès sur une dimension et un échec sur une autre. En somme, bien que les relations industrielles interculturelles rencontrent de gros problèmes de performance, les JVI ont indéniablement de grands potentiels (Lu and Beamish 2006).

Le problème de la pérennité des JVI reste entier aujourd'hui et nous continuons de relever un nombre croissant d'échecs de partenariat à l'international pour différentes raisons :

- la différence entre les objectifs stratégiques des partenaires;
- la différence entre les critères d'évaluation des partenaires (cet aspect repose sur une forme précise de légitimité de contrôle) ;
- la perte de contrôle sur une partie des activités générées par chacun des partenaires.

L'une des raisons les plus fréquemment citées est le partage des droits de propriété et des décisions dans la joint-venture ; chaque partenaire devant renoncer à une partie du contrôle sur les activités de la joint-venture. Dès lors, exercer une coordination partagée et efficace de certaines ou de toutes les activités de la joint-venture internationale peut aider à augmenter la probabilité de parvenir à un comportement ou à des résultats souhaités.

Dans un contexte d'économie asiatique en transition où cohabitent des institutions et des valeurs de l'ancienne époque d'économie planifiée et celles nouvelles de l'économie de marché, le mode de coordination dans les joint-ventures internationales est plus axé sur l'utilisation des mécanismes informels et des négociations politiques, que sur des procédures formelles classiques de types administratifs (Philippart 2001). C'est pourquoi, la gestion des ressources (réservoirs de connaissances, compétences et leur orchestration) devient essentielle pour une entreprise partenaire afin d'avoir une influence effective sur les opérations de la joint-venture internationale.

En dehors des mécanismes de contrôle et de coordination formels et traditionnels, tels que la position majoritaire en apport de capitaux ou le fait d'avoir des représentants en Conseil d'Administration, les pratiques de gestion des ressources humaines représentent aussi des mécanismes potentiellement valables pour exercer le contrôle et la coordination dans les joint-ventures internationales. Par rapport à la structure finale du système de coordination dans une joint-venture internationale, les mécanismes de coordination basés sur les ressources humaines sont souvent les facteurs clés pour déterminer l'efficacité de tout le système.

Pour (Albrecht et al. 1996), une joint-venture internationale réussie doit non seulement développer ses ressources humaines pour les adapter à leurs stratégies commerciales, mais encore développer des stratégies coopératives nécessaires à assurer la performance de la joint-venture dans le long terme. A ce titre, la culture organisationnelle est l'une des variables les

plus souvent citées et prises en compte en recherche sur les organisations (Barney 1986). Dans les joint-ventures internationales où la coopération entre de multiples parties est nécessaire, la culture d'entreprise devient de plus en plus un objectif organisationnel fortement associé à la performance économique de la firme.

5- Le Management interculturel

Il est de coutume de dire que l'Europe et l'Asie sont deux cultures globalement très différentes : nous allons dans ce chapitre analyser ces différences, sous l'angle de management interculturel et des systèmes de production industriels. Nous aborderons également les notions de management interculturel.

Dans un premier temps, en ce qui concerne la notion « d'ambiance », le management asiatique se base sur des décisions qui émergent collectivement, ce qui, en général, est perçu par l'occidental comme très désorganisé (coordination non explicite), débouchant sur des consensus et des compromis (au sens négatif des termes). En Europe, un bon juge est celui qui arrive à prendre une décision équitable. En Asie, un bon juge est celui qui, sans user d'autorité, arrive à faire réconcilier les deux parties (Chieng and Julien 2006).

L'importance de la confiance s'oppose ici à celle de contrat : les Asiatiques n'aiment pas conceptualiser les situations, l'équilibre est favorisé par l'ambiguïté et l'ambiance. Les occidentaux font d'avantage appel à la mise en situation et au respect du débat.

Une autre différence fondamentale repose sur la définition des responsabilités : stratégie de négociation intégrative (tenter de maximiser le résultat global) pour l'Asie, en revanche en Europe il s'agit de stratégies plus distributives (résolution de problèmes, formalisation de procédures...) et centrées sur les performances individuelles.

Nous ne sommes plus dans l'adaptation mais dans la révolution paradigmatique : le management asiatique contrôle le réseau par touches légères et concentre son action à gérer les interfaces.

5.1 - Le management interculturel et ses complexités

Si l'on penche sur la notion de « légitimité culturelle », on peut en donner la définition suivante : ensemble cohérent de pensées plus ou moins formalisées et partagées par une

pluralité de personnes, servant de manière pratique et symbolique à constituer un référentiel distinct (Löning 1999).

Dans ce cadre, le management d'une alliance repose sur une difficulté essentielle : il met en présence des firmes autonomes, gardant leur propre réalité stratégique, mais qui vont, dans une interface plus ou moins étendue, être en situation d'interdépendance : (Lorange and Roos 1991) affirment même que plus cette interdépendance est élevée, plus l'alliance est irréversible.

Deux sortes de complexités sont à distinguer : celle de l'objet de l'alliance et celle de son organisation.

La première est la résultante d'un certain nombre de déterminants : l'étendue des activités de l'alliance (ses objectifs, le nombre de fonctions impliquées, sa durée, le nombre de produits dans l'alliance, le nombre de marchés qu'elle dessert), l'incertitude de l'environnement (la demande globale, les préférences des clients, les actions des concurrents, les politiques publiques, les compétences des fournisseurs) et les ressources et compétences du partenaire (a-t-il celles dont l'alliance a besoin pour réussir ?)

La seconde est fonction de la nature et de la fréquence des interactions entre les partenaires, c'est-à-dire de leur nombre, de leur rôle respectif, du niveau de confiance entre eux et de la complexité de l'objet de l'accord.

En considérant la firme au travers de ses environnements, donc évoluant dans un écosystème dont l'appréhension est difficile, cette complexité induit un management paradoxal, puisqu'il est à la fois la cause et l'effet de la nature de l'environnement de la firme et de son interrelation avec une autre firme.

Par ailleurs, l'ambiguïté engendrée par la situation d'indépendance-interdépendance des firmes est génératrice d'instabilités puisque facteur de complexité supplémentaire.

A la lecture des études dans (Harrigan 1988), on peut conclure qu'un grand nombre d'alliances ont une durée de vie plutôt brève. Dans l'enquête menée par K. Harrigan, seules deux alliances sur cinq dépassent quatre années d'existence, 14% dépassent les dix ans. L'étude de (Kogut 1988) démontre par ailleurs que l'instabilité est très élevée dans les cinquième et sixième années de la constitution des joint-ventures, surtout dans les joint-

ventures internationales. Pour (Bleeke and Ernst 1991), 67% des accords examinés ont connu de graves difficultés dans les deux premières années de leur existence.

(Gacia Canal and Valdés Llaneza 2003), quant à lui, différencie la complexité organisationnelle (nombre de partenaires, nombre de fonctions impliquées). Les auteurs présentent surtout dans les alliances domestiques, de la complexité stratégique (besoin d'apprendre), caractéristique des alliances internationales, ce qui induit des problèmes de management et d'organisation de nature différente.

(Naulleau 1993) nuance ces résultats en se posant la question (jusque là non abordée par la littérature) de savoir quelle est la pertinence de la notion d'échec du management en la matière.

5.2 – Le management interculturel et ses instabilités

Si en règle générale, instabilité signifie mortalité de l'alliance, elle peut être entendue aussi comme qualifiant la nature de la relation entre les partenaires. Nous pouvons préciser que les joint-ventures internationales à management égalitaire sont plus difficiles à gérer que celles dans lesquelles un partenaire est dominant. Si le rapport de forces entre partenaires change, l'avenir de l'alliance est compromis.

C'est l'observation que (Beamish and Inkpen 1995) ont réalisée dans le cadre de joint-ventures internationales conclues entre une entreprise étrangère soucieuse de s'implanter sur un marché et une entreprise locale, maîtrisant les particularités du marché en question : lorsque l'entreprise étrangère acquiert une connaissance suffisante du marché local, la joint-venture est fragilisée.

L'instabilité est donc inscrite dans l'essence de la relation. Ainsi, pour (Doz and Hamel 1998), elle résulte de trois types de tensions internes, propres aux alliances, qui peuvent les conduire à la dissolution ou à la fusion-acquisition au profit de l'un des partenaires. Tout d'abord, la tension entre coopération et compétition ; ensuite, celle entre rigidité et flexibilité et enfin, celle entre une perspective de court terme et une perspective de long terme. De ce fait, la terminaison de l'alliance avant son terme est parfois prévue par les partenaires au travers de dispositifs statutaires de la filiale commune, les autorisant à se vendre mutuellement leurs parts s'ils le désirent.

L'actualité, aujourd'hui encore, fait le constat en ce qui concerne les " mariages tumultueux " dans l'industrie : l'instabilité de la relation permet de répondre d'une manière efficace à l'inconstance de l'environnement des firmes en question. L'instabilité peut donc avoir une vocation opératoire. Elle traduit les nécessaires changements et adaptations de l'accord, en réponse notamment aux variations de l'environnement, ajustements auxquels les alliances de complémentarité seraient plus sujettes que les alliances d'échelle.

Dans cette optique, (Lorange and Roos 1991) décrivent les joint-ventures comme des systèmes auto-organiseurs au sein desquels un certain degré de cohérence doit être nécessairement maintenu lors des réajustements à l'environnement.

Dans l'étude (Hagedoorn and Sadowski 1999) les alliances technologiques se transforment rarement en fusion ou acquisition. Pour les auteurs de l'étude, les joint-ventures doivent posséder des propriétés d'auto-organisation, afin de faire face aux turbulences de l'environnement.

Ainsi, la relation entre les partenaires exprime la recherche d'un équilibre dynamique. Cet équilibre permanent est la réponse aux différences d'intérêts : il caractérise les rapports entre des firmes aux attentes plurielles, partiellement divergentes, imparfaitement convergentes. Mais les divergences ne s'expriment pas que dans la relation entre les partenaires ; en effet, une alliance doit être capable d'évoluer au delà des attentes et des objectifs initiaux. Des divergences en termes de résultats et de processus entre ce qui se réalise et ce qui a été attendu induisent aussi bien des effets positifs que négatifs. Pour développer le potentiel de ces effets un management adapté est nécessaire.

Le management interculturel impose donc de comprendre les pratiques culturelles, mais uniquement celles qui n'ont de réalité que dans le système. Pour le manager, les questions quotidiennes sont nombreuses : comment intégrer des cultures très différentes ? Comment identifier les éléments culturels intervenant dans la situation interculturelle ? Comment situer les cultures par rapport aux stratégies ?

Derrière ces interrogations légitimes du décideur en situation de management interculturel, s'exerce un système fort permettant d'appréhender le développement à l'international, notamment sous l'angle du type du système productif choisi par l'organisation pour mener à bien sa stratégie : l'internationalisation.

Les caractéristiques de la gestion d'une alliance peuvent être résumées comme suit : la complexité induite de l'indépendance-interdépendance des partenaires, concourt à l'instabilité de l'accord. Ces caractéristiques imprègnent fortement les modalités de fonctionnement de l'alliance.

6- Conclusion

Une vision anthropologique de la notion d'interculturalité nous conduirait à définir la culture comme un ensemble de traits distinctifs caractérisant une société : le préfixe «inter» indique une mise en relation, mais également une prise en considération des interactions entre les entités. L'interculturalité porte sur une dimension symbolique plus que sur une réalité objective au sens de réalité observable et matérielle.

La formation à l'interculturel ne fait (à ce jour) pas encore partie systématiquement de la formation des responsables dans les entreprises. Pour autant, confrontés de plus en plus à la diversité culturelle des marchés économiques, les managers contemporains doivent composer avec des interfaces issues de contextes linguistiques et socioculturels différents. Ils apprennent en faisant plus qu'ils n'ont appris à travers leur formation académique.

Une approche un peu simpliste de la question mettrait l'accent sur la compétence linguistique comme une compétence clé. En fait elle n'est pas suffisante, car les structures formelles d'une langue ne sont qu'un des vecteurs possibles des échanges interculturels.

L'efficacité interculturelle pose de nombreux défis: ainsi, les industriels sollicitaient déjà dans les années 70 les chercheurs spécialisés en sciences de gestion et sciences humaines pour travailler sur l'élaboration de la notion de « management comparé ». Et si ces travaux ont sans doute permis de développer ce concept, ils se sont heurtés à deux limites majeures : d'une part, la difficulté de valider les concepts dans les cultures différentes, d'autre part, le fait que les données empiriques recueillies (par observation ou interaction) ne peuvent être interprétées comme naturelles ou évidentes.

Dans ce contexte, la notion d'efficacité interculturelle se caractérise par l'application du concept de « diligence culturelle raisonnable » à un double niveau : sur les connaissances individuelles mais également sur le niveau des systèmes de contrôles et management des processus.

Dans une optique d'analyse résolument tournée vers l'entreprise – et plus spécifiquement dans le cas de fusions-acquisitions – la prise en compte de la gestion des connaissances dans ce type d'opérations est primordiale pour la réussite de celles-ci. Comment gérer l'opération de fusion (mais également post-fusion) d'un point de vue « management des connaissances », en vue de les préserver, les transmettre, les « adapter » pour développer de nouvelles compétences ?

Car l'objectif est bien de prendre en compte l'ensemble des facettes de la connaissance (facettes individuelles ou organisationnelles, déclaratives, procédurales ou de jugement) présentes au sein des deux structures concernées par la fusion-acquisition. En somme, qu'elles soient déclaratives, procédurales ou dites « de jugement », les connaissances forment une mémoire organisationnelle qu'il convient d'intégrer (Sargis Roussel 2004).

La multiplicité des concepts utilisés lorsque l'on parle de connaissance fait qu'il est impossible – en tout cas illusoire – de ne donner qu'une seule définition à la notion. Chaque définition ne représente qu'une facette du prisme, présentant ou non la possibilité de faire des recouvrements pertinents. Dans le chapitre suivant, nous nous attacherons donc, à présenter les grandes caractéristiques de la connaissance. En second lieu, nous montrerons comment s'exercent les phénomènes de création, capitalisation et gestion des connaissances ; avant d'analyser comment et sous quelles conditions les transferts de connaissances peuvent/doivent s'opérer.

CHAPITRE 2 : LA CONNAISSANCE ET SES TRANSFERTS

Porté à l'échelle internationale, précisément dans le cadre de joint-venture générant des échanges interculturels incontournables, il est impératif pour des fusions réussies d'avoir une reconnaissance du savoir de chacun des partenaires. La connaissance devient un actif ou un bien marchand, échangeable au même titre qu'un autre. Pour illustrer notre propos, une étude du Commissariat Général au Plan en 2002 montre que le management des connaissances lors d'opérations de Joint Venture Internationale doit s'inscrire dans une logique socio-culturelle. Le partage des connaissances devrait être facilité dans ce type d'opérations économiques, et même servir de socle au processus global. Or, il apparaît souvent que les fusions-acquisitions, au lieu de déboucher sur les synergies espérées, engendrent en fait des organisations hybrides, où procédures, savoirs et savoir-faire se retrouvent altérés, car décontextualisés par l'interculturel (Brew and Cairns 2004). Au-delà des résultats « au cas par cas », il faut souligner que le management des connaissances doit être une préoccupation première au cours d'un processus de fusion-acquisition. Les dépositaires de la connaissance sont multiples, d'origines ou de natures différentes ce qui complique le management des connaissances. Par conséquent, la confrontation de ces dépositaires est sans doute l'élément à prendre en compte pour la réussite de la fusion (Stella Ting-Toomey 1998),(Rau et al. 2004), (Barmeyer 2004).

1. Analyse préalable

Un travail préliminaire par analyse systémique semble nécessaire pour définir la notion de connaissance.

Selon (Morin 1977), « on peut concevoir le système comme une unité globale organisée d'interrelations entre éléments, actions ou individus ». Cela pose le système comme une entité « agentive », un système intelligible dans lequel le sujet peut agir, et qui entretient avec son environnement de multiples interactions.

L'organisation, au sens systémique, présente un triple caractère décrit par (Melese 1995) :

- Le principe d'intentionnalité qui fait que le système ne peut exister que par rapport à un acteur individuel ou collectif ayant sur celui-ci une intention précise ; ce principe repose sur une construction intellectuelle supposée simple et permettant à un acteur de comprendre ou contrôler (et donc de mieux s'approprier une connaissance) ;

- Le principe de facettisation qui prend en compte le fait que le point de vue de l'individu fera varier la perception d'une connaissance ou d'une compétence;
- Le principe de récursivité qui oblige l'utilisateur du système à faire référence à ce qui fait l'objet de sa démarche, et donc à décrire un processus dépendant de données en faisant appel à ce même processus sur d'autres données plus «simples».

Il apparaît que définir les notions de connaissances et de compétences de façon isolée serait une erreur : en effet, selon les canons culturels considérés (domaines scientifiques, domaines industriels...), les représentations de ces notions apparaîtront comme différentes, ou tout du moins les définitions pourront revêtir des spécificités selon les champs disciplinaires abordés.

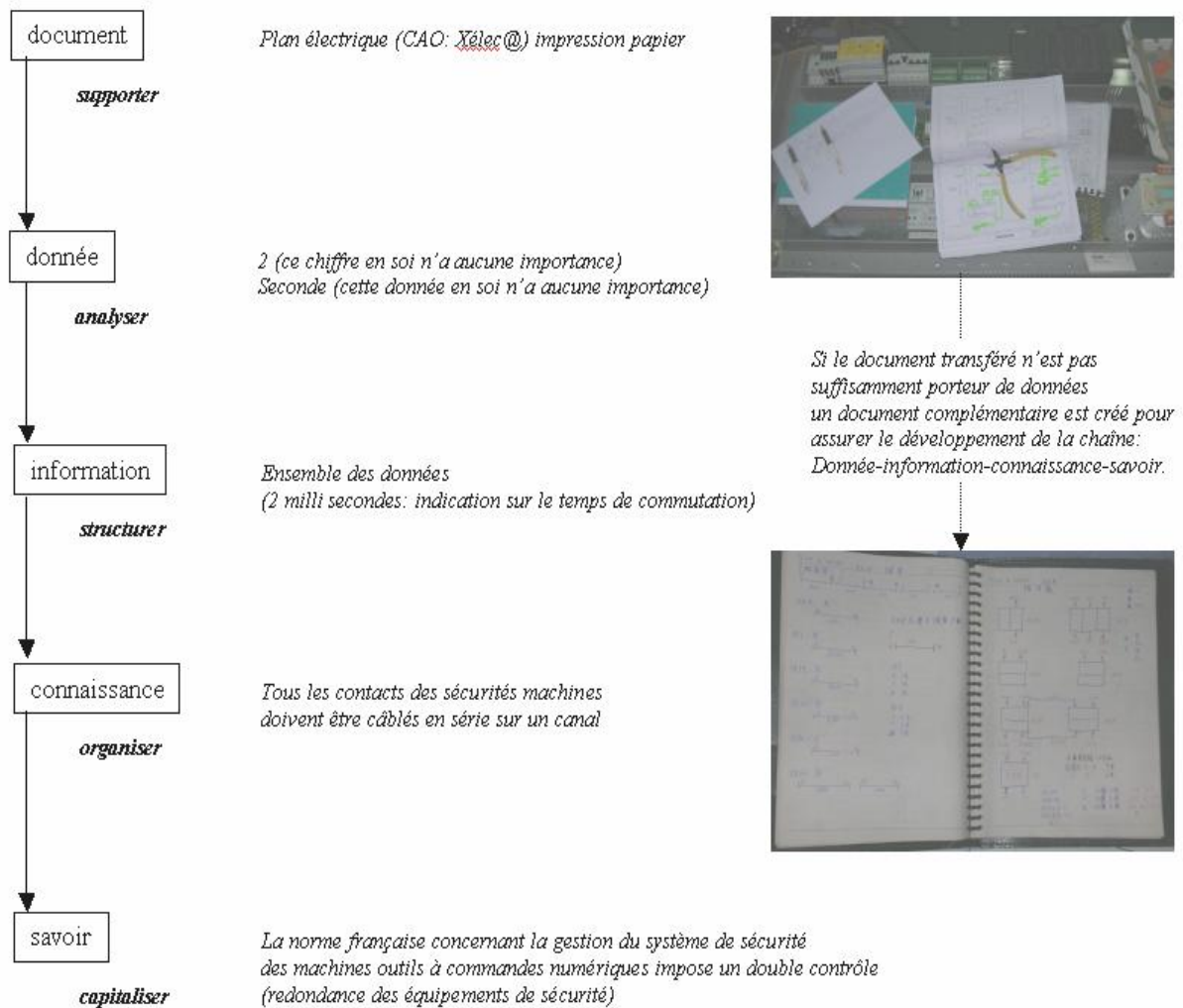
Avant d'aborder les différentes interprétations de la notion de connaissance, il convient de rappeler les concepts de *donnée* et *information*, utiles à la compréhension du concept de connaissance.

1.1 – Donnée, information et connaissance

Les données sont définies usuellement comme étant « l'ensemble des observations et des résultats de tests d'après lesquels on peut entreprendre le travail d'interprétation » : elles représentent des entrées à un processus d'interprétation (Moigne 1998), et peuvent être considérées comme des faits discrets et objectifs résultant d'une acquisition et pouvant être qualitatives ou quantitatives (Tissot 2005).

L'information, quant à elle, apparaît comme l'ensemble des données élémentaires visant l'acquisition de connaissances par un sujet. (Isaac and Josserand 2002) complètent cette approche en posant l'information comme étant l'interprétation des données, ce que (Merlo and Girard 2004) ne contestent d'ailleurs pas puisqu'ils traitent le concept d'information comme la collection de données organisées pour former un message spécifique.

Ainsi, la connaissance apparaît à la fois relationnelle et contextualisée, résultant d'un processus humain de justification de la croyance personnelle en une vérité (Nonaka 1994) ; la connaissance est l'information apprise, incorporée dans les ressources de raisonnement d'un individu (Hatchuel et al. 2002). Ces auteurs ont d'ailleurs démontré la relation forte entre ces 3 notions, nous en illustrons un exemple industriel, figure 3.



*Figure 3. Relation entre document, donnée, information et connaissances,
Illustration par un cas pratique : la gestion des sécurités machines outils.*

(Dudezert 2003) quant à elle définit une donnée comme un fait nouveau, un renseignement, une connaissance résultant d'une observation : un élément perceptible distinctif. L'auteur place ainsi l'information comme l'élément principal de la connaissance : c'est la perception brute, non sujette à interprétation, par un individu d'une donnée en fonction de son contexte ou de sa finalité.

1.2 – Terminologie et définitions de la connaissance

Comme nous l'avons déjà noté, les définitions sont multiples, se croisent et parfois se recoupent, mais surtout dépendent du domaine dans lequel elles s'inscrivent.

La caractéristique clé de la connaissance réside dans le fait qu'une connaissance ne peut exister en dehors d'une personne. Elle s'inscrit dans une représentation cognitive, et donc ne peut être assimilée à une donnée brute (Bonjour and Renaud 2005).

Plusieurs théories cohabitent sur le sujet de la connaissance : dans l'une des approches majeures de la connaissance, (Nonaka and Takeuchi 1995) distinguent la connaissance tacite de la connaissance explicite, en précisant notamment que la connaissance tacite est une connaissance personnelle dont l'élément technique recouvre les savoir-faire concrets. (Grundstein 1996) pose la même distinction, et précise que les connaissances tacites sont constituées d'éléments immatériels, par opposition aux connaissances explicites dites « tangibles ». Les connaissances explicites sont celles que l'on peut exprimer avec des mots, alors que les connaissances tacites sont celles « difficilement exprimables quelle que soit la forme de langage ».

C'est là qu'interviennent les approches dites cognitives, où les auteurs insistent davantage sur les propriétés liées à l'individu : une connaissance est dite « propre à un individu », elle s'analyse par rapport à une activité et est reconstruite à chaque réutilisation. Un ensemble organisé de connaissances constitue un savoir. Et si en Génie Industriel, la différence entre connaissance et savoir n'est pas toujours identifiable, en sciences cognitives en revanche, les savoirs se distinguent des connaissances :

- les premières sont ainsi considérées comme des connaissances objectivées, formalisées et communicables donc admises et reconnues par une communauté scientifiques. Industriellement c'est le cas de l'ensemble des documents transférés au partenaire (des nomenclatures jusqu'aux plans d'assemblage 3D en passant par des modes opératoires illustrés.

- les seconds sont notamment des appropriations par un individu ou des appropriations d'apprentissage expérientiel.

(Bonjour and Renaud 2005) proposent une synthèse intéressante de ces définitions : la connaissance apparaît alors comme une structure cognitive qui permet d'interpréter les données provenant de l'extérieur et de mener un raisonnement dans une situation particulière et ce, en vue d'une prise de décision. Elle est stockée dans la mémoire des individus, et doit être reconstruite ou mobilisée à chaque réutilisation. C'est une structure que les auteurs qualifient de générique, et qui comporte des limites importantes, car elles ne représentent pas toute la réalité du monde environnant le sujet mais seulement un ensemble de variables pertinentes pour arriver à l'activité finalisée, c'est-à-dire à la prise de décision.

Si l'ensemble de ces définitions s'intéresse principalement au contenu de la connaissance, il apparaît également pertinent à ce stade de se faire une représentation de la structure cognitive et de son fonctionnement. C'est à dire analyser comment sont identifiées les connaissances. A ce titre, la notion de « cartographie des connaissances » prend tout son sens.

1.3 – La cartographie des connaissances

L'activité de cartographie de connaissances s'inscrit dans une logique de gestion des connaissances que nous développerons dans le point 2.3 : en effet, si selon (Ermine 2008), la gestion des connaissances apparaît comme la mise en place d'un système de gestion des flux d'informations qui permet à tous les composants de l'organisation d'utiliser et d'enrichir le patrimoine de connaissance, la cartographie des connaissances se positionne en amont et a pour but de mettre en valeur les connaissances critiques de l'entreprise. Ce qui suppose que l'on puisse parler de connaissances de l'entreprise au même titre que l'on parle de connaissances d'un individu. C'est à dire des informations finalisées nécessaires et utiles dans le traitement des problèmes.

Plus globalement, organiser les ressources cognitives de l'entreprise peut se faire de 3 manières distinctes : une approche procédurale, une approche fonctionnelle et enfin une approche conceptuelle (dite « par domaine ») qui correspond bien aux organisations, pour lesquels le système de connaissances est complexe.

Pour identifier un domaine de connaissances (i.e. le champ d'activité d'un ensemble de personnes pour lequel on peut regrouper de l'information utile), les modèles conceptuels identifient la connaissance dite « cœur de métier » (Castillo Navetty et al. 2003a) comme le point central autour duquel se développent des axes de connaissances concernant des

domaines transverses. La cartographie est la plupart du temps indépendante de la structure organisationnelle en cours, et peut se présenter sous diverses chartes graphiques, l'objectif du graphique restant une meilleure navigation au sein des concepts.

Une fois chaque domaine de connaissance identifié et cartographié, il est indispensable d'en mesurer le degré de criticité (figure 4), c'est-à-dire évaluer les risques/opportunités que présente le domaine pour l'entreprise. En règle générale, on distingue deux critères : d'une part les critères factuels, qui évaluent la nature même de la connaissance sans se préoccuper du contenu de celle-ci; d'autre part, des critères stratégiques qui décrivent l'adéquation des connaissances considérées aux missions et objectifs stratégiques de l'organisation.

Evaluer ces critères de criticité apparaît donc comme indispensable : pour cela, et sans rentrer dans les détails de calcul, il apparaît qu'à chaque critère est attribué une échelle d'évaluation et que chaque critère est noté par différents évaluateurs, une valeur étant ensuite calculée.

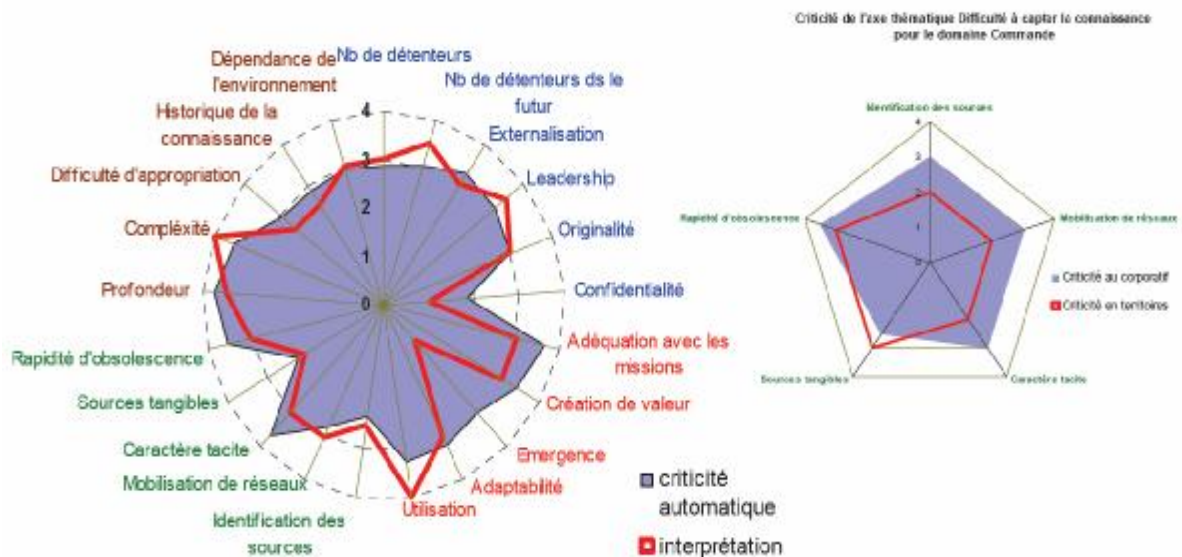


Figure 4. Evaluation par critères du patrimoine des connaissances,
(Benmahamed and Ermine 2006).

C'est à ce stade, et sous la forme de représentations graphiques soit statiques soit dynamiques, qu'interviennent les applications opérationnelles, outils informatisés de gestion de connaissances. Elles répondent aux besoins de mise en forme des données de plusieurs

domaines de connaissances, de représentation de la criticité de ces domaines et enfin de l'accès aux sources de connaissances liées au domaine.

Ainsi, toute démarche de cartographie (figure 5) peut être structurée, comme (Aubertin et al. 2003) :

- identifier les objectifs stratégiques de la cartographie (en tant qu'outil pour l'entreprise) et situer cette démarche par rapport aux autres démarches transverses menées par et dans l'organisation ;
- repérer les domaines de connaissances à partir des documents de référence : c'est une analyse dite « montante », que le modèle MASK (Benmahamed et al. 2005), (Ermine 2008) met en valeur en permettant la prise de recul ;
- construire la carte des domaines est l'étape suivante : il s'agit de la mise en forme de l'analyse, via un processus itératif, en vue de la rendre accessible ;

Naturellement apparaissent ensuite les critères de criticité qui doivent être élaborés, avant que ne soit réalisées leurs mises en œuvres.

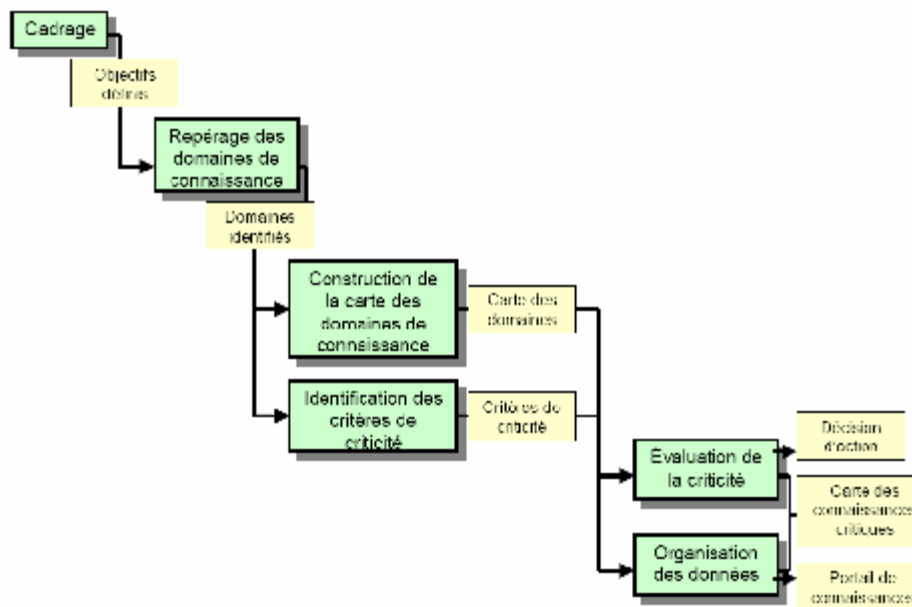


Figure 5. Démarche de cartographie des connaissances (Aubertin et al. 2003)

La cartographie des connaissances semble étroitement liée au développement des approches dites de gestion des connaissances : l'outil cartographique s'y révèle intéressant, véritable portail d'accès au capital des connaissances.

2. La Gestion des Connaissances, ou Knowledge Management (KM)

La complexité du sujet constaté sur notre terrain industriel se caractérise par la multiplicité des flux que l'on a relevé dans la JVI (structure décentralisée, séparations des activités). Au sein de la JVI les entreprises partenaires échangent autour d'une technologie commune : les centres d'usinages à grandes vitesses et leurs assemblages. L'éloignement géographique des sites de production et la différence culturelles des entreprises imposent des mécanismes d'échanges : les transferts de connaissances. Nous les caractériserons de conversion de connaissance, la culture de l'émetteur étant différente de celle du récepteur. Cette conversion débouche sur une forme limitée de création de connaissance (Nonaka 1994) :

- socialisation (de tacite à tacite, avec partage des expériences),
- extériorisation (de tacite à explicite, avec une formalisation des connaissances),
- combinaison (d'explicite à explicite, avec systématisation des concepts)
- intériorisation (d'explicite à tacite, avec appropriation)

Selon l'auteur, il faut prendre en compte le contexte organisationnel : ainsi, la création de connaissance organisationnelle doit être comprise en tant que « processus qui amplifie de façon organisationnelle les connaissances créés par les individus, et les cristallise en tant que parties d'un réseau de connaissances de l'organisation » ou sous forme de routines.

2.1 – Une tentative de modélisation par l'approche japonaise du Ba

(Nonaka and Takeuchi 1995) développent plusieurs modèles permettant d'appréhender le processus de création de connaissances organisationnelles (Figure 6). Un de ces modèles propose 5 phases de création de connaissances : le partage des connaissances tacites, la création de concepts (pour aboutir aux concepts explicites), la justification des concepts (guidée également par l'organisation), la construction d'un archétype (combinant

connaissances explicites nouvelles et existantes), et enfin l'extension de la connaissance (pouvant déclencher un nouveau cycle de création de connaissances).

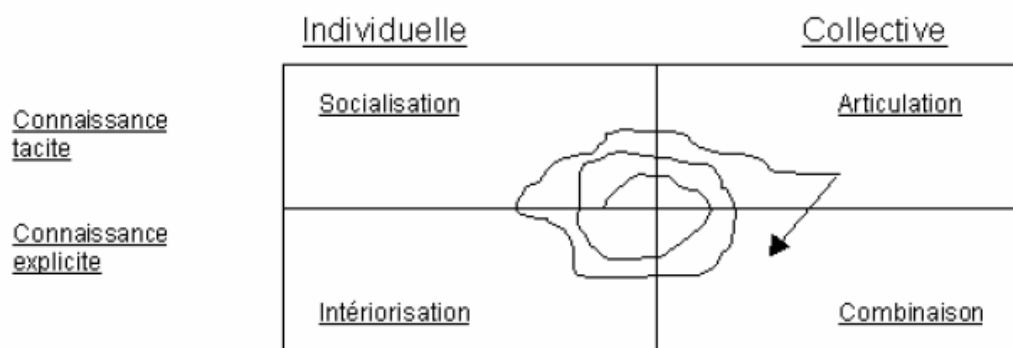


Figure 6. Typologies des mode de création de savoir,

(Nonaka and Takeuchi 1995).

Cette dynamique de création de connaissances organisationnelles engendre des résultats qui s'inscrivent dans le cadre de ce que l'on appelle la « gestion des connaissances ».

Ce concept est introduit en 1996 au Japon sous la dénomination de « Ba ». Le « ba » aborde la création de connaissance et la gestion du savoir en général sous l'angle de la notion de *communauté stratégique des connaissances*. Cette communauté stratégique des connaissances conjugue de manière créative : compétences, connaissances préalables explicites, ou encore savoirs tacites non formulés. Ainsi, la connaissance se crée selon un processus dynamique et ouvert, de manière collective et interactive et non individuelle, et ce au sein d'un espace où les avancées technologiques viennent optimiser les ressources humaines. Par rapport au concept occidental (Sanchez and Mahoney 1996) de Knowledge Management (orientée majoritairement vers les technologies de l'information), le « Ba » est une notion faisant large part à la réflexion philosophique, ce qui en rend son explication sans doute un peu plus complexe, car mêlant traditions ancestrales et contraintes économiques modernes.

Un « Ba » est un niveau de conscience collective, en perpétuel développement, avec des interactions permanentes tant entre les membres qui le composent qu'avec l'environnement, et davantage en situation interculturelle. (Nonaka and Konno 1998) complètent cette définition en expliquant que le « Ba » est un « espace partagé, une plate-forme qui intègre toute l'information requise » et permet « la création de connaissance ». Cet espace regroupe

d'une part des composantes tacites que l'on peut qualifier de dimension interindividuelle (et regroupant les émotions, expériences ou sentiments), et d'autre part une composante explicite (la dimension collective) comprenant les pratiques ou les process. Dans cette optique, le « Ba » fournit le contexte indispensable pour que les interactions entre ces deux composantes puissent s'exprimer dans les meilleures conditions, alliant extériorisation des connaissances tacites et intériorisation de celles explicites, et ce notamment par l'intermédiaire des technologies de l'information (Nonaka et al. 2000). En simplifiant, nous pourrions comparer le « Ba » à une représentation partagée, support à la création de connaissances qui permet notamment de rendre compte du travail collaboratif dans un collectif de travail.

En transposant cette analyse au monde de l'entreprise, on retrouve cette interaction créative entre les connaissances industrielles ou scientifiques, en d'autres termes : ce vers quoi il faut tendre pour satisfaire les attentes des utilisateurs. C'est de cette interaction que naît la connaissance d'entreprise, résultat de l'extériorisation des connaissances individuelles tacites, où l'intérêt individuel est dépassé au profit de l'intérêt collectif.

De cette relation dialectique se dégage un véritable processus de création de connaissance, dans lequel la combinaison des connaissances tacites et explicites aboutit à la création d'une connaissance opérationnelle propre à l'entreprise.

Le concept du « Ba » peut ainsi être considéré – dans un contexte culturel japonais - comme un moyen d'appréhender les conditions humaines, organisationnelles et relationnelles nécessaires à la création de connaissances au sein d'une organisation, et dans lequel vont s'insérer technologies de l'information et communication.

2.2 – La capitalisation des connaissances

Dans notre contexte économique et industriel de plus en plus complexe (mondialisation des marchés, impact des nouvelles technologies...), on peut observer deux réseaux de connaissances qui se complètent : un réseau formel qui s'appuie sur des connaissances dites « explicites » et qui s'inscrit dans le lien entre les différentes entités du système, et un réseau informel qui privilégie l'échange de connaissances dites « tacites » entre les membres des systèmes.

2.2.1 – Les bases de connaissances

L'individu doit faire face à des responsabilités accrues, et tend ainsi à passer d'un état d'acteur passif à un statut d'acteur-décideur, devant s'approprier les connaissances de l'entreprise. Les connaissances de l'entreprise sont les connaissances construites par les individus et qui sont nécessaires à son fonctionnement. Les seuls « savoir-faire » propres à chaque individu ne suffisent plus pour permettre à l'individu de se forger les compétences dont il aura besoin pour finaliser efficacement ses prises de décision. Il est entendu que l'individu possède d'autres connaissances qui existent au sein du système et de son environnement.

Selon (Barney 1990), sur un plan économique ou managérial, capitaliser des connaissances renvoie à la double notion d'individu et d'entreprise, où le premier s'inscrit spatialement et hiérarchiquement au sein du second, sans qu'il y ait obligatoirement un dispositif spécifique qui capte les connaissances échangées.(Grundstein 1996) explique que capitaliser les connaissances de l'entreprise pour traiter ses commandes revient à « 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 ». Ainsi, développer au sein de l'entreprise des systèmes à base de connaissances et modéliser ces dernières permettrait par exemple une meilleure compréhension des problèmes rencontrés mais également un renforcement des compétences. L'inter-culturalité « dope » d'ailleurs ce capital richesse, mais la littérature n'abonde pas sur ce sujet.

2.2.2 – Vers le concept de Gestion des Connaissances

Il apparaît clairement que capitaliser les connaissances demeure une problématique majeure et implicite pour toute entreprise.

A ce titre, (Grundstein 2002) met en avant 5 difficultés dans la réalisation efficiente de cette capitalisation :

- Comment repérer les connaissances cruciales (savoirs explicites et savoir-faire tacites) ?
- Comment préserver ces connaissances ?

- Comment valoriser ces connaissances ? (pour les rendre accessibles et en créer de nouvelles, permettant l'innovation – idée également développées par (Nishida 1990))
- Comment actualiser ces connaissances ?
- Comment gérer les interactions entre les 4 premières difficultés ?

Cette problématique se retrouve dans l'analyse du KM de (Hatchuel et al. 2002). Ces derniers attribuent dans un premier temps une finalité patrimoniale au concept de KM, et l'assimilent aux 4 premières difficultés mises en avant par (Grundstein 1996). En d'autres termes, pour manager efficacement un système de connaissances, il faut tenir compte des 4 variables citées précédemment, à savoir : l'acquisition, la préservation, la valorisation et l'actualisation des connaissances. Ils attribuent dans un second temps une finalité d'innovation durable et dynamique, qui elle, a trait à la connaissance organisationnelle présentée notamment par (Salgado 2000).

En découle une définition globale qui pose le Management des Connaissances comme une solution permettant de couvrir toutes les actions managériales visant à répondre à la problématique de capitalisation des connaissances dans son ensemble. Cette « fonction managériale » devra d'ailleurs intégrer l'ensemble des dimensions du système (économique, structurelle, socioculturelle et enfin technologique), et surtout appréhender au mieux les interactions entre ces dimensions.

2.3 – La gestion des connaissances

Citer l'ensemble des définitions relatives à ce concept serait sans doute long tant les auteurs sont prolixes sur ce sujet. Cela dit, on peut mettre en avant certaines visions du concept qui, si elles proviennent de différents auteurs, soit se recoupent, en tout cas se complètent.

2.3.1 – Définitions et théories

La gestion de connaissance, qui pour (Schulz and Jobe 1998) a « pour objectif de favoriser la croissance, la transmission et la conservation des connaissances dans une organisation », devient pour (Grundstein 1996) « le management des activités et processus destinés à amplifier l'utilisation et la création des connaissances, et ce dans un but patrimonial et d'innovation durable ». (Castillo Navetty et al. 2003a) abonde dans ce sens en précisant qu'il s'agit de la « gestion de l'organisation vers le renouvellement continu de la base de

connaissances ». Pour (Matta 2004), la gestion de connaissances offre un cadre où la technologie et les stratégies basées cognitives viennent se placer en complément des activités concentrées sur l'organisation.

De là se dégage naturellement un cycle de vie de la gestion de connaissance : que ce soit le modèle en 4 phases (de l'identification des connaissances à leur actualisation, en passant par la préservation/modélisation et la valorisation), en 5 phases (créer, capturer, organiser, donner accès et enfin permettre l'utilisation en reformulant), ou encore en 7 phases (identifier, collecter, organiser, disséminer, approprier, partager et créer). Toutes ces théories mettent l'accent sur l'identification, la restructuration et l'actualisation des connaissances dans ces cycles de vie.

Pour aller plus loin, certains travaux ont essayé de formaliser les connaissances sous la forme d'une mémoire d'entreprise, qui selon (Langfield-Smith and Smith 2003) est le « corps total des données, informations et connaissances obligatoires pour qu'une organisation puisse atteindre ses objectifs stratégiques ». C'est un « dépôt des connaissances en contexte », un « patrimoine pour l'entreprise » (Hatchuel et al. 2002).

(Ng et al. 2003) définit même un cycle de vie pour la gestion et la constitution d'une mémoire d'entreprise, dans lequel on retrouve évidemment les principales étapes d'un cycle de gestion des connaissances, à savoir : une mémoire métier (référentiels), une mémoire société (organisation), une mémoire individuelle (savoir-faire) et une mémoire de projet.

2.3.2 – Présentation des apports d'une méthode de capitalisation de connaissances : par la méthode M.A.S.K.

Il est souvent intéressant de rendre visible le capital de connaissances au sein d'une organisation. Pour cela, on peut s'interroger au préalable sur la nature des connaissances et sur le moyen de capter et de partager cette connaissance : répondre à ces questions permet de capitaliser stratégiquement les connaissances sur une partie du patrimoine. A ce titre, la méthode MASK (Méthode d'Analyse et de Structuration des Connaissances), fondée notamment sur les travaux (Ermine 2000) nous semble la plus pertinente. C'est une méthode préalable à la mise en place d'un système opérationnel de gestion des connaissances contenant des connaissances et des savoir-faire. Etape entre la « simple » analyse stratégique et une approche opérationnelle, cette méthode est fondée sur la modélisation des connaissances.

La méthode repose sur la prise en compte simultanée du contenu de la connaissance et de la nature de l'environnement. Elle s'appuie sur 2 fondements théoriques majeurs : d'une part les connaissances dans l'entreprise sont organisées comme un système à part entière, d'autre part, le système de connaissances de l'entreprise est structuré par le microscope de la connaissance, où la connaissance se perçoit à la fois comme un signe qui contient de l'information (analyse sémiotique) et comme un système global (analyse systémique). Ainsi, on peut identifier plusieurs modèles de connaissances (Tableau 2), tenant compte des caractéristiques de l'information, du contexte et du sens : un modèle général dit « de référence » (permettant de délimiter le système dans lequel on travaille), des modèles dits « de phénomène » et « d'activité » (permettant d'aborder l'activité), les modèles dits « de tâche » et « de concept » (décrivant comment les savoir-faire sont mis en œuvre au sein de l'organisation), et les modèles dits « d'historique » (qui éclairent sur comment se sont construits les connaissances).

Ces modèles permettent de donner des éléments de décisions aux « décideurs » (dans le cadre par exemple de projets soumis aux analyses économiques de type Retour Sur Investissement), et positionne la connaissance comme un concept dynamique, utilisé dans un contexte bien précis et comme étant le fruit des expériences produites (Castillo Navetty et al. 2003b).

Référence	Phénomène	Activité	Concept et tâches	Historique	Ligné
Etudes des flux cognitifs et des acteurs	Etudes par observation (purement qualitatif)	Modélisation des actions par analyse fonctionnelle	Catégorisation des connaissances en statique et dynamique	Etude comparative temporelle	Etude a posteriori (retour d'expériences)

Tableau 2. Typologies et modèles de connaissances

Les modèles proposés se croisent et se complètent : véritable cartographie des connaissances. Le modèle « de référence » permet d'identifier et de catégoriser les connaissances et flux cognitifs d'un système. Dans cette optique, on identifie donc d'une part comment sont transformés les flux intrants en flux sortants, et d'autre part quels sont les acteurs (agents

cognitifs) qui contribuent à l'enrichissement du patrimoine. Ces derniers peuvent prendre la forme de personnes physiques, de matériels mais aussi de sous systèmes spécifiques, à condition qu'ils soient porteurs de connaissances (Toukara et al. 2002).

Il est important de retenir, du point de vue de la connaissance, que le modèle de phénomène permet de déterminer les phénomènes qui sont à l'origine de la connaissance, et ce en procédant par identification des phénomènes généraux (Figure 7) qui sont à la base des savoirs. Ces processus sont décrits soit de manière quantitative soit de manière visuelle, et sont souvent le reflet d'observations qualitatives.



*Figure 7. Mise en contexte des connaissances indispensables
(processus visuel, cas pratique Leaderway)*

Une fois les connaissances « ressources » identifiées, une mise en contexte des connaissances est indispensable : c'est le modèle dit « d'activité », où l'activité du système qui produit ou utilise les connaissances est analysée, en décomposant en grandes phases le métier considéré. Cette analyse dite fonctionnelle permet donc de modéliser les activités de l'organisation au sein de laquelle s'exprime la connaissance.

Les modèles « de concept » et « de tâche » s'attachent à fournir un cadre qui explique le sens qui peut être donné à un ensemble de connaissances, en d'autres termes à déterminer la manière dont un individu (un expert) réalise son travail. Si le modèle de concept traite de la connaissance statique (où sont décrits les objets et concepts manipulés) et adopte une démarche cognitive naturelle de classification des concepts, le modèle de tâche décrit quant à

lui la connaissance dynamique, à la fois sous l'angle de la résolution de problèmes et celui de la manipulation de la connaissance statique (et ce en hiérarchisant les tâches à accomplir). Sous l'angle du modèle « d'historique », les systèmes de connaissances sont analysés, et l'analyse se porte sur l'identification des éléments à prendre en compte dans l'évolution. En d'autres termes, le modèle « d'historique » permet d'appréhender globalement les lignes directrices qui ont amené la connaissance à l'état perçu au moment de l'analyse. Les interactions se matérialisent par des liens d'influence et/ou des liens d'évolution, (Benmahamed et al. 2005).

Enfin, le modèle « de lignée » propose une lecture temporelle générale des concepts autours desquels s'est bâti le système de connaissances : c'est donc un outil de compréhension a posteriori.

3. Le transfert de connaissances

Deux phénomènes simultanés sont visibles : une évolution des systèmes informatiques, qui sont fondés davantage sur le traitement des connaissances (Minel et al. 2003) et une attention soutenue au concept de « gestion de connaissances » (Cowan et al. 2002). En conséquence, on a tendance à appréhender la gestion et le partage des connaissances au sein d'un système comme un phénomène « facile » et « naturel » (vision idéaliste), dont le vecteur unique serait l'outil électronique : ainsi, le « document électronique » tend à se substituer au « document papier ». Mais appréhender la notion de connaissance en terme « d'accessibilité » (papier versus électronique) est très réducteur : il faut s'interroger également sur la manière dont le transfert se déroule, et sur le(s) mode(s) d'appropriation de ces documents pour en faire des connaissances à proprement parler.

3.1 – Comment aller au-delà du simple transfert de documents

Les dispositifs permettent en fait les échanges entre les différents acteurs du système et représentent le lieu (symbolique) où les « entrées » (nouvelles connaissances) et les « sorties » (utilisation, appropriation, diffusion...) s'exercent, figure 8. L'écrit et l'oral cohabitent, permettant aux connaissances incluses dans les dispositifs de revêtir un double caractère « objectif et légitime », puisque formalisées et validées par les utilisateurs des dispositifs en question.

En tout état de cause, et lorsque l'on parle de transfert de connaissances via un dispositif, il serait dangereux de ne tenir compte que des aspects purement techniques. Selon (Ballay 2003), si la formalisation des connaissances (i.e. le passage des connaissances aux documents) s'observe de manière empirique, le passage des documents aux connaissances ne peut s'appréhender qu'en termes de déduction, puisque « les connaissances sont et restent dans la tête de ceux qui les possèdent » : en d'autres termes, l'utilisateur doit faire preuve d'un véritable travail cognitif, cette construction cognitive étant souvent différente entre les cultures.

Trois approches se dégagent pour appréhender la notion de capitalisation des connaissances et d'appropriation des documents du dispositif :

- une approche pragmatique, où les individus mettent en œuvre un processus d'évaluation pour déterminer s'ils doivent/peuvent ou non utiliser le document (que vais-je gagner à utiliser tel ou tel document ?) ;
- une approche pédagogique, où l'utilisateur met en œuvre différents processus d'apprentissage, en fonction des contenus et activités auxquels il est confronté (étant entendu que dans ce cas, le simple stockage de documents au sein d'un système d'information serait une erreur), et où de l'interactivité du système dépend la capacité de l'individu à réguler et auto contrôler son apprentissage ;
- l'approche cognitive qui met en œuvre deux processus : d'une part la nécessité de mettre en relation les connaissances pour augmenter l'expertise, et ce en utilisant notamment des interfaces adaptées, et d'autre part l'équilibre à trouver entre élaboration de connaissances dites « déclaratives » et de connaissances dites « procédurales ».

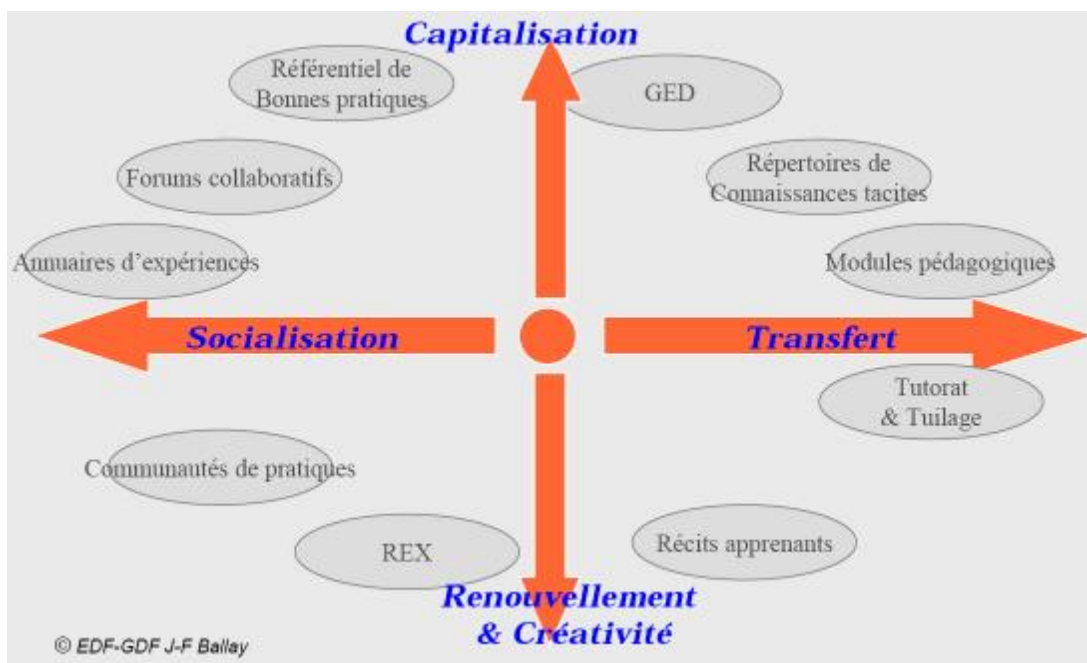


Figure 8. Le capital de connaissances (Ballay 2003)

Le passage des documents aux connaissances nécessite de la part de l'utilisateur (en tant que consommateur de connaissances) d'un dispositif de capitalisation des connaissances un travail substantiel : évaluation du dispositif, régulation de son apprentissage et élaboration des types de connaissances. Ces dernières se capitaliseront si les utilisateurs ont suffisamment en commun pour que l'élaboration du dispositif (conceptualisation, procéduralisation, liens...) soit possible sans un trop lourd travail cognitif. Il faudra dans le même temps qu'ils n'aient pas trop en commun pour que les connaissances créées soient effectivement nouvelles.

Au final, la mise en document des connaissances a cet avantage de rendre accessible à tous des informations importantes, mais présente dans le même temps le risque de dégrader ces connaissances. L'écrit reste le support principal dans le passage des connaissances vers les documents, mais cela oblige l'utilisateur dans son travail d'appropriation des connaissances à élaborer des procédures d'autant plus lourdes et complexes qu'il faut apporter une traduction linguistique supplémentaire pour le partenaire étranger. C'était le cas typique où les plans de fonderie des pièces de la MOCN ne se suffisaient pas à eux mêmes, un cahier des charge spécifique à dû être rédigé en complément des plans afin d'atteindre un niveau de connaissance plus profond.

3.2 – Transfert organisationnel de connaissances : tenants et aboutissants

La notion de transfert de connaissances a fait l'objet de nombreuses études et l'on peut noter différentes approches : en effet, si dans les années 80-90, les théories étaient d'abord axées sur le contenu (ce que les individus et le système doivent savoir), les théories plus récentes mettent d'abord l'accent sur la manière d'apprendre. Ces études peuvent être caractérisées d'études dites « organisationnelles », puisqu'elles appréhendent le système (en l'occurrence l'entreprise) comme un corps de connaissances. Ainsi, la connaissance revêt un caractère de « ressource stratégiquement importante » pouvant apporter un avantage compétitif durable (Lu and Beamish 2006).

Certains travaux vont plus loin en séparant, au sein des organisations, les connaissances qui augmentent le stock de connaissances dans l'entreprise (problématique de création de connaissances) des connaissances qui impliquent l'utilisation de ce stock (reproduction et intégration des connaissances). (Bennour 2004) met en évidence le caractère central du processus de transfert de connaissances.

La connaissance tacite s'acquiert par l'expérience et est donc délicate à formaliser ou à communiquer (Nonaka and Takeuchi 1995). Elle peut être détenue soit individuellement (savoir-faire, connaissance abstraite ou habitudes), soit collectivement lorsqu'il s'agit par exemple de la culture d'entreprise (Trompenaars 1993). La connaissance explicite se définit selon les mêmes distinctions (Kogut and Zander 1995) – (Li 2003)– (Ramasamy et al. 2005) :

- individuelle (connaissances et compétences facilement formalisables)
- collective (systèmes d'information notamment).

La connaissance explicite est beaucoup plus facile à codifier, donc à transférer de façon formelle. Il ressort de ces analyses le caractère hétérogène de la connaissance, à la fois dans sa nature et dans son type ; les classifications apparaissent ainsi nécessaires pour appréhender au mieux les différents savoirs, mais l'approche taxonomiste trouve ses limites dans le fait que les catégories conceptuelles sont loin d'être stables, ce qui est pourtant une des conditions indispensables pour qu'une réflexion formelle puisse être menée à bien. (Schulz and Jobe 1998) affirment même que les connaissances tacites et explicites se constituent mutuellement, les premières devenant sous-jacentes à toute connaissance explicite. Ainsi, un second courant de recherche procédera par analogies pour tenter de comprendre la nature de la connaissance

organisationnelle. (Schein 1992) développe l'idée que les individus construisent leurs actions à partir d'un système social d'actions jointes, où la conscience collective se constitue au fur et à mesure que les contributions individuelles interagissent entre elles. La connaissance individuelle est ainsi perçue comme le socle de la connaissance organisationnelle collective que (Morin et al. 1994) qualifient de « caractère social et émergent de la connaissance organisationnelle [...], ne pouvant se réduire à la somme des connaissances individuelles de l'organisation ».

On peut donc situer le concept de connaissance organisationnelle entre l'explicitation possible de toute connaissance et le caractère indissociable du tacite et de l'explicite. (Simonin 1999) nuancera cette distinction en amenant la notion « d'ambiguïté » et de « complexité » de la connaissance, en précisant que certaines connaissances sont si peu tacites qu'elles peuvent être transférées sans recourir obligatoirement à l'apprentissage ou à l'imitation.

Certes nous avons déjà expliqué au premier chapitre les différences entre les notions d'information et de connaissance, ainsi qu'entre connaissances tacites et explicites ; cependant, et dans l'optique du transfert de connaissances, certains auteurs apportent un complément significatif en posant comme pilier du transfert de connaissance le caractère « interactif et dynamique » de la connaissance et de l'interprétation qui peut en être faite.

Plusieurs théories cohabitent concernant le transfert de connaissance. Une analyse se dégage, tant par le fait qu'elle semble trouver un consensus certain au sein des auteurs que par le fait qu'elle ait été testée empiriquement. (Szulanski 2000) considère ainsi le transfert comme une transmission de message entre une source et un récepteur, et ce dans un contexte donné. Il distingue 4 phases de transfert :

- initialisation : le transfert commence dès lors que sont identifiés conjointement un besoin et une connaissance satisfaisant ce besoin (et c'est à ce moment là qu'est étudiée la faisabilité du transfert) ;
- adaptation : il s'agit ici d'adapter la connaissance transférée aux besoins anticipés du récepteur, de parer des problèmes déjà survenus lors de précédents transferts ou encore de préparer le récepteur à « accueillir » une nouvelle connaissance ;

- mise en place : cette phase débute lorsque le récepteur commence à utiliser la connaissance transférée (notons ici que le contrôle de cette phase peut être décalée dans le temps pour des questions de logistique) ;
- appropriation : ici, la connaissance est institutionnalisée, ce qui facilite la coordination des activités et rend plus facile la compréhension et la prévision des comportements.

Au-delà des 4 phases possibles lors du transfert de connaissance, chaque mécanisme de transfert semble présenter ses caractéristiques propres, et l'adéquation aux connaissances transférées facilitera ou ralentira les transferts. Une définition des mécanismes de transfert apparaît alors : il s'agit de mécanismes par lesquels les entreprises intègrent et exploitent les connaissances par delà les frontières géographiques et fonctionnelles de l'entreprise (Berthon 2001).

Pour (Schulz and Jobe 1998), le facteur premier d'efficacité dans la gestion des flux de connaissance est le fait de codifier cette connaissance préalablement au transfert. Cette théorie intègre le fait que toute codification a un coût (par exemple un transfert involontaire de connaissances). Si bien qu'au final, les coûts et bénéfices de toute codification dépendent de la nature de la connaissance à codifier, du contexte stratégique de l'entreprise et des formes de codification utilisées.

La codification peut en fait s'assimiler à la « préparation » de la connaissance aux mécanismes choisis pour la transférer. Mécanismes qui revêtent 3 formes de communication (personnelles, codifiées et entre individus), et dont le choix dépend souvent des caractéristiques de la connaissance transférée, de l'utilisation de cette connaissance au sein de l'entreprise et enfin du contexte organisationnel du transfert. (Zacklad 2000) propose d'ailleurs d'apprécier l'efficacité de ces mécanismes selon 4 critères majeurs :

- Quelle est leur capacité à transférer différents types de connaissances (tacites et explicites par exemple) ?
- Quel est leur influence d'action d'un point de vue communication ?
- Quel niveau de communication est-il possible de mettre en place suite au transfert ?
- Quel est leur degré de formalisme ?

Pour aller plus loin, (Inkpen and Beamish 1997) introduisent le concept de « similarité des contextes organisationnels » comme une variable impactant fortement la qualité des transferts de connaissance. En effet, il semble qu'il faille avant toute chose s'assurer de l'adaptation de la connaissance à transférer au nouveau contexte envisagé, car comme le souligne d'ailleurs (Inkpen and Li 1999), la connaissance détenue par les unités et la façon dont ils l'utilisent sont uniques. Par conséquent, plus les contextes seront différents et plus les risques d'imprévus seront élevés. La compatibilité des contextes organisationnels d'émission et de réception sur les dimensions stratégiques, environnementales, culturelles et technologiques apparaît comme la condition indispensable à tout transfert de connaissance réussi.

(Kogut and Zander 1995) voient dans la répétition de l'expérience une solution pour améliorer les résultats du transfert. Dans la définition première de la connaissance tacite (Polany 1966) illustre toute la difficulté à transférer une connaissance tacite. Cette dernière s'acquiert principalement au travers de l'expérience, elle implique :

- la capacité à gérer la complexité
- son enseignement (démonstration, pratique et feed-back)
- des interactions répétées entre individus, par nature « collective » car issue d'un apprentissage (dans le cadre industriel)
- une évolution en permanence (y compris lors de phases de transfert).

Néanmoins, certains auteurs pensent que si l'organisation y consacre suffisamment de ressources, alors on peut traduire sous forme explicite tout type de connaissance tacite (Schulz and Jobe 1998) dans un domaine limité.

Au final, le transfert de connaissances tacites ne peut se faire qu'à travers des mécanismes faisant intervenir des individus capables de vulgariser ces connaissances et de les transmettre (par imitation) à des néophytes (les receveurs) (Koenig et al. 2007), d'où un coût relativement élevé. (Nonaka 1994) expliquait qu'un transfert de connaissance nécessitait de nombreux échanges : c'est donc la relation entre deux unités organisationnelles et la symétrie de cette relation qui déterminent la qualité du transfert. A notre sens rien n'est prescrit dans la littérature contemporaine sur les moyens d'évaluation possibles.

De nombreux auteurs ont montré toute l'importance des relations entre émetteur et récepteur, en mettant en avant les points à considérer lors d'un transfert (Berthon 2001): facilité de communication, intimité de la relation, l'engagement, l'identification et la confiance des employés « récepteurs » envers ceux « émetteurs ». Certains abordent aussi la motivation du récepteur à adopter de nouvelles solutions, ou encore des inhibitions inhérentes à toute organisation. Dans tous les cas, les échanges productifs sont ceux depuis longtemps considérés comme « gagnant-gagnant ».

L'ensemble des contributions en la matière explique que la qualité de la relation « émetteur-récepteur » influe sur la réussite du transfert, et ce via des variables telles que la confiance et/ou la motivation, elles mêmes issues de la qualité des relations historiques entre organisations. Mais au-delà de la qualité de la relation, c'est son caractère symétrique qu'il faut considérer : rattaché à la notion de pouvoir dans l'entreprise, le transfert de connaissance est ici perçu comme un jeu de pouvoir entre les parties (Benmahamed and Ermine 2006).

Pour conclure sur le concept de transfert de connaissance, et dans un contexte économique privilégiant l'angle du management international, le transfert de connaissances intègre différentes connaissances : technologiques, marketing, financières ou encore informatiques.

D'un point de vue technologique, (Koenig 2006) suggère que le transfert de technologie à l'international permet à l'entreprise d'accumuler un stock de connaissances applicable par delà les frontières. En complément de cette approche, tout voyons la nécessité de posséder une « plate-forme organisationnelle de routines en locale » permettant la reproduction des routines et processus.

3.3 – Passerelle avec les compétences : l'intervention de la notion de Schème

La notion de compétence a été ponctuellement abordée dans notre propos, encore faut-il que nous puissions la rattacher à la notion de connaissance, et en montrer les interactions. Notre propos consiste ici à intégrer la notion de schème comme étant le chaînon permettant le lien entre connaissance et compétence (Bonjour and Renaud 2005).

Selon les domaines d'applications, le terme de compétence peut revêtir plusieurs significations, voire s'avérer ne pas être véritablement une notion capitale. Ainsi, ce concept est très peu utilisé en informatique. Dans le domaine plus industriel en revanche, (Grundstein 1996), définit la notion de compétence comme « l'aptitude des personnes à mettre en œuvre,

au-delà de leurs connaissances propres, les ressources, les savoirs et les savoir-faire constitutifs des connaissances de l'entreprise, et ce dans des conditions de travail données ».

S'agissant de l'entreprise plus spécifiquement, la littérature va plus loin en distinguant 3 types de compétences : la compétence individuelle (professionnelle), la compétence collective (celle d'une équipe) et la compétence organisationnelle (celle de l'entreprise au sens large). (Gardoni et al. 2005) explique que la notion de compétence est plutôt abordée par le terme de « savoir-faire » : il rejoint ici l'analyse qui place le savoir-faire comme une connaissance tacite, donc presque une compétence. En revanche, (Boucher et al. 2003) place le savoir-faire sur un niveau légèrement différent de celui de la compétence : le savoir-faire « rassemble des méthodes, des modes de raisonnement ou des modes d'actions non explicités a priori, et construits par un acteur pour résoudre des problèmes auxquels il est confronté lors de son activité ». Et c'est l'aptitude d'un acteur à mobiliser ces ressources immatérielles intériorisées qui déterminera sa compétence à répondre aux objectifs.

Plus globalement, les définitions de (Harzallah and Vernadat 2002) et de (Bonjour and Renaud 2005) se rejoignent, en ce sens que la compétence est analysée comme s'appuyant sur 3 principales ressources (savoir, savoir-faire et savoir-être), et comme étant une combinaison et une mise en œuvre de ces ressources hétérogènes pour aboutir à la production d'une performance reconnue. Ils appréhendent la compétence d'un point de vue externe (rattachée à un objectif) et interne (structurelle). Le concept de schème est mis en avant notamment par (Piaget 1975), qui estime que l'une des 3 principales ressources – en l'occurrence le savoir-être – correspond trop à un comportement et introduit donc cette notion de schème pour comprendre la dynamique d'une compétence. Selon les travaux de (Vergnaud 1998), « le schème est une organisation invariante de la conduite pour une classe donnée de situations ». Il est constitué principalement de règles d'action et d'invariants opératoires : les premières constituent des règles de conduite qui engendrent l'action, les seconds sont le cœur cognitif du schème puisque permettant de sélectionner et d'interpréter l'information.

Les règles d'action et les invariants opératoires peuvent être vus comme les connaissances tacites ou explicites : et c'est bien ce qui positionne le schème comme le concept permettant de comprendre l'articulation entre connaissances et compétences. Car si l'acquisition de connaissances est guidée par le développement de compétences et la résolution de problème,

la mise en situation permet à son tour de renforcer les compétences et de créer de nouvelles connaissances.

4- Conclusion

Pour conclure notre propos sur la notion de connaissance, et avant d'analyser plus précisément le concept de compétence qui en découle, il apparaît que la gestion des connaissances est un processus qui englobe aussi bien la capitalisation des connaissances que leur partage et leur appropriation. Plusieurs techniques de capitalisation ont été définies, qui héritent pour la plupart des méthodes d'ingénierie des connaissances. La phase d'appropriation nécessite une attention toute particulière, car de sa réussite va dépendre l'efficacité de l'apprentissage organisationnel et donc la performance de l'entreprise en partie.

Le terme de compétence pouvant s'utiliser de manière différente selon l'approche et le domaine considéré (compétence comme facteur d'amélioration de la productivité des entreprises dans un domaine industriel ou commercial, compétence comme capacité à organiser son activité dans le domaine cognitif...), la notion de schème apparaît d'abord en psychologie cognitive. Ainsi, (Piaget 1975) explique que la compétence acquise par un individu correspond à un jugement extérieur basé sur le succès d'activités antérieures, et représente l'assurance de résultats positifs lors de missions futures de même type. Le schème est une structure d'action répétable.

Industriellement ce chapitre sur la connaissance et son transfert fût nécessaire car c'est un réel pré-requis à la reproduction des connaissances ailleurs que dans l'organisation de l'entreprise HURON. Nous avons relevé que la connaissance transférée repose sur une information structurée et accessible. La gestion du transfert et de son flux doit être piloter pour que son utilisation en fonction des besoins des processus d'assemblage machine soit efficient. Le stock de connaissances Huron est le terreau au développement des macro-compétences du partenaire Leaderway en Asie.

Plus largement, l'articulation connaissance/compétence s'affirme comme un paramètre essentiel de la performance de la JVI.

CHAPITRE 3 : LA COMPETENCE INTERCULTURELLE ET SON MANAGEMENT

Le développement de ce chapitre se fera en quatre parties : tout d'abord, nous présenterons le concept de compétence interculturelle de manière générale, en en donnant les principales définitions et en expliquant comment elles peuvent être analysées. En second lieu, nous aborderons la notion d'apprentissage interculturel comme outil pour acquérir de nouvelles compétences. Puis nous étudierons plus spécifiquement les conditions de management des compétences interculturelles stratégiques sous l'angle des diverses approches stratégiques relatives à la firme . Enfin, nous terminerons notre propos par l'étude de la notion d'asymétrie et de schéma de transfert dans la mise en œuvre du transfert de compétences interculturelles.

1. La compétence interculturelle

La notion de compétence interculturelle inclut les dimensions collectives et organisationnelles de cette compétence. De manière générale, dans tout processus d'internationalisation, les entreprises sont confrontées dès le début aux différences culturelles ; ainsi, (Chevrier 1996) montre par l'exemple que la gestion d'équipes multiculturelles demeure une vraie problématique.

1.1 – Concept et définition

Avant toute chose, il convient de définir la notion de « culture » : il s'agit d'un système de significations appris et partagé par la majorité des membres d'un groupe. Ce système se base sur des valeurs et des normes (Hofstede 1994), mais également sur des postulats de base, idéologies ou visions du monde qui constituent le cœur de la culture (Trompenaars 1993).

Derrière le terme générique de compétence nous soulignons dès à présent qu'il s'agit en fait de compétences métier car nous le verrons plus loin que ce sont celles-ci qui permettent de remonter jusqu'au processus d'apprentissage qui nous intéresse pour notre application.

Dans une perspective organisationnelle, ces compétences pourraient générer une nouvelle forme de coordination : elles ne relèvent en effet ni de l'ajustement mutuel, ni de la supervision directe, ni de la standardisation des procédés, des résultats ou des qualifications (Mintzberg 1982).

Le réflexe dit « culturel » étant par définition inconscient et difficilement surmontable, il est néanmoins possible de s'approprier le système de normes d'une autre culture (Stella Ting-Toomey 1998). C'est ce que (Bartel-Radic 2001) appellera la compétence interculturelle, c'est-à-dire la capacité à comprendre des situations interculturelles et à s'y adapter. Au sein de cette compétence, l'auteur apporte une distinction majeure en introduisant deux volets principaux en tant que composants de cette compétence interculturelle :

-d'une part, la compétence culturelle (connaissance d'une culture et de ses valeurs, et capacité à s'y adapter)

-d'autre part, la compétence multiculturelle (compréhension de l'interaction interculturelle en général, sans connaissance précise de l'autre culture, et s'appuyant sur l'empathie et la tolérance).

Nous pouvons d'ailleurs nous interroger sur le niveau de tolérance dans le domaine de l'industrie).

Connaître les exigences culturelles de ses principaux partenaires, afin de pouvoir s'y adapter en partie, semble être une compétence fondamentale pour une entreprise internationale. La mise en œuvre de cette démarche fait appel aux compétences relationnelles. Ces dernières sont décrites dans (Atuahene-Gima et al. 2006) comme la capacité d'une entreprise à tisser et à entretenir un lien de quelque nature que ce soit avec un acteur clé de l'environnement ou de son réseau.

Ainsi, l'on comprend mieux que la compétence interculturelle puisse être considérée comme un élément ou une modalité de la compétence relationnelle. La compétence culturelle est perçue à la fois comme un facteur de réussite, et donc de performance à plus long terme, et comme un facteur de succès des relations internes dans une entreprise internationale.

Cependant, elle paraît parfois détenue par seulement quelques membres de l'organisation (les experts métier, par exemple), et c'est bien là toute la limite. Si elle n'est pas intégrée dans la stratégie, elle reste insuffisante. A ce titre, (Koenig and Wijk 1992) affirment qu'une organisation doit apprendre dans son ensemble. Cette théorie de l'apprentissage organisationnel est complétée par (Stewart 1994) qui insiste sur l'importance du lien entre apprentissage individuel et apprentissage collectif. On constate que la littérature est très abondante sur la notion de compétence interculturelle. Nous basons dans notre définition sur les études menées par (Bartel-Radic 2001), (Grundstein 2002). La compétence interculturelle

est la capacité de comprendre les spécificités d'une situation d'interaction interculturelle et de s'adapter à cette spécificité de manière à produire un comportement qui permet d'atteindre les objectifs poursuivis. Elle est favorisée par des traits de personnalité tels que l'empathie ou l'ouverture d'esprit (Carbonnel 2004) – (Merkens 2005), et peut s'acquérir au cours de processus d'apprentissages appelés apprentissages interculturels.

(Brew and Cairns 2004) s'appuie sur ces idées pour expliquer, dans le cadre de la recherche en management, que repérer les différences culturelles est primordial, car cela correspond à trois enjeux majeurs : la compréhension du marché, l'organisation du travail et la nécessité de comprendre, en fonction des cultures, les processus de décision.

La compétence interculturelle représente donc une compétence incontournable et première pour les sociétés internationales (Johnson et al. 2001) : pour autant, les actions destinées à « former » cette compétence interculturelle sont limitées, ce qui place les managers (les décisionnaires) devant un dilemme managérial : le pilotage local ou global.

1.2 – Diagnostic de la compétence interculturelle

Dans un contexte de coopérations inter - entreprises, le partage et la création de compétences interculturelles collectives se heurtent à de nombreuses difficultés qui complexifient leur gestion. Dans ce cadre, une des réponses pour gérer cette complexité consiste à développer une démarche de diagnostic visant à permettre la régulation des systèmes de compétences multi entreprises. L'objectif est de maîtriser le développement des compétences internes et externes des entreprises, de manière à pouvoir les relier explicitement à la gestion des performances et favoriser ainsi le pilotage.

Avant d'analyser plus précisément de quelle manière un diagnostic complet peut être mis en place, arrêtons nous quelques instants sur les travaux de (Boucher and Deslandres 2003) et (Boucher et al. 2003). En effet, les auteurs présentent la compétence comme étant l'aptitude d'un acteur à mobiliser de manière efficiente un certain nombre de ressources immatérielles intériorisées (connaissances) et de ressources de son environnement (outils par exemple).

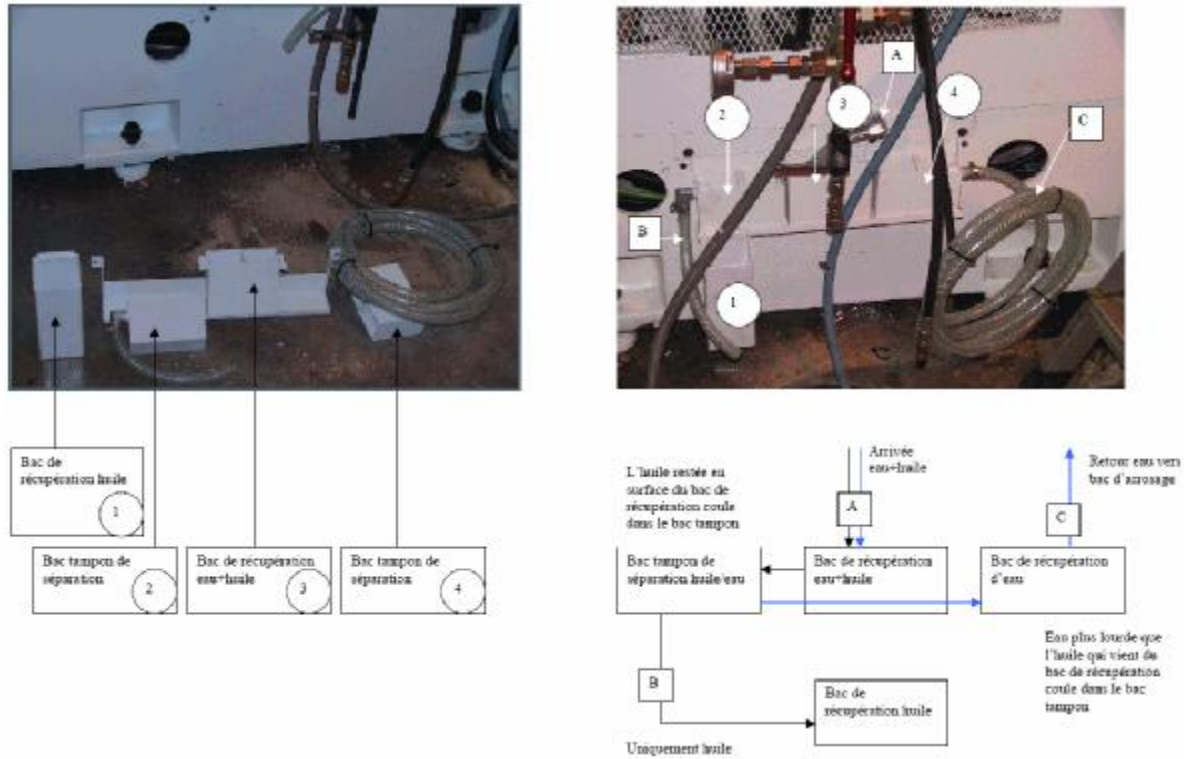


Figure 9. Mobilisation des connaissances vs ressources matériel, (Koenig 2006)

Nous illustrons notre propos par l'exemple de la figure 9 sur laquelle est présentée la solution mise en œuvre (sur la base des ressources matérielles dont disposait la partenaire asiatique). La gestion de la lubrification d'une machine outils à commandes numérique est une des clefs de voute en usinages grandes vitesses. Cette gestion de lubrification est automatisée, de la même manière le retraitement des huiles est assuré par un déshuileur. Dans la nomenclature de ce sous-ensemble fonctionnel nous y trouvons une référence d'un déshuileur (module autonome du fournisseur Vogel@). Nous voyons sur la figure que la fonction, bien que reposant sur un principe de physique relativement basique (l'huile flotte) la fonction déshuileur est composée de plusieurs éléments (tôleries et flexibles essentiellement). Ces éléments sont bien plus facile à réaliser en matière première et en confection à Taiwan. Ce remplacement de composants entraine plusieurs problèmes :

- Pour assurer le remplacement de ces pièces de tôlerie en SAV l'entreprise française à du faire appel à un nouveau fournisseur
- La qualité de traitement est insuffisante et la totalité de l'huile viciée n'est pas traitée
- Augmentation de la consommation de fluides

Nos partenaires Taïwanais en plus de n'avoir pu trouver d'équivalent produit en local, n'ont pas réussi à maîtriser l'intégration de ce déshuileur en fin de boucle du réseau de lubrification. Ce manque de compétences hydraulique en interne à été détourné au profit d'un système de déshuileur par décantation. Cet exemple relève bien l'importance de détecter rapidement le « stock » des compétences utiles du partenaire.

La réalisation d'un diagnostic des compétences comporte plusieurs phases. En premier lieu, une phase de cartographie, ou d'identification des compétences, destinée à rapprocher une vision stratégique et une description des compétences collectives (sous forme de « compétences opérationnelles »). Nous parlons ici de construire des référentiels génériques de compétences, plus précis qu'un référentiel général, mais surtout adaptés aux domaines d'activité de l'entreprise (et transposables culturellement).

La seconde phase consiste en une phase d'évaluation : il s'agit de mesurer l'interaction (Boucher and Burlat 2003) entre trois composantes essentielles de la compétence (les situations, les acteurs et les ressources), et ainsi estimer le potentiel de compétences disponible dans une entreprise, qualifié ici de « niveau de compétence théorique » (ce dernier étant ensuite complété par le niveau de compétence dit « opérationnel »). Dans la mesure du possible, il conviendra ici d'utiliser une méthode d'évaluation systématisée, basée sur des critères qualitatifs et quantitatifs, autorisant par la suite la mise en œuvre de mécanismes de régulation inter – entreprises.

La phase suivante est dite de « coopération » : c'est un plan d'action pour le développement collaboratif de compétences pour le déploiement de coopérations inter – entreprises.

Pour finir, la phase de pilotage vise à mettre en place un plan collectif de développement des compétences.

1.3 – Les trois niveaux de la compétence interculturelle

Au niveau individuel, la compétence interculturelle touche principalement les membres de l'entreprise en contact quotidien avec l'étranger et les dirigeants. Elle nécessite d'importants efforts d'apprentissages, notamment un niveau de la prise de conscience (première étape du processus d'apprentissage). Nous présentons les trois états sous jacents de la compétence interculturelle : individuel – collective – organisationnelle.

1.3.1 – La compétence interculturelle individuelle et collective

Partant du principe qu'il n'existe pas d'acteur collectif mais seulement des actions collectives, (Ducq et al. 2004), (Sonntag and Oget 2005) considèrent la compétence collective comme étant le chaînon manquant entre la stratégie (préoccupée par les compétences organisationnelles et stratégiques) et la gestion des ressources humaines (concernée par les compétences individuelles). Les compétences collectives sont intimement liées à l'action collective, et c'est dans la coopération entre individus (au sein de « communautés de pratiques ») que l'apprentissage collectif a le plus de chance de se réaliser (Stewart 1994). On retrouve d'ailleurs cette idée dans (Edouard 2003), pour qui les compétences collectives dépendraient en final des réseaux sociaux existant au sein de la firme, et entre la firme et son environnement.

Nous constatons de manière concrète, que des pôles de compétences restreints ont émergé dans certaines organisations : ce qui tendrait à montrer que c'est notamment la compétence multiculturelle que l'on pourrait/devoir qualifier de collective, dans la mesure où la compétence collective concernant le volet multiculturel de la compétence interculturelle est d'autant plus marquée que l'entreprise est en contact avec un nombre de pays important.

Le potentiel des pôles de compétences semble parfois marginal, soit parce que l'impact des rapports humains sur les affaires est sous estimé, soit parce le coût envisagé d'une structure correspondante apparaît trop élevé.

1.3.2 – La compétence interculturelle organisationnelle

Le modèle de (Adobor 2004) propose une lecture des liens entre les niveaux individuels et organisationnels de la compétence, et s'appuie sur le fait que la compétence individuelle et la structure de l'entreprise sont à la base de la compétence interculturelle organisationnelle. La compétence organisationnelle est composée de plusieurs strates :

- compétences organisationnelles locales, comprenant les individus et les technologies,
- compétences organisationnelles architecturales, qui fixent la structure de l'organisation
- compétences organisationnelles dynamiques, ou de processus, correspondant aux interactions entre entités individuelles).

Dans ce cadre, deux axes majeurs sont identifiés comme composantes de la compétence organisationnelle : un axe horizontal correspondant à la distinction classique entre compétences individuelles et organisationnelles. La compétence organisationnelle se base sur les compétences individuelles mais est supérieure à la somme de celles-ci. Le second axe est dit « vertical », et tient compte du fait que l'apprentissage individuel est lié au contexte dans lequel il a lieu, en mettant l'accent sur les possibilités d'intervention des managers. D'ailleurs, c'est l'émergente compétence multiculturelle des dirigeants qui entraîne la mise en place d'une structure garantissant la compétence interculturelle de l'entreprise.

Plus globalement, c'est la structure de l'entreprise qui influe sur le partage de connaissances et le développement d'une compétence interculturelle reconnue : ainsi, à titre d'exemple et bien que cela ne soit pas toujours vérifié, installer une filiale à l'étranger peut apparaître comme la garantie de compétence interculturelle vis-à-vis du client. On peut également penser que le choix d'une structure et d'un management décentralisé au niveau international, associé au choix d'une spécialisation du personnel directement en contact avec les clients étrangers, permettront d'initier les apprentissages interculturels, et ainsi d'assurer une compétence relationnelle.

La structure de l'organisation constitue finalement un relais clé de la compétence interculturelle, où différentes structures existent : une structure orientée « spécialisation des tâches », où seules les personnes inter-culturellement compétentes sont en contact avec les clients (via les filiales à l'étranger), diamétralement opposée à une structure, où tous les membres de l'entreprise peuvent être potentiellement en contact avec les filiales (généralisation des contacts interculturels provoquant de fortes possibilités d'apprentissage).

Au final, il semble que l'on puisse tirer la conclusion que ces deux conceptions sont liées à la variable « temps » : en partant de la première (spécialisation), c'est la seconde (généralisation) qui prend le relais au bout d'un certain temps. Cette perspective rejoint le modèle d'apprentissage organisationnel de (Langfield-Smith and Smith 2003), qui souligne qu'au départ, apprentissage individuel et apprentissage organisationnel sont souvent confondus.

2. L'apprentissage interculturel organisationnel

L'apprentissage stratégique est l'un des moyens pour une JVI d'avoir une meilleure position compétitive. En effet, il favorise le développement de nouvelles compétences qui seront difficilement imitables par la concurrence. (Kogut and Zander 1995) avancent même l'idée que l'apprentissage constitue l'une des principales motivations de création d'une coentreprise, puisque cette dernière permet l'acquisition de nouvelles connaissances, donc le développement de compétences stratégiques.

Il s'agit néanmoins d'une démarche difficile (distance institutionnelle, culturelle et géographique), et il n'est pas rare de constater de nombreux échecs dans la constitution de coentreprises (Lewis 1990).

2.1 - Vers une meilleure compréhension de l'apprentissage dans les organisations

Avant d'analyser comment les mécanismes d'apprentissage permettent de favoriser le développement de compétences, il est important de s'arrêter quelques instants sur la notion même d'apprentissage en tant que phénomène organisationnel.

A ce titre, la littérature est abondante sans pour autant qu'un consensus puisse se dégager entre les différents chercheurs, et ce pour deux raisons majeures : d'une part le caractère complexe et ambigu de l'apprentissage, qui reste un phénomène dynamique pouvant prendre des formes très variées (Miller 1996). D'autre part, l'origine académique des chercheurs, qui influence leur conception de ce phénomène, et où différentes approches cohabitent :

- psychologique (l'apprentissage permet la survie de l'organisation aux changements),
- économique (théorie où l'apprentissage permet de réduire les coûts et d'augmenter la productivité)
- organisationnelle (apprentissage comme réponse à un besoin d'ajustement de l'organisation à un stimulus externe)
- stratégique (moyen de développer des capacités dynamiques pour maintenir la compétitivité et l'innovation dans un environnement incertain – (Teece 1990) – (Dodgson 1993).

Notons dans cette optique que l'industrie aura bien sur besoin de chacune de ces définitions, ou tout du moins de leur synthèse.

Si le modèle de (Cyert and March 1963) ne montre pas le lien existant entre l'apprentissage individuel et l'apprentissage organisationnel (les auteurs expliquant « simplement » que les croyances des individus vis-à-vis de leurs organisations les conduisent à des actions individuelles en vue de résoudre ces problèmes), en revanche, (Argyris and Schön 1978) établissent une distinction entre les deux types d'apprentissage : c'est le partage des modèles mentaux entre les individus membres de l'organisation qui fait passer l'apprentissage du niveau individuel au niveau organisationnel, grâce à des interactions entre les individus (ainsi, les connaissances apprises individuellement s'inscrivent dans la mémoire organisationnelle par le biais d'encodage dans des routines partagées au sein de l'organisation. On peut ajouter que le transfert des apprentissages individuels dans les routines organisationnelles se traduit à travers les processus.

(Hedberg 1981) identifie quant à lui l'apprentissage de « groupe » comme étant le mécanisme de la passerelle, en d'autres termes le mécanisme charnière entre les deux types d'apprentissage.

L'empreinte, dans la mémoire organisationnelle, des valeurs et des comportements individuels appris, permet le lien entre les deux types d'apprentissage; idée que reprend (Ingham 1994) en expliquant que les connaissances individuelles deviennent le fruit d'une production collective et de ce fait constituent une connaissance organisationnelle intrinsèque et accessible à tout membre de l'organisation. Enfin, (Kim 1993) pose la limite suivante : « l'apprentissage organisationnel ne peut être ni imposé, ni diffus, ni ambigu ou occasionnel : il est impératif que les modèles mentaux et le système de communication soient suffisamment explicites au sein de l'organisation. ».

Industriellement nous illustrons ces connaissances individuelles vs production collective par la mise en place de retours d'expériences. Son principe est simple lors d'un montage machine sur la base de modes opératoires opérationnels tout écart relevé par un collaborateur doit faire l'objet d'une analyse par le bureau des méthodes (transposition R&D->Industrialisation). Une fois traité cet écart fera l'objet d'une implémentation et d'une diffusion à plus large spectre dans l'entreprise.

2.2 – Les mécanismes d'apprentissage : une dynamique indispensable aux coentreprises

L'organisation en soi joue un rôle important dans l'émergence de l'apprentissage interculturel et de la compétence culturelle qui se développe en parallèle : l'apprentissage y est facilité par des interactions répétées et soutenues (assez souvent par le biais d'outils technologiques virtuels), par une attention donnée aux individus (le « care »), mais également par l'existence de conflits au sein même de l'organisation, sources de déstructuration puis de restructuration, véritable moteur du changement.

Si l'organisation peut revêtir un caractère diversifié, il en est de même pour les cultures. Dans ce cadre, la diversité culturelle (de laquelle découlent les interactions culturelles) est perçue comme une ressource stratégique essentielle pour construire les compétences dynamiques (Distefano and Maznevskii 2000).

En réalité, la diversité culturelle aura un impact positif (sur le développement de compétences interculturelles) selon l'angle sous lequel la diversité est envisagée (Ely and Thomas 2001). Par exemple, la perspective « intégration et apprentissage » permet à la diversité d'avoir un impact positif sur la performance du groupe. Plusieurs conditions sont en fait mises en avant pour que la diversité culturelle engendre la performance et le développement des compétences : elles doivent être intégrées dans les processus et les méthodes de travail représentée à tous les niveaux hiérarchiques (nous en développerons une partie dans le chapitre expérimentation), « institutionnalisée ».

On vient de le voir, la diversité culturelle interne à l'organisation permet, sous certaines conditions, d'engendrer des apprentissages interculturels et par conséquent l'acquisition de compétences interculturelles : pour autant, quels sont les impacts de cette diversité sur l'apprentissage organisationnel ?

Un apprentissage interculturel en double boucle (Figure 10) a lieu lorsque la culture et les valeurs sur lesquelles elle se base sont modifiées (Klimecki and Probst 2002), lorsque les aspects de la culture qui concernent l'interaction avec l'environnement de l'organisation ont connu une évolution importante. Selon (Argyris and Schön 1978), l'acquisition d'une compétence interculturelle fait que l'organisation possède de nouvelles valeurs, marquées davantage par l'ouverture envers les différences. Finalement, (Hedberg 1981) qualifiera l'acquisition d'une compétence interculturelle de désapprentissage partiel de son propre

référentiel culturel. La signification même des situations a changé, ce qui correspond d'ailleurs à un apprentissage de niveau supérieur selon les termes de (Koenig and Wijk 1992), (Lorino 2003).

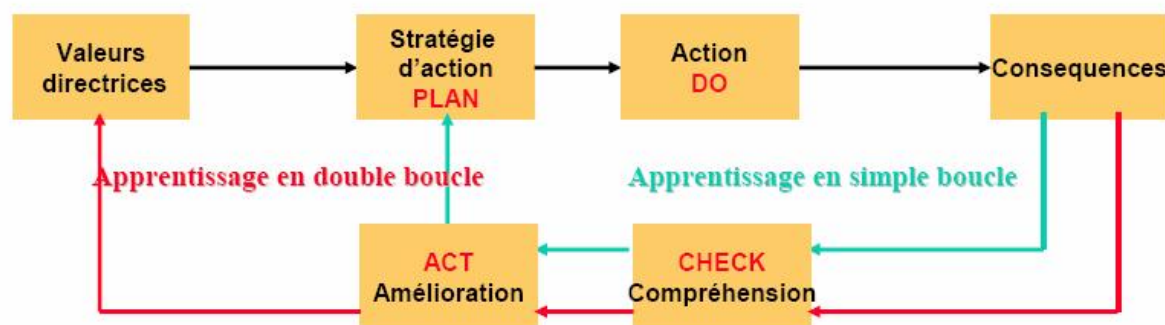


Figure10. L'apprentissage en simple boucle, (Argyris and Shön 2002)

L'apprentissage en double boucle est par nature un apprentissage, généralement assimilé à l'acquisition de connaissances explicites articulées ou en tout cas articulables : il est abordé comme une prise de conscience qui s'appuie sur des processus d'explicitation ou d'extériorisation (Nonaka 1994) et remet en question les principes qui guident les actions.

Ainsi, ce type d'apprentissage passerait par des dynamiques d'apprentissage collectives qui ont lieu au sein d'une communauté de pratiques (Chanal et al. 2006). « Seuls les individus apprennent » : cette idée, développée notamment dans les écrits de (Dodgson 1993), (Kim 1993) et sans réserve depuis déjà (Argyris and Schön 1978), renvoie au fait que les organisations ne pensent pas : l'apprentissage apparaît alors, à son niveau le plus fondamental, comme un processus cognitif individuel (Ingham 1994).

L'acquisition d'une compétence interculturelle est avant tout basée sur l'expérience individuelle : ceci tient notamment au caractère tacite de la compétence interculturelle. (Nelson 1991), (Schulz and Jobe 1998) ont largement insisté sur le caractère difficilement transposable des connaissances tacites, et il est souvent délicat, voire impossible, d'articuler les connaissances tacites de manière explicite. Leur caractère humain, personnel et privé est typique pour les connaissances tacites : c'est pourquoi leur apprentissage est particulièrement lié à l'expérience et à l'expérimentation par les individus, idée que (Barney 1986) développe en expliquant que l'apprentissage de connaissances tacites doit être local, contextuel et prolongé.

En allant plus loin, le socle des compétences interculturelles est profondément ancré dans les pratiques individuelles : par conséquent, les individus doivent compter sur leurs propres expériences et découvrir par eux-mêmes les connaissances pour mieux les assimiler. L'apprentissage par l'expérience reste à ce titre un processus fondamental pour l'apprentissage individuel (Cohen et al. 1991).

Enfin, et dans la lignée des travaux de (Maillet 1999), nous constatons que la compétence interculturelle ne se transmet pas : chaque acteur doit faire ses propres expériences et parcours d'apprentissage avant de l'acquérir. En revanche, ces apprentissages seront orientés, favorisés ou freinés par la culture d'entreprise.

En conclusion, l'acquisition de compétences interculturelles au sein d'une entreprise internationale apparaît comme un processus distribué, car largement appuyé sur les apprentissages individuels, processus facilité par la diversité culturelle interne à l'organisation.

2.3 – De l'apprentissage vers la compétence stratégique

Pour répondre aux sollicitations industrielles de cette thèse, nous retiendrons la définition suivante : *une compétence stratégique est une combinaison complexe d'habiletés qui sont spécifiques à l'entreprise, et qui lui permettent d'apporter de façon durable à des niches de marché une satisfaction meilleure à celle des concurrents.* Cette définition est fondée d'une part sur le fait que les compétences stratégiques s'appuient sur les activités clés des principales fonctions de l'entreprise (Snow and Hrebiniak 1980) et d'autre part sur le fait que les compétences stratégiques sont basées sur les ressources humaines (Hitt et al. 1982). Elle permet de mettre en avant les principales caractéristiques des compétences stratégiques : rareté, difficulté à imiter, transférer et substituer ((Barney 1986) – (Grant and King 1982)), ce que l'on peut qualifier d'opacité, d'utilité, de longévité et de création de valeur.

Le développement de compétences stratégiques peut prendre sa source dans différents processus, mais force est de constater que quelles que soient ces sources, le résultat obtenu est souvent assez proche. Le résultat constaté est d'une part le développement d'aptitudes à l'autonomie de production et l'accès à une production compétitive, et d'autre part le développement d'aptitudes à une amélioration continue.

La première source de développement de compétences stratégiques par acquisition de nouvelles connaissances réside dans son transfert (Lei et al. 1996). Véritable partage

d'expériences, ce type de transfert peut conduire au développement d'habiletés spécifiques pouvant par la suite être transformées, et qui mettent en jeu les caractères tacites et explicites de la connaissance, ainsi que le mode transfert par imitation (Figure 11).

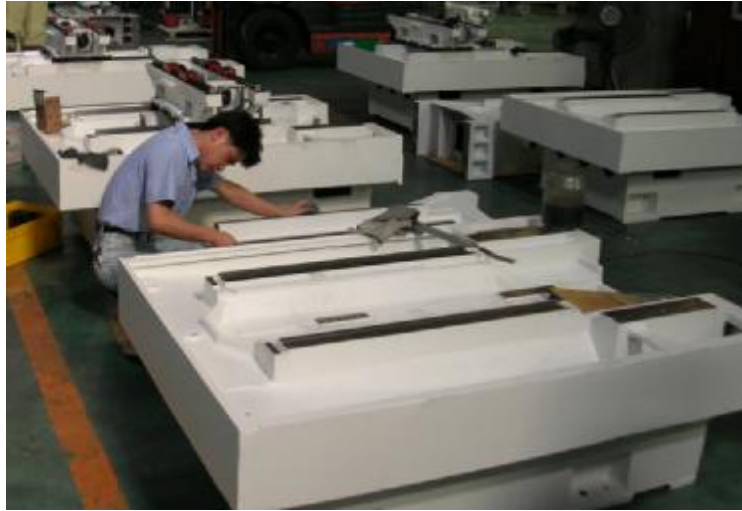


Figure 11. Assemblage en série par imitation sur la base d'un modèle de référence.

Les premières phases d'assemblages d'une machines outils sont prédéterminent la qualité finale de réception de pièces d'usinage. Afin de verrouiller la qualité des premières étapes nous avons mis en place un banc en fonte équipé sur les faces usinées de rails de guidage et leurs patins. Ce sous-ensemble est une référence (étalon de qualité d'assemblage) qui doit permettre de reproduire par imitation un assemblage similaire en série (Figure 11).

Le développement de compétences stratégiques peut également s'effectuer également via une transformation des savoir-faire : afin de répondre aux besoins du marché, les coentreprises internationales peuvent être amenées à transformer le savoir-faire de leurs maisons-mères, et mettent ainsi en œuvre un véritable processus d'adaptation pour rendre conforme ces savoir-faire aux exigences du partenaire et de l'alliance, et par là même, elles développent des routines organisationnelles dynamiques (Lei et al. 1996) difficiles à imiter pour les concurrents.

Une seconde source de développement de compétences stratégiques par la création de nouvelles connaissances existe : les expérimentations conjointes comme mode d'apprentissage fondamental (Huber 1991).

Deux modes d'expérimentations conjointes existent :

- d'une part, les « essais-erreurs » qui permettent à l'organisation d'identifier la meilleure façon de faire et d'accumuler des expériences pour créer une amélioration continue des produits (Badaracco 1991) ;
- d'autre part les combinaisons de savoir-faire, qui impliquent une intégration d'habiletés diverses provenant des entreprises-mères (Lei et al. 1996).

Ces deux modes d'expérimentations seront très largement développés dans notre chapitre expérimentations.

En conclusion sur la notion d'apprentissage stratégique comme source de développement des compétences stratégiques, nous identifions les points suivants : l'intention d'apprendre, la capacité d'apprendre, une bonne qualité de collaboration, une mise en œuvre de mécanismes de transfert des connaissances et une gestion efficace des spécificités socio-culturelles peuvent faciliter, au sein des coentreprises internationales, l'apprentissage des savoir-faire de leurs maisons-mères.

Cela permet à la coentreprise internationale d'avoir une meilleure position compétitive, par le biais du développement de nouvelles compétences, ces dernières pouvant être perçues sous deux angles : d'une part, le développement d'habiletés critiques (aptitude à une autonomie de production par exemple), et d'autre part le développement de capacités dynamiques (aptitude à une amélioration continue et à l'innovation par exemple).

(Hofstede 1994) a toutes fois relevé les effets pervers potentiels des compétences stratégiques. En effet, il parle de « piège de sur-compétences », où l'approfondissement continu et cohérent des compétences stratégiques, leur diffusion et leur exploitation renforcent les risques d'inertie, peuvent bloquer la capacité d'innovation ou freiner le changement (Leonard-Barton 2007).

3 Le management des compétences interculturelles stratégiques : approches stratégiques de gestion de la firme

La vision de la compétence classique de (Porter and Fuller 1986) est fondée sur les activités réalisées par la firme et systématisées dans une chaîne de valeur. Si ce dernier s'appuie sur un cadre théorique classique de la firme, où cette dernière est considérée par ses activités et en tant que processeur d'information, (Barney 1986) s'appuient de leur côté sur une vision

fondée sur les connaissances (la firme en tant que processeur de connaissances) où l'entreprise est une unité de création et de développement de la connaissance, notion centrale dans la vision stratégique de la firme. Idée d'ailleurs reprise par (Williamson 1999), qui explique que l'avantage concurrentiel d'une firme repose sur la complémentarité entre une connaissance spécifique intangible à la firme et la valeur des éléments provenant de l'extérieur.

3.1- La JVI comme processeur d'information : l'approche par les activités

L'idée de (Porter and Fuller 1986) est la suivante : dans un environnement économique supposé stable (en particulier la structure de l'industrie), les activités sont le résultat du traitement de l'information par les firmes, et deviennent ainsi la base des décisions économiques, alors que les échanges de connaissances (débouchant sur la compétence) ne sont qu'un produit secondaire dérivé des activités courantes. Néanmoins, il est possible de mettre en application, au sein de cette vision classique de la firme, certaines des caractéristiques de la connaissance, où cette dernière mène aux compétences (WILLIAMSON, 1999).

Définissant les mécanismes cognitifs comme un caractère essentiel, la vision de la firme en tant que « processeur de connaissance » place la notion de compétence au centre du débat : en effet, la construction et la gestion des compétences régissent la gestion des transactions et façonnent ainsi la structure des activités de la firme (les compétences viennent en premier, et conduisent aux activités). Dans ce cadre, (Cohen et al. 1991) – (Marengo 1994) – (Weil 1997), ont développé cette perspective dynamique de la création de ressources, où la firme s'attache d'abord à définir sa zone de compétences de base connaissances (i.e. son domaine de connaissances), pour ensuite choisir son domaine de compétence (ce que la firme « sait bien faire »), et enfin s'intéresser aux activités de support de fonctionnement.

3.2 - Une vision intégrée des différentes théories fondées sur la connaissance

L'approche stratégique fondée sur les compétences peut trouver ses limites dans le fait de son caractère flou (où l'on trouve une pléthore de termes dans la littérature, qui donnent au final des définitions vagues ou des significations similaires).

Il est possible d'identifier certains concepts majeurs : ainsi, il apparaît que la délimitation du périmètre de compétence organisationnelle de la firme reste souvent de la responsabilité du dirigeant. Dans cette optique, certaines des compétences individuelles sont dites « stratégiques » et constituent donc les bases de la compétitivité d'une firme ; elles sont les produits d'un processus de sélection interne et externe à la firme, où les compétences de bases apparaissent comme des spécificités cognitives orientées dans le but d'atteindre les plus hauts niveaux de satisfaction de la clientèle par rapport à la concurrence. (Stalk et al. 1992) va même plus loin en mettant en avant le caractère transverse des compétences, là où (Simonin 1999) montre que l'approche basée sur les compétences se concentre davantage sur les caractéristiques fonctionnelles de la compétence que sur celles structurelles.

Pour les économistes évolutionnistes, tels que (Teece et al. 1994), la détermination du domaine de compétence de la firme résulte essentiellement du processus d'évolution des routines, où est enfermée la connaissance.

3.3 – Co-construction des compétences collectives et positionnement de la firme : l'approche par les compétences individuelles et son lien avec l'industrie

Il serait dangereux de vouloir séparer des approches qui peuvent apparaître différentes mais qui au final peuvent être complémentaires : ainsi, (Amesse and Cohendet 2001), avancent l'argument que la dynamique de construction des compétences collectives des firmes est en étroite relation avec celle de l'industrie, et que ces deux dynamiques s'inscrivent dans un processus dialectique. En d'autres termes, le positionnement stratégique des firmes résulte d'un processus de co-construction des compétences individuelles des firmes et de l'industrie (prise dans son ensemble).

(Nelson 1991) s'interroge sur le lien complexe qui existe entre la diversité et l'hétérogénéité des compétences individuelles des firmes et l'émergence des compétences collectives qui orientent les trajectoires industrielles. (Teece et al. 1994) montre de son côté que le caractère tacite et local de la connaissance rend les compétences individuelles d'une firme non imitables et non transférables.

Il est donc impératif de mettre en œuvre un processus dialectique entre compétences distinctives et compétences communes à travers son « cycle de découverte » qui combine une dynamique d'exploitation et d'exploration. De la consolidation à la réciprocité, en passant par

la généralisation et la différenciation, l'évolution cyclique d'une industrie aboutira à la convergence des compétences individuelles. Si elle est de portée interculturelle, cette convergence a d'avantage d'inertie.

3.4 - Les mécanismes de co-construction : concept de plateforme et modularisation

Véritable priorité de la dynamique industrielle, la co-construction des compétences collectives peut s'effectuer à travers des plateformes, espaces flexibles propices au développement des principes de coordination et des règles d'interaction, capables de recourir rapidement aux connaissances externes et internes, mais également d'aligner compétences distinctives et communes aux acteurs, en intégrant aussi les efforts managériaux.

Plusieurs approches cohabitent, mais nous retiendrons d'abord celle de (Kogut and Zander 1995), qui insiste sur la dimension systémique de l'apprentissage, et introduit deux approches majeures afin de donner du sens à l'existence de ces plateformes : d'une part, la firme retire des avantages individuels en élargissant ses relations et ses opportunités à travers l'accès aux ressources et compétences du réseau. D'autre part, la valeur de la firme serait en partie attribuée à la capacité du réseau dans lequel elle s'insère.

(Lei et al. 1996) vont plus loin et définissent deux motivations qui structurent l'apprentissage au sein des plateformes : d'abord, ils insistent sur le fait que les compétences développées par une firme ne peuvent être valorisées que si elles sont alignées avec celles d'autres firmes ; ainsi, les plateformes sont finalement le lieu où les firmes décident de canaliser leurs efforts au développement de routines inter organisationnelles ou collectives permettant de soutenir leurs compétences distinctives. La seconde motivation est liée au fait que la participation à la plateforme donne aux firmes l'opportunité d'accéder aux compétences et aux bases de connaissances qui ont été collectivement développées et qui résident (et sont maintenues) au niveau de la plateforme.

D'un point de vue organisationnel et cognitif, les plateformes apparaissent comme des espaces dédiés à l'intégration dynamique de bases de connaissances spécialisées, dispersées entre les firmes et générées dans différentes locations et à des moments différents. Dans cette approche, on peut aussi retrouver les travaux de (Nonaka and Konno 1998) sur le concept de « Ba », que nous avons développé dans le chapitre sur la connaissance, au point 2.1.2 relatif à la gestion des connaissances.

(Nonaka et al. 2000) proposent une définition globale et qui semble répondre à notre contexte d'étude des plateformes : selon eux, les plateformes sont l'intersection dynamique entre plusieurs formes organisationnelles combinant de manière flexible et plus ou moins prononcée des mécanismes empruntés à la fois au marché, à la hiérarchie et aux communautés.

Si l'on se penche sur la notion de plateformes modulaires, il apparaît que celles-ci reflètent la nécessité, dans un contexte inter firmes, d'une gestion équilibrée entre le maintien de sources de connaissances distinctives distribuées, variées et évolutives d'une part, et le développement de formes de connaissances qui permettent la coordination et l'adaptation entre ces différentes sources d'autre part.

Il est primordial d'organiser les plateformes autour de liens forts permettant de valoriser et rétablir les couplages entre compétences distinctives et complémentaires : ainsi, le développement des connaissances communes peut orienter les plateformes vers des formes d'interaction privilégiant le renforcement de la communication et la fréquence des interactions informelles et relationnelles entre communautés inter-firmes.

On distingue à ce stade une modularité (ou encore coopération) tant horizontale que verticale, les premières étant fondées sur la confiance, les secondes apparaissant comme beaucoup plus « contractuelles », et reposant sur les compétences architecturales, managériales et entrepreneuriales (Amesse and Cohendet 2001). La complémentarité des deux apparaît alors comme le gage d'une gestion efficace du processus de co-construction des compétences, dans le but ultime de soutenir la dynamique de marché.

Au final, l'important est de prendre en compte la capacité des firmes à combiner et à associer différentes formes organisationnelles traditionnellement opposées, pour soutenir la dynamique de co-construction des compétences et d'innovation individuelle/collective, et ce dans un environnement rapidement changeant et exigeant une co-évolution des firmes au sein de l'industrie. Les mécanismes de coordination doivent être flexibles, adopter des stratégies de plateformes, mais surtout ils doivent être mis en place dans le cadre d'une implication stratégique forte, permettant de maintenir les formes organisationnelles et les ressources dans un état de tension et de changement continu.

4 Le transfert de compétences interculturelles organisationnelles

L'existence de portefeuilles de compétences équivalentes et complémentaires est-elle la condition obligatoire pour garantir le transfert inter-organisationnel de compétences au sein des alliances ? On peut d'ores et déjà répondre à cette question par la négative, et la littérature montre en effet que les transferts sont possibles, même en cas de partenariat asymétrique où les dotations en compétences sont inégales. On parle à ce moment de transferts unilatéraux, où les transferts managériaux ne sont pas systématiquement associés aux transferts de compétences techniques. Cela dépendra à priori du différentiel des « capacités dynamiques », de la capacité d'absorption et d'adaptation des deux entreprises concernées, et enfin des caractéristiques des processus d'acquisition des compétences techniques et managériales, alors même que les compétences ne sont ni équivalentes, ni complémentaires et les processus de transfert non planifiés.

4.1 – Asymétrie des compétences et absence de transfert

La littérature économique sur la question des transferts inter-organisationnels de compétences peut difficilement justifier l'existence de transfert au sein d'alliances où les partenaires n'apportent pas la même contribution en termes de ressources et de compétences clés : exposition aux risques, maîtrise technique, compétences managériales, culture organisationnelle ou encore capacités d'apprentissage... autant de caractéristiques inégales entre partenaires qui font que les transferts sont peu probables. C'est ce que (Mérène-Schoumaker 2002) appelle le « paradoxe de la frontière », en mettant en balance les avantages et inconvénients du transfert de compétences pour un partenaire : protéger ses compétences clés mais également s'ouvrir aux compétences externes.

C'est dans ce cadre que (Kulti and Takato 1998) précisent que l'on peut analyser ce paradoxe en termes de jeux non coopératifs (approche contractuelle), où l'un des partenaires de l'alliance détient des compétences, et l'autre les absorbe. C'est par exemple le cas des alliances entre firmes multinationales et firmes locales, où les premières doivent notamment lutter contre ses réticences à partager l'information et maîtriser les rythmes de transfert vers la firme locale. En d'autres termes, le paradoxe de la frontière est intensifié par l'écart technique et managérial, ce qui a tendance à condamner l'alliance comme mode de pénétration d'un marché dit émergent, au profit d'une stratégie orientée vers l'exportation ou la fusion-acquisition .

Une autre approche possible de ce paradoxe a notamment été développée sous l'axe des compétences et des apprentissages organisationnels. Deux conditions sont mises en avant comme indispensables au transfert inter-organisationnel de compétences : d'une part, une condition individuelle, où chaque firme doit accéder à de nouvelles compétences tout en limitant le partage de ses compétences clés qui fondent son avantage concurrentiel (Kogut and Zander 1995) ; d'autre part une condition collective, où l'alliance doit assurer des flux de transfert de compétences symétriques entre les partenaires (Johnson et al. 2001). Ainsi, comme le soulignent (Kedia and Lahiri 2007), cette symétrie renforcera la performance de l'alliance à travers la valorisation des compétences complémentaires et équivalentes, et à travers l'atteinte de la frontière optimale des ressources.

4.2 - Asymétrie des compétences, asymétrie dans l'exposition aux risques et barrières aux processus de transfert

Dans le cas d'alliance, la motivation n'est pas exclusivement de l'ordre du transfert explicite et planifié de compétences : l'enjeu est la pénétration du marché à fort potentiel (celui de la firme locale), caractérisé par une incertitude tant environnementale qu'inter-organisationnelle. L'alliance est alors une option d'attente pour l'entreprise multinationale, pour obtenir une meilleure visibilité sur les intentions et les risques du partenaire local : et les risques sont nombreux, allant de l'appropriation des compétences par la firme locale au risque de moindre performance, en passant par le risque relationnel (Das and Bing-Sheng 2000). Ce qui amène nécessairement, de la part de la firme multinationale, la mise en place de mécanismes de protection de ses compétences stratégiques, où l'engagement vers les alliances se fonde d'abord sur les qualités intrinsèques de la firme locale (Tatoglu 2000), ou bien sur l'établissement de contrôles visant à réduire les risques contractuels.

Deux niveaux d'asymétrie interagissent : l'asymétrie, par nature statique, dans les dotations initiales de compétences, et l'asymétrie dans les capacités d'interdépendance ou d'apprentissage, fondée sur la complémentarité et l'intensité des capacités dynamiques des partenaires.

Au final, l'asymétrie initiale dans les compétences se traduit par une exposition asymétrique des risques des partenaires, incitant la firme multinationale à mettre en place des procédures de gestion de ces risques, en limitant les mécanismes de transfert et d'apprentissage.

4.3 – Schéma possible de transfert inter-organisationnel de compétences

(Amit 1993) a défini les compétences techniques comme étant la capacité organisationnelle de « déployer les ressources, généralement en les combinant, afin de développer de nouveaux produits ». Dans ce cadre, ces compétences sont distinguées selon leur nature et leur degré de codification.

Le transfert inter-organisationnel de compétences concerne potentiellement deux types de technologies : tout d'abord, les technologies de produits et de processus (parfois nommées « hard technologies », ou compétences techniques), correspondant à l'ensemble des connaissances utilisées pour la production et aux connaissances de l'organisation, et souvent largement codifiées . D'autre part, les technologie de management, moins codifiées et donc moins facilement transférables, et concernant la connaissance des modes de gestion et d'organisation des éléments de la chaîne de valeur.

Au-delà du type de compétences transférées (technique et/ou managériale), les auteurs ont mis en avant le caractère indispensable des « capacités dynamiques », définies dans (Eisenhardt and Martin 2000) comme « l'aptitude d'une organisation à développer, renouveler et abandonner ses compétences, permettant d'ajuster le stock de compétence et ainsi créer de la valeur en fonction de nouvelles opportunités de marché».

(Cyert and March 1963) expliquaient que le transfert inter-organisationnel de compétences va de paire (au sens bilatéral du terme) avec un schéma de communication bien défini (émetteur d'information, contenu informationnel, supports de transfert, récepteur et utilisateur de compétences). (Carbonnel 2004) va plus loin en ajoutant une dimension cognitive interactive, où la qualité de l'émission et de la réception des informations constitutives d'une compétence technique ou managériale dépend des capacités dynamiques des émetteurs et des récepteurs.

Deux types de capacités dynamiques sont en jeu : d'une part la capacité d'absorption, qui est la capacité d'une entreprise à acquérir, assimiler et exploiter de nouvelles compétences. Avec d'un côté une fonction d'acquisition des connaissances extérieures (dont l'intensité se mesure selon deux critères que sont le climat de confiance mutuelle et la capacité d'absorption relative) (Lane et al. 2001). D'autre part, la capacité de transmission (d'adaptation) qui s'entend comme étant l'aptitude de l'émetteur à adapter ses compétences aux spécificités du récepteur, soit dans le cadre d'un transfert de compétences anciennes soit d'un accompagnement technique et managérial.

L'objectif ultime du transfert inter-organisationnel de compétence est d'arriver à ce que l'on peut qualifier de transfert « complet » de compétences, où les deux partenaires sont symétriquement émetteurs et récepteurs de compétences techniques et managériales ; dans cette optique, on supposera que leur capacité dynamique sont également complètes.

Plusieurs écarts – ou configurations imparfaites - sont néanmoins à prendre en compte, notamment lorsque l'on s'intéresse plus particulièrement aux alliances dites « nord/sud », avec firme multinationale et firme locale :

- le transfert de compétence peut être qualifié de « fort » lorsqu'il y a interdépendance séquentielle : on y constate des transferts unilatéraux, de sens contraires, se succédant à des périodes différentes. L'imperfection est de nature temporelle, et n'empêche cependant pas une dynamique complète d'apprentissage conjoint ;
- il peut s'avérer « semi-fort » : sans être séquentiels, les processus restent unilatéraux ou hiérarchiques, et aucune véritable dynamique d'apprentissage n'est en œuvre, chacun des deux partenaires restant soit émetteur soit récepteur de compétences ;
- enfin, le transfert peut être qualifié de « faible » : cela ne concerne en général que l'aspect technique, et ne s'accompagne d'aucun apprentissage de compétences managériales de la part de la firme locale.

5- Conclusion

En résumé, la complétude du transfert de compétences est une condition forte de la performance du partenariat. Cette dernière pouvant être mesurée tant de manière objective (performance financière par exemple) que de manière subjective et culturellement légitime (taux de satisfaction déclarée des partenaires notamment) : (Geringer and Hebert 1991) montrent à ce sujet la corrélation positive entre mesures objectives et subjectives, privilégiant un couplage de ces deux méthodes.

Une seconde condition de performance et de réussite apparaît comme étant la qualité du transfert de compétences managériales, ces dernières prenant alors une place beaucoup plus déterminante par rapport aux compétences techniques.

Les économistes étudient depuis longtemps les potentiels de transferts, mais les études sur les contrôles en phase de production sont bien moins nombreuses. L'étude d'un transfert de

compétences ne peut se réduire aux seuls instruments financiers car ils n'apportent aucun éclairage sur:

- la définition du contrôle par ses moyens d'exercice ;
- la compréhension profonde de la gestion de contrôle des activités du transfert.

Cette absence de compréhension en phase de production est marquée par la carence des modèles d'évaluation et de management sous l'angle du génie industriel.

La recherche de performances sur l'assemblage de centres d'usinage grandes vitesses, souligné par les limites technologiques et structurelles, est totalement remise en question lorsque le processus de fabrication est porté par des partenaires géographiquement distribués. Dès lors qu'une partie des processus est détenue (par le biais d'un transfert de compétences) par un tiers de culture différente, le management qualité orienté produit a fortiori procédé se trouve considérablement mis en porte à faux car la division internationale du processus productif (DIPP) est transnationale (Vallet 2005).

Le chapitre suivant nous ramènera d'avantage à la problématique industrielle visant à faire émerger une représentation la plus fidèle possible du compromis :

- critère d'assemblage (connaissances et compétences clés du process d'assemblage) ;
- qualification produit vs performance.

C'est d'autant plus important que répondre à ces deux compromis c'est connaître avec précision le travail complémentaire à effectuer qui peut être une réponse à notre problématique industrielle : assurer une continuité de fabrication dans un processus clairement distribué (figure 12) au sein de la JVI.

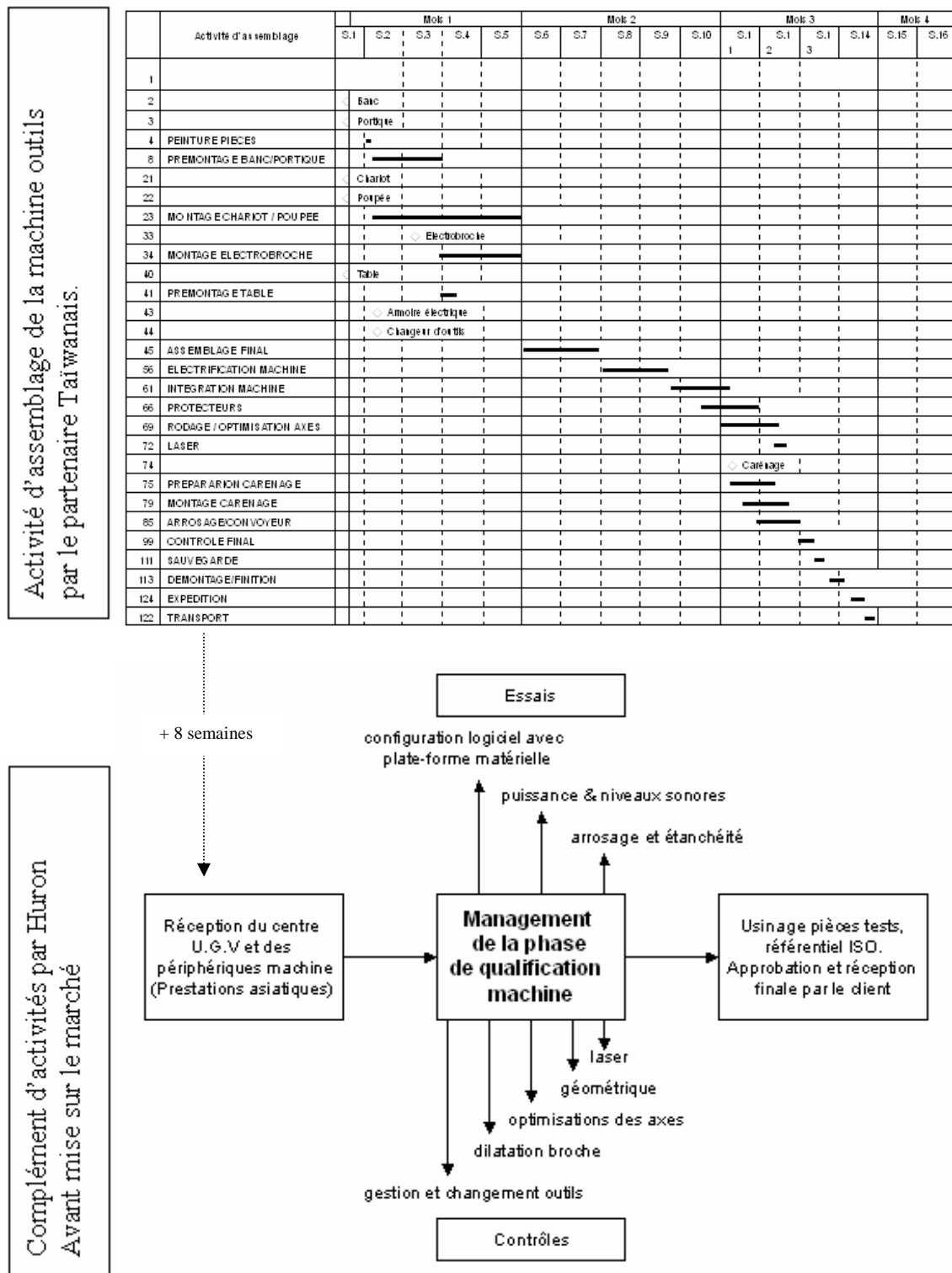


Figure 12. Présentation des activités de fabrication de la JVI

CHAPITRE 4 : EVALUER LA PERFORMANCE : RESULTATS INDUSTRIELS

Le développement à l'international représente pour des organisations matures le principal potentiel de croissance, la diversification des organisations mondialisées a d'ailleurs conduit à la proposition de différentes typologies : les plus fréquemment mobilisées étant celles qui distinguent les firmes globales, multidomestiques et transnationales, et celles qui identifient les modèles ethnocentriques et géocentriques. Cela dit, les organisations présentent toujours des différences par rapport aux idéaux types décrits.

1- Performance globale des JVI

Vouloir apprécier la performance (d'une alliance, de ses activités ou de ses processus opérationnels) pose un certain nombre de problèmes, tant au niveau de la nature des critères retenus pour évaluer cette performance qu'au niveau du contexte économique et des canons culturels au sein de ces alliances.

Nous allons, dans ce chapitre, procéder en trois temps comme illustré sur la figure 13 : tout d'abord, nous nous pencherons sur le contexte économique-industriel en œuvre et les liens existants entre stratégie et performance de résultats. La seconde partie est consacrée au développement d'un aspect plus tactique de l'organisation (JVI) et de son contrôle sur la performance des actions.

Dans le dernier item, nous aborderons plus spécifiquement la notion de performance des moyens sur les processus de travail de l'entreprise partenaire, en étudiant ses dimensions, ses critères possibles de mesure et ses principaux déterminants.

Cette approche classique en contrôle de gestion fournit le modèle générique de performance (figure 13), comportant quatre dimensions :

- 1) Une dimension « résultats » au sein du registre de l'efficacité, concernant les critères de performances, exprimés en termes de résultats opérationnels attendus ;
- 2) Une dimension « actions » au sein du registre de l'efficience, ayant trait au modèle d'obtention de la performance, dans le choix des processus mis en œuvre, où l'accent est mis sur les liens de causalité entre les processus et les résultats ;
- 3) Une dimension « moyens » dans un registre de la productivité, orientée sur l'utilisation optimale des ressources par rapport aux résultats.

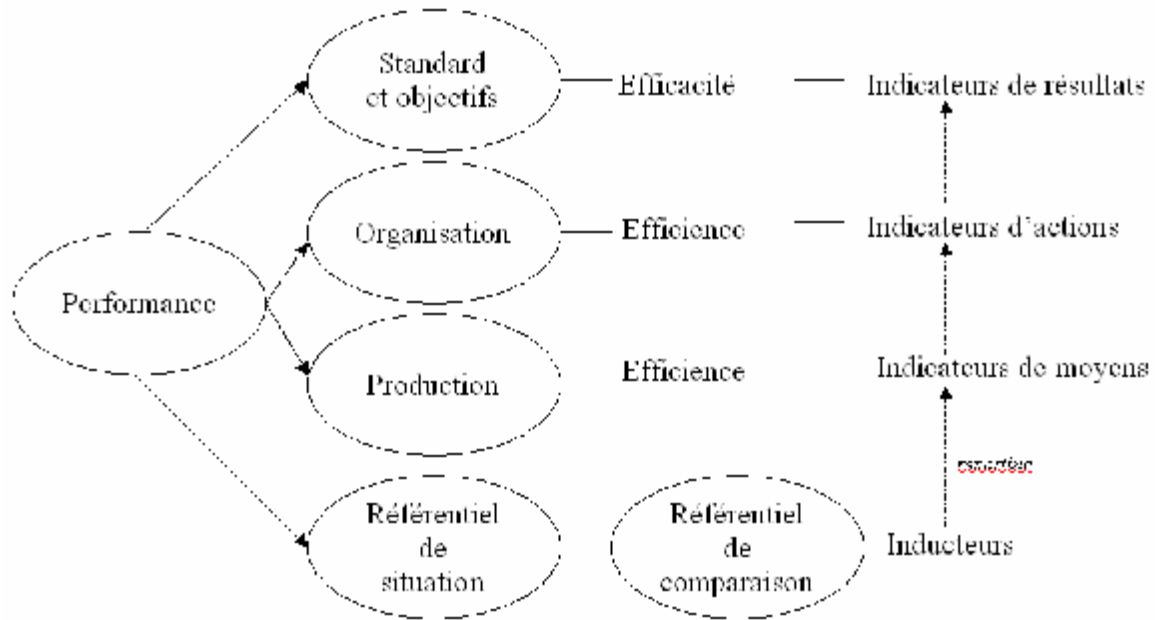


Figure 13. Modèle générique de la performance dans la JVI

- 4) La dimension « valeurs », constituée de tous les référentiels de situation qui fait référence à la nécessité d’avoir un référentiel de comparaison.

Les objectifs cibles de performances opérationnelles seront développés dans le chapitre suivant et fera l’objet d’une attention toute particulière dans le cadre générique de notre étude de performance d’une MOCN dont l’assemblage est fait par un partenaire étranger de la JVI. Il s’agira dans ce chapitre de présenter les inducteurs servant à reconstruire le modèle de performance de la figure. Dans notre cas d’étude notre référentiel de situation est nos relevés numériques Ball Bar donnant une image de la qualité de prestation du partenaire. Ces relevés sont donc des inducteurs pouvant servir à remonter les niveaux d’échelle qui composent la performance globale de la JVI.

1-1. Performance stratégiques des JVI : les résultats

Les critères comptables et financiers s’appuient sur des ratios, et principalement sur le rendement du capital investi (ROI) et sur le rendement sur ventes (ROS). Les données sont le plus souvent tirées des rapports financiers. Toutefois, ces derniers suscitent de nombreuses critiques : les critères comptables et financiers sont intéressants à l’égard des autopsies bien moins pour le pilotage opérationnel.

La portée téléologique de la JVI est inscrite dans sa constitution, surtout si sa configuration n'est que contractuelle. L'accord peut même être abrégé, si son objet a été réalisé plus rapidement que prévu. L'utilisation de la durée comme critère de mesure dénote certainement d'un amalgame entre deux notions qui ne se recouvrent pas totalement : celle d'alliance et celle d'entreprise. Cette dernière est constituée en principe pour durer - une entreprise qui s'arrête est une entreprise qui a généralement failli -, alors qu'une alliance qui ne perdure pas peut très bien être une alliance réussie.

Un second problème de mesure existe. Quel est le sujet qui doit faire l'objet de l'évaluation ?

La littérature nous présente une multitude de modèles de performance stratégiques des JVI cependant, les auteurs sont plus que jamais divisés sur le meilleur instrument de mesure. Pour les uns, la performance se mesure par le degré d'efficacité atteint par l'organisation, pour les autres, la performance se mesure par le degré d'efficacités atteint par l'organisation. Généralement, la performance est définie par le degré auquel les objectifs sont atteints dans l'organisation. Cette définition, volontairement large, implique à la fois une exigence d'efficacité et d'efficacités (Noël et Zhang 1992). Ces derniers voient la stratégie comme un prisme de quatre composantes (l'étendue de la stratégie, les ressources, l'avantage compétitif et la synergie), en soutenant que certaines composantes permettent d'atteindre l'efficacité, alors que d'autres permettent d'atteindre l'efficacités.

Par ailleurs, (Harrigan 1988)) relie déjà les deux aspects de la performance aux deux principaux niveaux de stratégies. Pour lui, la « corporate strategy », qui cherche essentiellement à définir et à situer une entreprise, est associée à l'efficacités, alors que la « business strategy », qui consiste à déterminer comment une organisation va se comporter dans un domaine donné, est reliée à l'efficacité.

Il convient toutefois de souligner que la plupart des chercheurs en stratégie se réfèrent aux critères de mesure de la performance de l'entreprise propres à des disciplines telles que la comptabilité, la finance ou le comportement organisationnel.

La problématique principale développée dans ces recherches consiste à expliquer le niveau de performance des alliances par un ou plusieurs facteurs caractérisant ces coopérations (DOZ, 1996).

On distingue deux grandes perspectives dans l'étude de la performance des alliances stratégiques : la première s'intéresse aux motivations de départ qui expliquent la conclusion

d'une alliance stratégique, et la deuxième aborde la gestion de l'alliance stratégique à partir de quelques caractéristiques générales des coopérations. Dans la présente recherche, nous adoptons une approche des conditions de la performance des alliances stratégiques se voulant globale et intégrant à la fois les motivations de départ et les questions de management.

La performance liée aux conditions de création des alliances stratégiques repose sur :

- La logique économique s'applique quand la coopération est étudiée selon une approche économique, en particulier celle de l'économie des coûts de transaction qui voit la coopération comme une forme «hybride» d'allocation des ressources économiques, alternative au marché et à l'entreprise (Venkatraman et Ramanujam 1986), soit comme une forme «intermédiaire d'organisation» (Osborn 1990).
- La logique stratégique s'inscrit quant à elle dans une approche selon laquelle la coopération est conçue comme une option stratégique de l'entreprise ou comme une réponse satisfaisante au défi lancé par l'environnement. Elle associe la théorie du comportement stratégique et la théorie de la production internationale.

La controverse (Geringer 1998) dont *Organization Studies* s'est fait l'écho dans son numéro 19/1 de 1998, démontre qu'un consensus sur la façon de mesurer la performance des alliances est difficile à atteindre, même (ou surtout ?) si les approches sont relativement voisines.

L'association des critères objectifs avec l'approche perceptuelle (subjective) a donné lieu à quelques études comme celle de (Harrigan 1988), celle de (Geringer et Hebert 1991), qui ont permis de corrélér positivement les performances mesurées objectivement avec la perception qu'en avaient les managers. Ces résultats permettent d'accorder autant de crédit à une évaluation effectuée à partir d'indicateurs objectifs qu'à partir d'indicateurs subjectifs, puisque ceux-ci mesurent pareillement la performance d'une alliance.

1-2. La performance tactique dans les JVI : le contrôle

Dans ce cadre, les modes de contrôles des opérations à l'international sont critiques, et la grille de lecture des interactions contrôle/organisation a été mobilisée pour répondre à cette problématique. L'hétérogénéité des situations nécessite la mise en place de mécanismes de coordination ou systèmes de contrôle efficace. Il faut en général définir l'efficacité (critère, inducteur), et s'accorder sur une double vision possible du contrôle : une vision

analytique (orientée « outil ou système » de contrôle), et une vision synthétique (orientée « dimension, objet, finalité ou configuration » du contrôle).

Le fonctionnement de l'alliance relève d'un processus marqué par des logiques, caractérisées par : la complexité, l'autoréférence (qui permet à l'organisation de maintenir une cohérence interne lors des réajustements à son environnement), l'autonomie, la redondance (les joint-ventures ont plus de ressources que de besoins), (Kogut et Zander 1995).

(Ouédraogo 2003) en décrivant les propriétés d'auto-organisation des réseaux d'alliances insiste sur une autre dimension : la récursivité des relations entre les firmes, interactions essentiellement coopératives, i.e. pas simplement basées sur des réponses à des stimuli, mais plutôt sur des échanges sociaux de long terme. (Werther 2004) quant à lui définit l'équilibre inter organisationnel comme un état résultant d'interactions hautement coordonnées entre partenaires, basées sur le respect et l'accord mutuels quant à l'étendue de l'objet et aux mécanismes de gestion de la collaboration.

La logique de contrôle est induite de l'indépendance des partenaires et donc d'un risque probable d'opportunisme entre eux, tandis que la logique de coordination marque leur interdépendance, (Das et Bing-Sheng 2000).

La notion de contrôle s'appesantit sur la maîtrise du partenaire. (Moskalev et Swensen 2007)) définissent le contrôle comme « un processus de régulation par lequel les éléments d'un système sont rendus plus prévisibles grâce à l'établissement de standards dans la poursuite d'objectif ou d'état désirés ». L'examen des travaux dans lesquels il est possible d'identifier l'une ou l'autre de ces logiques laisse apparaître le constat suivant : beaucoup d'auteurs se sont focalisés sur la relation entre les acteurs d'une même entreprise, quelques uns seulement sur celle qui lie ceux-ci à la JVI. Sans doute faut-il y voir l'assimilation selon laquelle le contrôle du partenaire infère celui de l'alliance.

Toute structure sociétaire comporte, par elle-même, des mécanismes de contrôle de deux sortes :

- ceux qui concernent la relation entre les associés,
- ceux qui ont trait à la relation du partenaire avec la filiale.

Une configuration très formalisée peut présenter des effets négatifs. En effet, le degré de contrôle constitue l'une des difficultés majeures du management d'une alliance (Lu et Beamish 2006). Ces auteurs distinguent coordination et contrôle dans la relation joint-venture – parent. Mais ils ne les définissent pas dans l'exposé de leurs résultats.

Comme nous l'avons présenté, notre étude porte d'avantage sur l'équilibre économique de la JVI entre les coûts de conformité (prévention, formation à la qualité, prototypes, évaluations, contrôles de réception, inspection finale, audits) et les coûts de non-qualité (défaillances internes, rebuts, retouches, pertes, modifications techniques, stocks, défaillances externes, dépannages, intervention sous-garantie, réclamations clients, échanges de produits, pénalités de retard).

A la lumière de ce qui précède, on comprend la nécessité d'un contrôle très strict à certaines étapes du processus de fabrication : un contrôle par mesure (possibilité de quantifier exactement la caractéristique à évaluer), un contrôle par attribut (la caractéristique est qualitative, appréciée en tout ou rien), un contrôle unitaire (sur tous les produits) et un contrôle statique (déterminer les caractéristiques d'un lot en mesurant un petit échantillon).

L'organisation du contrôle consiste à déterminer les étapes du processus où devront être effectués les contrôles, à fixer les seuils de qualité acceptables et désigner les responsables. En d'autres termes, est-il rentable de contrôler chaque étape du processus ? Ou bien faut-il placer les contrôles à certains points clef.

Si une pièce défectueuse n'est pas immédiatement détectée après création du défaut, elle poursuit son chemin jusqu'au prochain contrôle où sera détectée la non-conformité ; on va donc apporter de la valeur ajoutée à une pièce mauvaise, c'est la propagation dans l'espace. Si l'on ne détecte pas immédiatement un défaut on va continuer à recevoir des pièces défectueuses car la cause n'est pas éliminée, c'est la propagation dans le temps. C'est la plus coûteuse, elle touche également au stock du fournisseur/prestataire.

Il est primordial de trouver un indicateur pertinent quelle que soit la complexité du réseau et de sa maturité, de faire un reporting (Figure 12) périodique (décider des éléments de prévisions et d'anticipation, mesures correctives) et de voir les influences immédiates (performances individuelles, interférence avec la fonction).

1-3. La performance opérationnelle : les moyens

La littérature qui traite des déterminants de la performance peut être classée selon qu'elle envisage le succès en termes de facteurs ou en termes de processus. La première partie de cette littérature est la plus fournie, la seconde est plus récente, puisque datant du début des années quatre-vingt-dix.

Au delà des éléments explicatifs, l'approche factorielle de la problématique de la performance opérationnelle des JVI débouche sur deux types de synthèses : la recette ou la pathologie. La recette liste un ensemble d'ingrédients qu'il faut réunir pour le succès. La pathologie répertorie des dysfonctionnements.

Le recensement des paramètres explicatifs n'est pas toujours aisé puisqu'il porte sur des études aussi différentes que celle de (Lane et al. 2001) listant quatorze facteurs clés de succès et dix facteurs clés d'échec, ou celle de (Lardeur 2003) qui aboutit à corrélérer la performance et certaines variables opérationnelles de l'alliance à son fonctionnement.

Une des clefs de succès d'une JVI dépendant des conditions initiales qui facilitent ou non l'apprentissage. Celui-ci permet de réévaluer les perceptions de chacun en termes d'adaptabilité, d'équité et d'efficacité. Cette nouvelle appréciation conduit aux réajustements des conditions de départ. Les partenaires sont engagés dans une succession de cycles d'apprentissages itératifs et interactifs.

La performance opérationnelle d'une JVI peut se dégrader pour différentes raisons :

- Il n'y a pas d'apprentissage : les conditions initiales entravent sa production et le processus de réajustement est bloqué ;
- L'apprentissage est incomplet : composé d'une double dimension, savoir (apprentissage cognitif) et savoir-faire (apprentissage comportemental), il ne s'est manifesté que dans sa première dimension. Le processus de réajustement entraîne un désengagement des partenaires devenus plus méfiants, qu'il est possible d'explicitier par ce genre d'interrogations : le partenaire est-il réellement incapable d'adopter un comportement plus coopératif ou simplement ne le veut-il pas ?

- L'apprentissage existe, mais la phase de réévaluation qui le suit est négative. La continuation de l'accord ne présente plus d'intérêt pour l'un des partenaires, voire pour les deux.

Le paragraphe qui suit présentera les fondamentaux de la JVI (nous entendons par là le socle opérationnel de production physique de la JVI, outils et activités opérationnelles). Nous parlerons dans ce chapitre des fondamentaux agissant sur des processus de travail distribués dans la JVI. Nous pourrions alors définir quels sont les inducteurs qui alimentent la performance opérationnelle dans la JVI et remonter en cascade la notion de performance de la JVI.

2- Inducteur de performance

La littérature reste confuse sur la définition du contrôle et à la mesure des inducteurs qui lui est reliée. La valeur des inducteurs varie du choix des règles opérationnelles qui composent les processus (dans notre cas industriel il s'agit de processus d'assemblage effectué par le partenaire asiatique en sous-traitance). Il convient donc pour valider notre argumentation et proposer notre définition du contrôle des processus, d'éclairer sur sa structure et sa fonction d'action.

Il ne s'agit pas ici de voir le contrôle uniquement comme une comparaison aux résultats à atteindre car notre approche tente de compléter la comparaison légitime du contrôle avec son objectif avec ses moyens d'exercices (culturels et intrinsèques aux parents de la JVI) (Figure 14) :

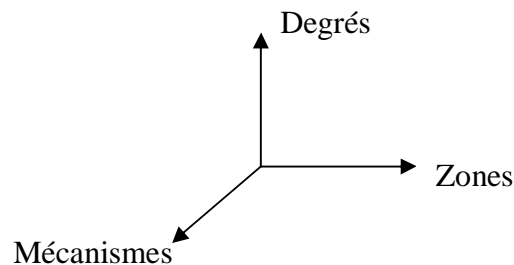


Figure 14. Les trois composantes du contrôle par (Geringer et Hebert 1989)

Cet exercice de contrôle des processus passe par la nécessaire sélection d'activités clés perçues comme cruciales plutôt qu'un contrôle global. Cette une volonté de centrer les contrôles sur des sous-ensembles fonctionnels. Dans notre cas industriel cela se justifie par le côté chronophage d'un contrôle total des activités d'assemblage et de son coût de réalisation (diagnostique de contrôle opéré par un expert métier en relation avec le sous-ensemble fonctionnel à contrôler : le degré).

La littérature montre que toutes les études du domaine de la qualification des machines-outils sont destinées à montrer le potentiel des machines ou à proposer des méthodes d'évaluation de leur performance, pour leurs utilisateurs (clients). Les travaux proposés par (Terrier et al. 2004) ou (Schmitz et Ziegert 2000) illustrent la nécessité des utilisateurs de maîtriser la méthode de qualification de la machine dans un but de maîtrise du process, au sein duquel elle est mise en œuvre.

Notre étude quand à elle, se place plus en amont dans le cycle de vie de la machine-outil. En tant que constructeur de machines, qualifier la machine-outil a pour objectif d'évaluer la qualité de ses processus d'assemblage et de mise au point délocalisés.

La comparaison entre deux machines outils est complexe et difficile à interpréter, particulièrement si elles ont des structures différentes.

Les MOCN sont composées de sous-ensembles fonctionnels et de périphériques de technologies importantes. Ce qui explique que la recherche de causes à effets nécessite d'avantage d'expertise et de compétences transversales. Il n'est pas rare dans la recherche de défaut de voir dialoguer un hydraulicien avec un intégrateur, ou un électronicien avec un technicien de développement du fournisseur de commande numérique. Afin d'illustrer le caractère complexe d'un sous ensemble fonctionnel de la MOCN, nous présentons dans le paragraphe suivant la constitution et la gestion (entraînement et asservissement d'un axe).

2-1. Criticité des MOCN

La précision d'un axe dépend de son système de mesure : choix des capteurs de position, qualité de guidages, rigidité de l'entraînement et résolution du système de mesure sont des fondamentaux dans la qualité.

Sur une machine outil, la constitution d'un axe repose essentiellement sur le triptyque (Figure 28):

-La partie opérative comprend trois organes majeurs qui sont (Figure 15):

- un actionneur électrique (quelque soit le type de moteur)
- un mobile : principalement la table sur laquelle est fixée la pièce à usiner. L'objectif étant toujours de satisfaire le triptyque : position dans l'espace, temps et précision
- une transmission : qui lie les deux premiers organes et dont les caractéristiques sont très fortement liées à la qualité de la vis à billes utilisée

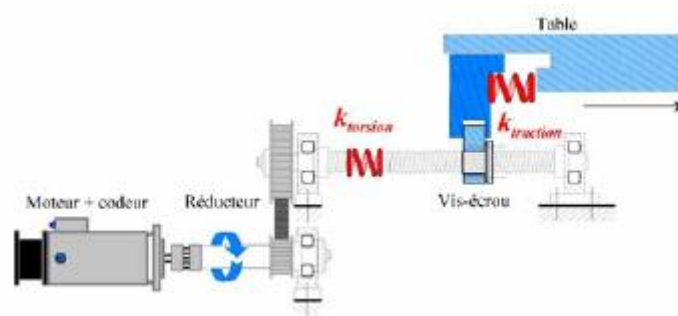


Figure 15. Chaîne cinématique d'un axe de positionnement

-La modulation d'énergie (entièrement numérique) est contrôlée électroniquement et répond aux exigences des boucles de régulations (couple, vitesse)

-La commande numérique contrôle l'ensemble des axes machine et permet la transcription d'un mouvement outils dans l'espace. Globalement elle répond à trois grandes familles de besoins :

- des calculs de consignes de position
- la gestion des boucles d'asservissement à partir d'une position mesurée par capteur associée au mobile
- la définition des compensations, sortes de corrections de consignes afin d'anticiper les erreurs statiques et dynamique d'un axe.

La fonction principale de la commande numérique (CN) est de contrôler les déplacements et la vitesse. Pour assurer la conformité du déplacement d'un axe de la MOCN à la valeur programmée (gestion du jerk et accélérations), on réalise un asservissement en double boucle de réglage : position et vitesse.

Dans un centre d'usinage l'interpolateur partie intégrante de la CN donne en permanence la consigne de position et vitesse aux cartes d'axes.

La CN peut être assimilée au centre nerveux de la MOCN, ces principales fonctions sont par le biais d'une HMI (interface homme machine) : permettre l'introduction de programmes pièces, faire un diagnostic des erreurs de programmes, calculer les trajectoires issues des programmes pièces, envoyer des ordres de déplacement, contrôler le bon fonctionnement de l'ensemble de la MOCN.

La CN envoie les informations au variateur de vitesse dans lequel se trouve un comparateur (vitesse consigne et mesurée), un régulateur faisant le lien au moteur en stabilité, un amplificateur qui génère la puissance utile au déplacement, son fonctionnement est valable dans les quatre quadrants.

L'étape suivante est le transfert au moteur (associé à une génératrice tachymétrique). Le moteur a une réaction importante, moment d'inertie rotor faible, régularité à faible vitesse avec un couple important. De ce fait le recours à un réducteur est nécessaire.

Le réducteur est couplé à un système de vis écrou (vis à bille) déplaçant l'axe :

Tous les éléments constitutifs de la chaîne cinématique doivent être rigides car trop élastique en torsion ils deviennent difficiles à gérer en positionnement. De plus et pour des raisons similaires, il est important de limiter au maximum les jeux. Le challenge étant de trouver un compromis optimal entre un montage rigide tout en offrant une certaine inertie nécessaire à la mise en position rapide d'un axe.

Ces vis sont pré chargées ce qui limite les jeux et permet de supporter de fortes charges. Un maximum de rigidité est obtenu avec la butée axiale de chaque extrémité de la vis. Ces butées sont mise sous précontrainte en traction afin de permettre un compensation des dilatations thermiques.

Pour hiérarchiser l'architecture générale des boucles d'asservissements, la figure 16 (*modélisation globale d'un axe asservi*) donne un aspect structurel auquel il sera plus facile de s'y référer.

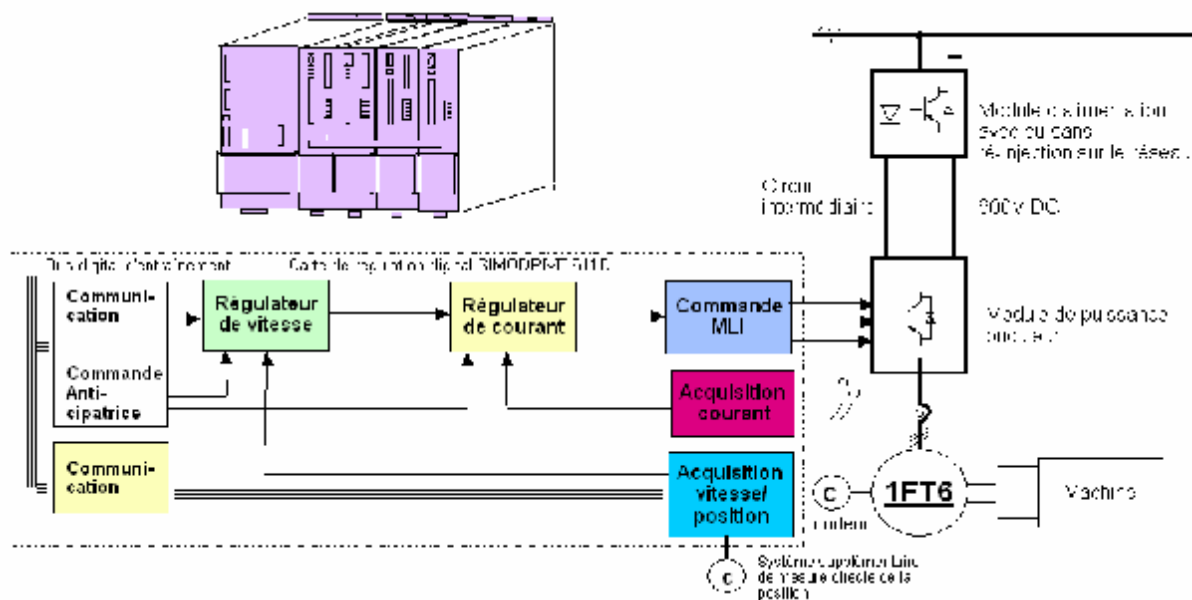


Figure 16. Modélisation globale d'un axe asservi
(document Siemens Training)

Trois boucles interdépendantes gèrent les commandes qui pilotent le moteur :

- Régulation en courant : s'assure que le couple moteur est celui demandé par la boucle de vitesse. Il limite également le courant à une valeur maximale (préréglée) afin de protéger le moteur et pour finir il assure une certaine stabilité en linéarisant la caractéristique $C=f(n)$ pour $V=0$ jusqu'à V maximal.
- Régulation de vitesse : elle maintient à tout instant t , la vitesse de consigne à partir de l'information d'écart entre la consigne de référence et la vitesse de rotation moteur. De plus c'est la régulation de vitesse qui favorise ou non une dynamique élevée.
- Régulation en position : elle calcule tout simplement la consigne de vitesse pour suivre une trajectoire. Elle évite toute oscillation du mobile et tente d'annuler les écarts par-rapport aux trajectoires de références pendant les mouvements.

Les trois boucles d'asservissement présentées ci-dessous sont complémentaires, elles présentent toutes trois des dynamiques différents que nous avons synthétisées dans le tableau ci-dessous :

Boucle de régulation	Avantages	Inconvénients	Périodes d'échantillonnage à T_e standard ($=1/f_e$)
Courant	-Rapidité -Constante de temps de l'ordre de la milliseconde -Bande passante de l'ordre de centaines de Hz		125 μ s
Vitesse	-Admet des charges (inertie propre+ ramenée)	-Bande passante <200Hz	500 μ s
Position	-	-Manque de rapidité -Bande passante <20Hz	2.5ms

Tableau 3. Synthèse sur les différentes boucles de régulation des MOCN.

Dans le domaine d'activité de la machine outil à commandes numériques, l'algorithme d'asservissement le plus usité est le proportionnel intégral (PI) qui somme deux signaux : l'un proportionnel et le second intégral de l'écart entre la consigne et la grandeur mesurée. C'est pourquoi le réglage ne peut finalement s'opérer que sur deux paramètres significatifs :

- le coefficient de l'action proportionnelle
- la constante de temps d'intégration

Ces deux paramètres sont réglables à l'aide de potentiomètres où peuvent être insérés numériquement à l'aide du clavier du directeur de commande de la MOCN.

Nous développerons au paragraphe suivant notre propos sur le contrôle en étayant les inducteurs par une approche instrumentale du contrôle. Ces mécanismes doivent être vus comme des outils prédéfinis, très précis et non équivoques (validés culturellement par les parents de l'alliance, le contrôleur et le contrôlé).

2-2. Qualification des MOCN

Pour (Barreiro et al. 2003), la qualification idéale doit pouvoir quantifier différents éléments de la MOCN et leur validité sur les processus d'assemblage concernés. L'interaction des résultats du test avec les activités manufacturières d'assemblages sont des étapes très lourdes et partiellement maîtrisées. (Florussen et al. 2001) furent les premiers à dissocier par l'interprétation des tests Ball Bar, les erreurs de la structure mécaniques et celles des asservissements Ils critérisent les principales sources d'erreurs géométriques sur une MOCN comme étant :

- des erreurs géométriques
- dynamique
- thermique
- éléments statiques de la structure où d'une de ses parties.

(Geldart et al. 2003) base leur travaux sur deux paramètres : la surface de finition (post processeur) et la précision géométrique (pré processeur).

La comparaison directe entre deux MOCN étant donc directement impossible, les constructeurs de MOCN qu'ils soient dans l'UGV ou non indiquent toujours la classe de précision de la machine. Cette précision est le résultat (après qualification de la MOCN) de la performance de l'équipement. Deux machines d'un même modèle ne sont jamais identiques, chacune a ses défauts propres plus ou moins marqués dans une limite de tolérance.

Nous avons vu que pour qualifier une MOCN un premier contrôle en phase « pré-processeur » (essentiellement numérique) est incontournable (Figure 17). Ce contrôle préliminaire ne se suffit pas à lui même. Le caractère ponctuel et statique d'un résultat pré-processeur (hors usinage) témoigne de leur incapacité à vérifier tous les défauts d'usinage. Les erreurs engendrées par les efforts de coupe, vibration cône outils/pièce, évolutions thermiques ne peuvent pas être dévoilés avec des tests de qualification pré processeur.

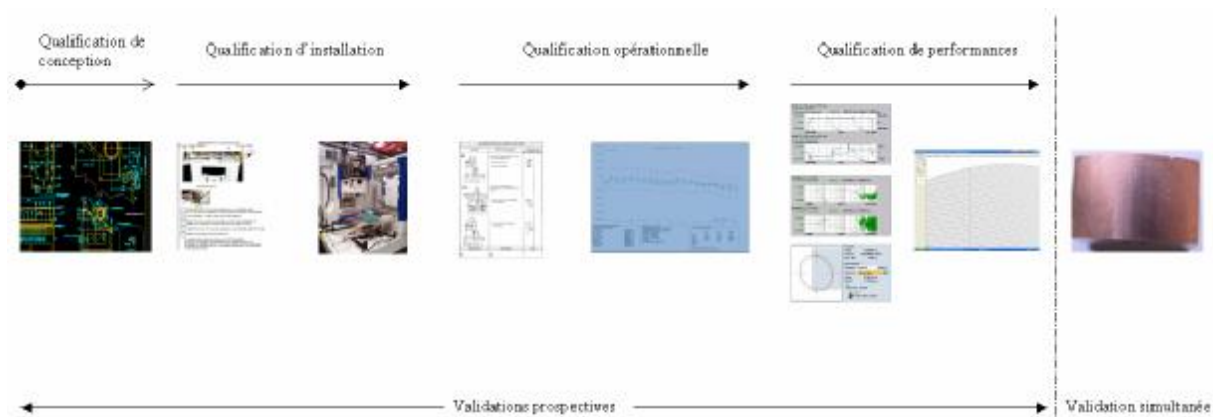


Figure 17. Chronologie de qualification d'une MOCN

Un second contrôle complémentaire est nécessaire en « post-processeur » (dans la matière). Dans la pratique les constructeurs ont recours à deux types d'évaluations :

- Les tests pratiques : qui renseignent sur le niveau moyen de qualité de la machine par le suivi d'une trajectoire dans l'espace pièce
- Les tests analytiques : qui permettent de mesurer individuellement les caractéristiques de chaque axe de la machine suivant son modèle géométrique.

2-2-1. Qualifications par tests matières :

Contrairement au modèle analytique de correction, dans le cas d'un usinage de pièce test type NAS, les défauts des axes ne sont pas identifiés, seule la somme de leur influence sur la position de l'outils est caractérisée

Les méthodes analytiques permettent de corriger des erreurs par réglages manuels ou par compensations informatiques.

Un moyen de contrôle de la performance d'une MOCN est l'usinage d'une pièce (normalisée) la pièce NAS (Figure 18). Ce test n'est en aucun cas une pièce de réglage (pièce de mise au point avant série), elle ne tient donc pas compte de toutes les conditions d'usinages et de coupes potentiels. (Lartigue et al. 1999), (Terrier et al. 2004), traitent de manière pertinente un très complet cas d'étude de qualification d'une MOCN UGV en post-processeur dans leurs articles.

Cet usinage est codifié par des normes : NF E60-172-7, ISO 10791-7 pour le contrôle des fraiseuse et des centres d'usinage permet de vérifier la qualité de l'interpolation linéaire par les 4 faces à 45° d'un carré et d'un plan incliné à faible pente. De plus la qualité de l'interpolation circulaire y est contrôlée (changement de sens, donc de quadrant) par le fraisage d'un cercle ce qui autorise un diagnostic de l'état de surface, l'exactitude des formes et la qualité de l'asservissement.

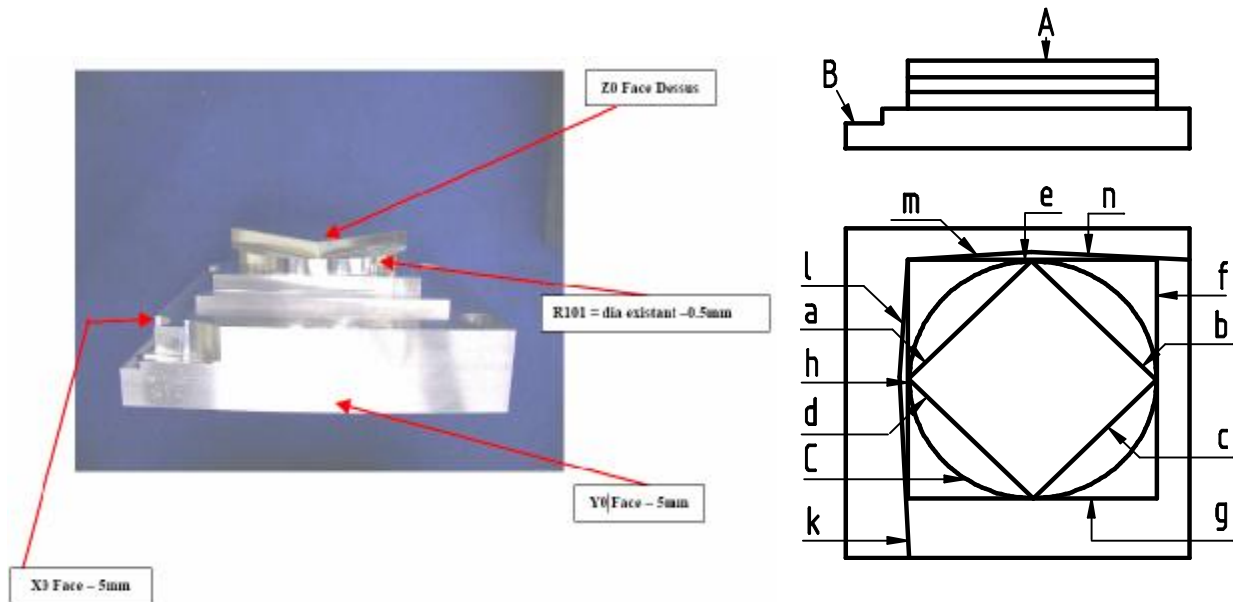


Figure 18. Usinage d'une pièce de référence: la pièce NASA

La vérification finale des performances machine se fait en usinant une pièce de référence qui rassemble des difficultés d'usinage, cette pièce passe ensuite en métrologie. La réception de la pièce faite référence au tableau des tolérances de la norme.

Afin d'assurer les meilleurs performances possibles en terme de qualité et de productivité, il est nécessaire d'intégrer un maximum de contraintes et de phénomènes lors de la génération des trajets d'usinage.

Bien que les pièces soit usinées à quelques centièmes, il est fréquent que les experts (usineurs confirmés) arrivent à partir d'une surface en situation d'examen visuel, à déterminer un certains nombres d'anomalie et de leur rattacher une cause :

- Erreur importante de cylindricité du cercle extérieur : mauvais alignement des gains, défaut de calibration ;
- Mauvais état de surface : fréquence de résonance mal traitées, variation d'accélération trop élevée ;

- Présence de méplat à chaque quadrant du cercle : pics d'inversion mal compensés ;
- Erreurs de contourage trop élevées sur les côté du carré : compensation en vitesse insuffisante, limite de compensation en température ;
- Erreur supérieur à la tolérance de contourage admise : compensation du couple mal traitée.

Cette méthode de vérification bien qu'elle permette d'obtenir une image réaliste de l'état de la MOCN, ne donne que des résultats ponctuels. Cette vérification ne permet pas de faire une analyse pertinente des défauts d'ordre mécanique ou électronique. Les possibilités d'interprétation ne sont pas clairement liées à des organes de la MOCN, ce test se place d'avantage côté client que côté constructeur pour valider les étapes précédentes d'assemblages de la MOCN car la vérification par usinage ne permet pas une analyse exhaustive et réutilisable dans le temps.

Notre prestataire (partenaire de la JVI) se rend prisonnier entre ces deux méthodes de qualifications normalisées qu'il maîtrise mal. Ce qui conduit à des réceptions machines conflictuelles, à une dégradations des performances :

- machine en premier lieu, mais également économiques car la prestation du partenaire ne se suffit plus à elle même
- intervention d'expert nécessaire à chaque réception
- écarts significatifs par-rapport au cahier des charges initial.

(Okafor et Ertekin 2000a) et (Okafor et Ertekin 2000a), relèvent bien que le contrôles de qualité machine essentiellement post-processeur dans leurs études ne peuvent pas lier les résultats obtenus à des causes déterminantes sur la géométrie de la MOCN ou de son assemblage. Dans notre cas d'étude, nous sommes encore impactés d'avantage par les conclusions précédentes car le gros œuvre de la machine est délocalisé. Un contrôle post processeur se révèle donc très largement insuffisant (ou précisément trop éloigné dans le temps) pour un diagnostic pertinent de la qualité d'assemblage de la MOCN. Un test physique dans la matière non conforme entraîne nécessairement :

- d'effectuer tous les tests de qualification (laser, géométrique, ball bar, analyse fréquentielle, temporelle, en courant) pour isoler l'étape du processus d'assemblage qui fait défaut ;
- de corriger cette étape (certaines fois purement numérique, mais aussi mécanique, électrique, électronique, logiciel) ;

-de reprendre l'ensemble des test de qualification de la MOCN afin de valider le complément de travail à apporter.

Nous voyons très clairement que c'est bien moins rentable (heures d'experts, coût changement de matériel, test, stock supplémentaire, coût d'immobilisation, délais client).

Il est donc incontournable d'utiliser un autre moyen de contrôle de la prestation du partenaire. Cette évaluation doit se faire plus en amont dans le processus d'assemblage.

Il existe toutefois une étape préliminaire possible à l'usinage et aux copeaux c'est la modélisation numérique (Figure 19).

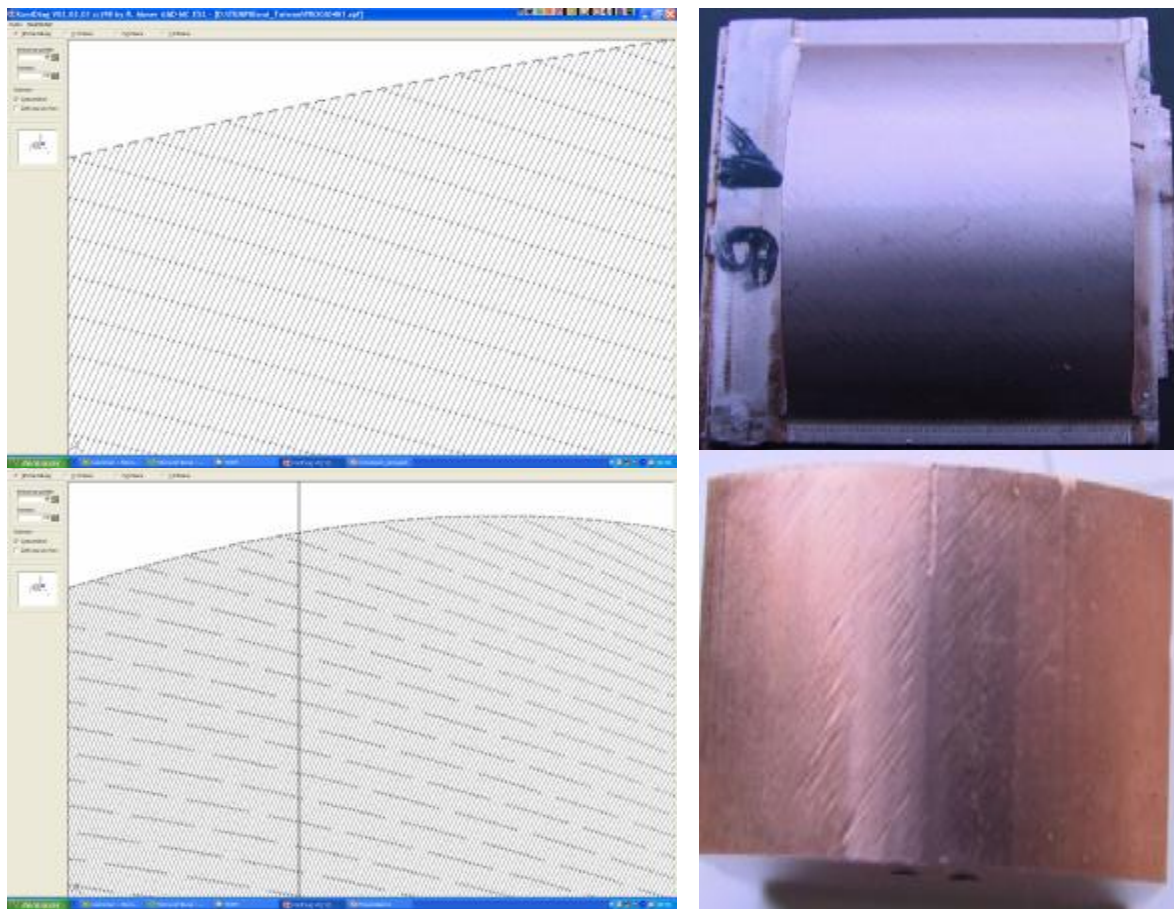


Figure 19. Modélisation et résultats d'usinage d'une pièce sur MOCN, HURON

Cette modélisation retranscrit le comportement à la pointe du porte outils une simulation numérique du modèle comportemental de la MOCN sur la pièce d'usinage.

Cette modélisation permet d'avoir une image (à interpréter) du futur usinage matière, il permet de limiter les opérations de copeaux mais n'éclaire en rien d'avantage le diagnostic possible lors de non-conformité sur l'origine des process incriminés

2-2-2. Tests Analytiques

Etalonner une cinématique consiste à retoucher physiquement la machine. Les erreurs géométriques ne sont pas facilement diagnosticables par les outils permettant de caractériser la performance d'une machine. C'est pourquoi, avant d'effectuer une quelconque mesure, il faut commencer par évaluer la géométrie machine et à travers cette action, évaluer la construction de la machine.

Les méthode de détermination de précision machine sont décrites dans la norme ISO/10791-2:2001, nous n'en ferons qu'une brève description laissant le soin aux lecteurs intéressés de se référer à la norme pour plus de détails de mise en œuvre.

Les méthodes de production privilégient aujourd'hui une relation directe entre la CFAO et la CN, cela induit une qualité irréprochable de la géométrie des MOCN, il est donc impératif que le repère orthonormé soit géométriquement parfait sur la MOCN afin de s'affranchir de ce premier problème de précision.

Les objectifs du contrôle géométrique peuvent être soit la vérification de la machine par rapport à un cahier des charges ou aux normes en vigueur, soit son étalonnage en vue de la corriger. (Okafor 2000) relève que les performances machines sont étroitement liées en premier lieu aux défauts géométriques causés par les imperfections sur la structure même de la machine : mauvais alignements, assemblages. Tous ces défauts doivent être identifiés, caractérisés, compensés et implémentés afin d'améliorer la performance globale de la machine.

Les tests analytiques (qui permettent de mesurer individuellement les caractéristiques de chaque axe de la machine suivant son modèle géométrique) sont en nombre fini sur une MOCN série à 3 axes linéaires orthogonaux comme nous le présente la figure 20.

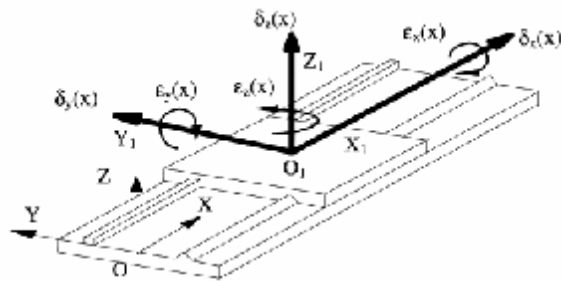


Figure 20. Schématisation des erreurs de positionnement sur une MOCN 3 axes.

Sur la figure nous relevons trois erreurs en translation selon:

- $\delta_x(X)$ de justesse
- $\delta_y(X)$ de rectitude
- $\delta_z(X)$ de rectitude

Et trois erreurs en rotation selon :

- $\varepsilon_x(X)$ de roulis
- $\varepsilon_y(X)$ de tangage
- $\varepsilon_z(X)$ de lacet

Ramené à la MOCN, le modèle analytique général est donc constitué de 18 fonctions d'erreurs et de 3 paramètres de position relative des axes (perpendicularité).

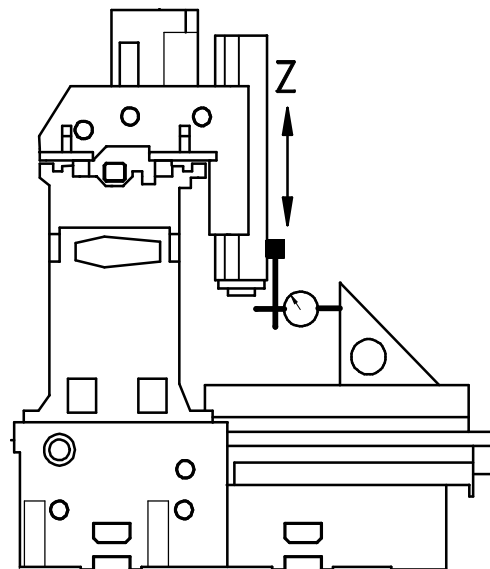


Figure 21. Contrôle géométrique suivant la norme ISO/10791-2 :2001

Le contrôle présenté en illustration sur la figure 21 est appelé le G19, il permet de vérifier la perpendicularité entre la broche et l'axe table par exemple, il s'apparente à un contrôle de parallélisme. Quatre autres contrôles sont nécessaires pour une cohérence qualitative de mesure, il s'agit du contrôle de rectitude (d'organe machine et de déplacement), de planéité, du parallélisme, de la rotations (faux-rond, déplacement axial, contrôle du voile).

Chacun des contrôles à son outillage adéquat : niveau, équerre, marbre, laser ou comparateur et nécessite un savoir faire particulier.

Dans ses deux études (Okafor et Ertekin 2000b) et (Okafor et Ertekin 2000a) relèvent bien que les contrôle de qualité machine étaient essentiellement post-processeur par usinage de pièce test. Mais rien ne liait les résultats obtenus à des causes déterminées sur la géométrie de la machine ou de l'assemblage de cette dernière. Tous les facteurs de construction machine étaient maîtrisés car la production n'était pas sous-traitée et pas soumise à des transports longs et des contraintes thermiques élevés. Dans notre cas nous sommes radicalement à l'opposé de ce schéma de production car le « gros œuvre de la machine est délocalisé », un contrôle post processeur se révèle très largement insuffisant pour un diagnostic pertinent de la qualité d'assemblage de la machine ce qui induit à priori des performances médiocres.

Le terme de qualification machine est marqué par un intérêt pratique : il évalue de manière immédiate la qualité d'assemblage des étapes précédentes dans le processus de fabrication de la machine. C'est une sorte d'état des lieux, comme une photo de la qualité d'assemblage (étapes précédentes et dans notre cas d'étude : en coopération et délocalisées).

2-3. Performance d'une MOCN

La performance globale d'une machine outil à commande numérique nécessite une chronologie de réglages, selon (Bearee 2005). Cette chronologie répond à une logique de commande d'asservissement, bien avant même de parler d'interpolation d'axes (David et al. 2004). La performance en phase de qualification machine évalue l'ensemble des paramètres utiles aux processus d'assemblages machine. La performance en phase de qualification machine n'apporte aucune validation machine au sens post processeur, programme pièce et

procédés de coupe. Elle a pour objectif de donner une image de l'efficacité des opérations d'assemblage d'éléments physiques (Figure 20). En effet, dans le cadre d'assemblages délocalisés, la connaissance de la géométrie machine ou des éléments d'assemblage n'est plus maîtrisée.

2-3-1. Processus d'évaluation

Le processus qui mène ou non à la qualification machine se décompose en deux types d'activités de qualification de sous-systèmes :

- Les chaînes matérielles (partie gauche de la figure) ou parties opératives ;
- La chaîne numérique (partie centrale de la figure) qui pilote la modulation d'énergie et répond aux exigences des boucles de régulations. Elle contrôle l'ensemble des axes machine et permet la génération d'un mouvement dans l'espace.

Le nombre impressionnant (Dessein 1997), de paramètres intervenant dans chacun de ces sous-systèmes, ainsi que les échanges d'informations pendant leur assemblage, sont des freins à la maîtrise du processus global, visant à respecter les critères de performance du produit fini.

Dans le cadre de centre d'usinage grande vitesse (UGV) à haute précision, il existe de nombreux verrous technologiques au niveau de chaque étape qui peut être synthétisé par le triptyque (figure 22) :

- Partie opérative comprend trois organes majeurs qui sont les actionneurs électriques, un mobile : principalement les axes machines et la transmission très fortement liée à la qualité de la vis à billes utilisée
- La modulation d'énergie (entièrement numérique) est contrôlée électroniquement et répond aux exigences des boucles de régulations (couple, vitesse)
- La commande numérique contrôle l'ensemble des axes machine et permet la transcription d'un mouvement outils dans l'espace. Globalement elle répond à trois besoins : des calculs de consignes de position, la gestion des boucles d'asservissement à partir d'une position mesurée par capteur associée au mobile, la définition des compensations, sortes de corrections de consignes afin d'anticiper les erreurs statiques et dynamique d'un axe.

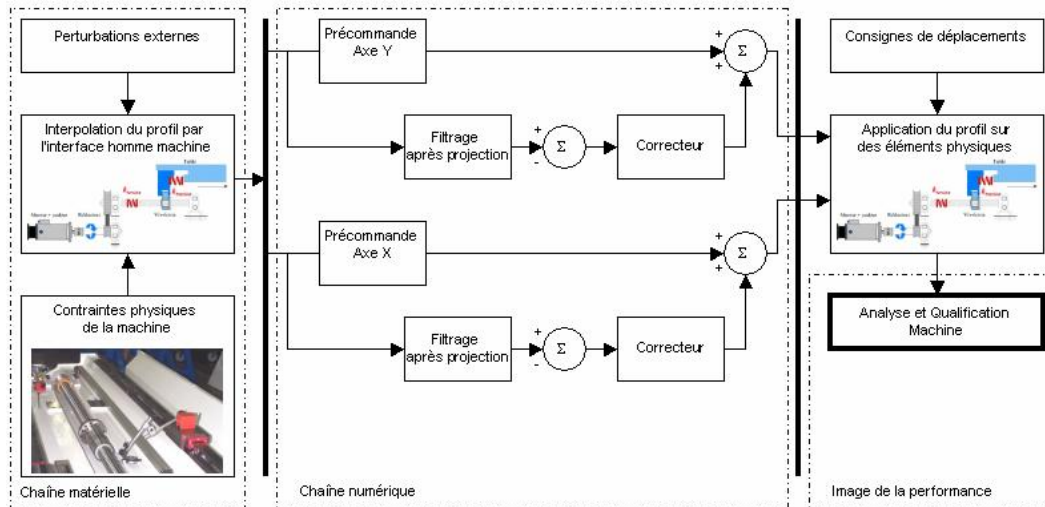


Figure 22. Chaîne matérielle, chaîne numérique et qualification machine.

2-3-2. Outils numériques de qualification

Comme nos opérations de qualification se déroulent avant la réception du client, les méthodes basées sur l'usinage de pièces spécifiques ont été écartées, pour des raisons économiques. Nous avons appliquées les méthodes exploitant les résultats issus de mesures sur des mouvements d'interpolation sans charge. Pour répondre à cela plusieurs outils sont indispensables à la qualification d'une MOCN leurs utilisations à « tiroirs » sont présentés sur la figure 23.

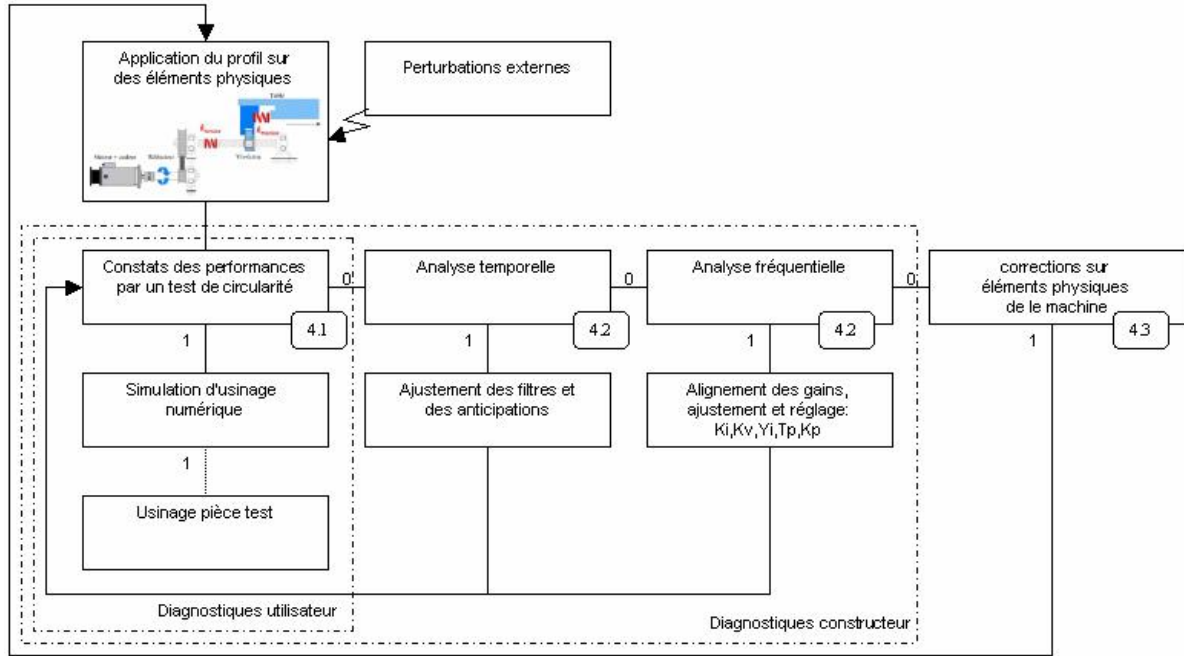


Figure 23. Outils numériques de qualification de MOCN.

Le test de circularités se fait conformément aux normes ISO, ANSI, JIS, QS9000 et ATA. Il permet de vérifier l'ajustement des tolérances de fabrication des sous-ensembles fonctionnels, la calibration, la comparaison entre machines et un diagnostic physique de la machine en cas d'erreurs: jeu latéral, rectitude, vibration et toutes erreurs d'assemblage géométriques générales. Le tracé du test de circularité est une représentation polaire des erreurs radiales, obtenue lorsqu'un mobile parcourt une trajectoire circulaire. L'erreur radiale est obtenue en faisant la différence entre le rayon du cercle théorique et le rayon mesuré à chaque période d'échantillonnage. En un seul test, deux classes de problèmes sont identifiées, liées aux chaînes matérielles et numériques. Quatre tracés (deux concentriques en limite de tolérance et deux autres polaires en contournage horaire et anti-horaire) constituent le contrôle du ball bar.

Le test de circularité n'est que la première étape, (Oduguwa et Roy 2006), du diagnostic effectué par un utilisateur de machine. Cette étape peut se suffire à elle-même si le résultat est dans les tolérances.

En revanche si un quelconque écart est relevé (pic à l'inversion, déviation au contour, pitch...), deux tests numériques supplémentaires sont nécessaires pour séparer les problèmes d'origines physiques de ceux d'optimisations numériques. Les deux tests supplémentaires

(tracés fréquentiel et temporel) sont des fonctions oscilloscopes intégrées à la commande numérique, ils ne donnent pas une solution générique au couple diagnostique/résultats. Ils ne nous sont accessibles et exploitables que par notre position de constructeur, seul détenteur de l'entière plate-forme logicielle (cycles, commande numérique, programme automate source, interface homme/machine).

Les grandeurs observables sur l'oscilloscope sont illustrées par deux types de tracés :

- Analyse temporelle : elle met en œuvre des procédures de réglage basées sur la réponse temporelle des boucles d'asservissement. Elles permettent d'évaluer les temps de réponses du système, l'amplitude des variations de vitesse et de courant, l'amplitude du premier dépassement et la fréquence d'oscillation.
- Analyse fréquentielle : elle permet de visualiser la fonction de transfert d'une boucle de régulation à partir d'une expérimentation machine. Sa représentation passe par un tracé de bode incluant une courbe de gain (exprimée en dB) en fonction de la fréquence et une seconde exprimant la fréquence en radian. Ces représentations montrent la marge de stabilité pour faire face aux imprécisions des axes et caractérisent les résonances mécaniques qui affectent la machine.

C'est une fonction intégrée à la commande numérique qui permet de visualiser et d'analyser les valeurs acquises au cours d'un test. Les grandeurs observables sur l'oscilloscope sont : le couple (en pourcentage du couple maximal de la partie puissance utilisée), la vitesse, le déplacement, on peut donc effectuer deux types de tracés, le premier en fonction du temps (Figure 24) et un second (Figure 25) dans l'espace des fréquences.

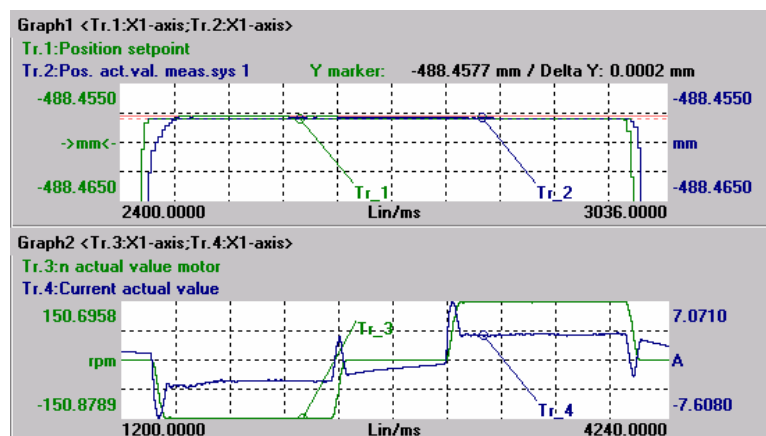


Figure 24. Tracé en fonction du temps, écran oscilloscope CN-SIEMENS

Sur le tracé en fonction du temps, l'axe des abscisses est gradué en ms, ces courbes mettent en œuvre des procédures de réglage basées sur la réponse temporelle des boucles d'asservissement et permettent d'évaluer :

- les valeurs atteintes
- les temps de réponses du système
- l'amplitude des variations de vitesse et de courant
- l'amplitude du premier dépassement
- la fréquence d'oscillation.

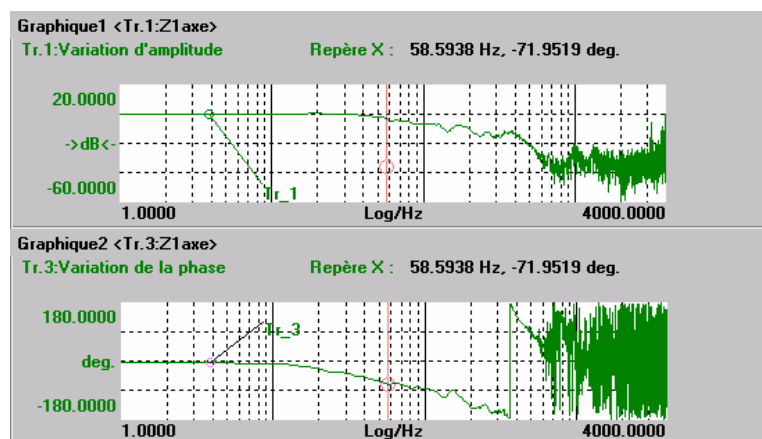


Figure 25. Tracé en fonction de la fréquence, écran oscilloscope CN-SIEMENS

Le tracé en fonction de la fréquence (FFT) permet de visualiser la fonction de transfert (fonction mathématique qui décrit un comportement dynamique¹) d'une boucle de régulation à partir d'une expérimentation machine, sa représentation passe par un tracé de bode (figure 25).

Le tracé comprend deux courbes : une courbe de gain (exprimée en dB) en fonction de la fréquence et une seconde exprimant la fréquence en radian. Ces représentations permettent essentiellement :

¹ Fonction de type : $Y(p)=H(p).E(p)$

Y : sortie du processus comme la vitesse mesurée sur l'arbre moteur

H : fonction de transfert du processus

E : consigne d'entrée du processus comme la référence vitesse

P : opérateur Laplacien de type $j\omega$, $\omega=2\pi f$

- de régler les paramètres du régulateur de la boucle
- de faire une analyse de la marge de stabilité pour faire face aux imprécisions des axes et aux modifications des paramètres dans le temps
- de caractériser les résonances mécaniques qui affectent les axes machine et donc de définir des filtres adaptés.

La représentation spectrale de bode retranscrit les dégradations en fréquence. Par exemple, un processus sort un output déformé par-rapport à l'input tel une excitation en créneaux sera propre en entrée et rabotée à la sortie, ou une sinusoïde propre en entrée sera déphasée en sortie.

La stabilité et la robustesse d'un système ne s'étudient pas en boucle ouverte. Or la FFT ne le permet pas directement. Il faut étudier l'éloignement de la fonction de transfert au point de limite de stabilité (gain=0, phase à -180°). Plus ces marges sont grandes, plus la réponse sera amortie et plus la boucle de régulation sera tolérante aux variations paramétriques du processus à piloter. Mais si l'on choisit de travailler avec des marges de stabilité trop élevées c'est au détriment de la rapidité, l'optimum étant le compromis rapidité-stabilité.

La rapidité d'asservissement est mesurée par sa bande passante et plus cet intervalle de fréquence est élevé plus l'asservissement est capable de répondre aux sollicitations de fréquences élevées.

Les méthodes d'évaluation globale de la qualité des MOCN sont longues (pré et post processeur). Beaucoup de matériel doit être mis en œuvre pour la qualification pré processeur et ceci pour un coût très élevé en matière pour la qualification post-processeur avec dans les deux cas des experts métiers (souvent différents).

2-4. Le ball bar comme un inducteur de performance

Nous l'avons vu précédemment la MOCN est composée d'une partie opérative pilotée par un contrôleur (Directeur de Commande Numérique, DCN).

La qualité de la MOCN dépend donc de la géométrie de la partie opérative, de la commande générée par DCN et de l'assemblage de la plate-forme (composants, sous-ensembles, logiciels).

Le contrôle de la géométrie de la partie opérative peut se faire en phase de pré processeur, la commande DCN et le contrôle de l'assemblage de la plate-forme reste une problématique à

part entière car les défauts entre les organes mécaniques et le comportement dynamique de la plate-forme ne peut se faire que sur un contrôle global par le contrôleur, c'est la qualification de la MOCN.

On constate, depuis quelques années, l'apparition de nouveaux moyens de mesure capable de simuler un usinage avec une opération de métrologie intégrée : ball bar (Figure 26) ou grille bidimensionnelle.

C'est la notion de kilomètre 0 ou état de référence moyen de production qui permet d'estimer la performance de la machine après sa phase d'assemblage.

Afin d'évaluer cette performance et déterminer la cause éventuelle des défauts mesurés un outils a été développé : le servo-trace. Renishaw, Fidia, Profactor, KGM, Heidenhain, IWF sont autant d'entreprises qui ont développé un tel outil de diagnostic.

Dans la littérature scientifique le servo-trace ball bar a été introduit par (Knapp 1986). Il fut le premier à développer une procédure pour détecter par analyse les tracés issus de défauts géométriques. (Kakino et al. 1993) fut le premier à l'employer pour valider la performance de la MOCN. (Jywe et Liu 2000) fut le premier à interfacer les tracés à une station pc.

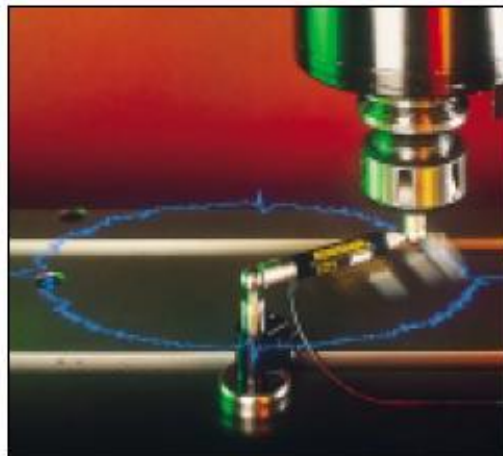


Figure 26. Présentation de l'outil Ball Bar de Renishaw

2-4-1 Présentation du système :

Le système se compose de trois éléments principaux :

- une tête à trou conique, montée dans le porte-outil
- une bille magnétique solidaire à un pied magnétique

- un vérin équipé d'une règle absolue donnant les variations de positions à un ordinateur.

L'ensemble s'assemble par liaison magnétique aux deux éléments précédents permettant un montage rapide et précis.

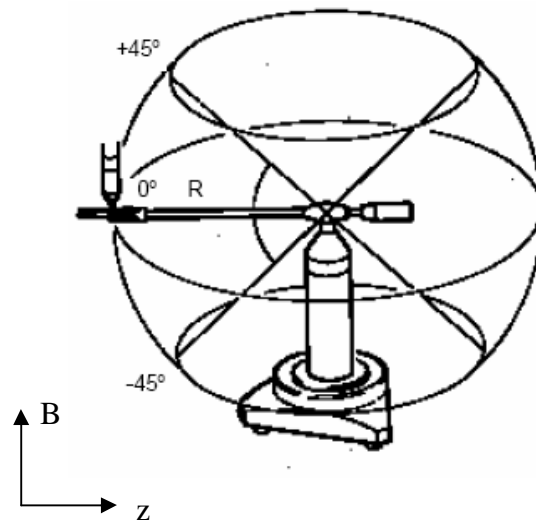


Figure 27. Représentation du contrôle dans l'espace

Le contrôle des caractéristiques géométriques et de la qualité des asservissements des axes de la machine sur laquelle le dispositif a été installé. En relevant les variations de longueur du vérin au cours d'une interpolation circulaire de la broche autour de l'axe B,z parallèle à l'axe de la broche et passant par le centre B de la bille du pied du Ball Bar (Figure 27).

Un programme simple réalisant une interpolation circulaire autour du point B est ensuite exécuté. L'utilisation spécifie la vitesse d'interpolation à laquelle on souhaite déterminer les performances de la machine, les relevés d'allongement du vérin au cours de l'interpolation circulaire sont enregistrés en cours de déplacement.

Dans l'hypothèse d'une machine parfaite, les variations de longueurs du vérin devraient être nulles.

2-4-2 Interprétation des relevés Ball bar

La trajectoire théorique est représentée par le cercle en pointillés. La forme et l'amplitude de la trajectoire mesurée renseignent sur les défauts présents sur la machine. Ces renseignements

permettent à des « experts » de distinguer les défauts géométriques, de réglage des asservissements ou l'assemblage de la plate-forme.

Ce tracé est une représentation polaire des erreurs radiales, obtenue lorsqu'un mobile parcourt une trajectoire circulaire. Il met en œuvre un couple d'axes dans un plan, l'erreur radiale est obtenue en faisant la différence entre le rayon du cercle théorique de l'essai et le rayon mesuré à chaque période d'échantillonnage. Les écarts radiaux (Figure 28) saisis sont représentés de manière agrandie. Chaque axe reçoit une commande en vitesse variant selon une fonction sinusoïdale. On obtient en un seul test, la possibilité d'identifier une douzaine d'erreurs parmi lesquelles figurent des erreurs géométriques (liées à la construction physique de la machine).

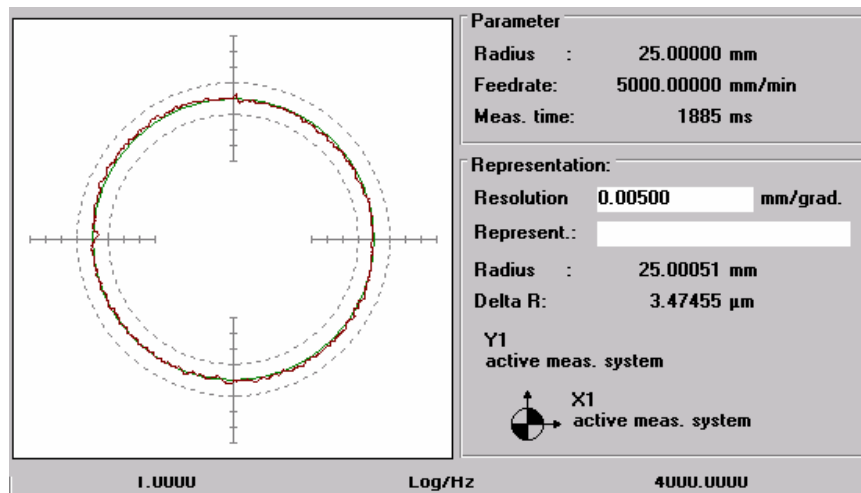


Figure 28. Test de circularité, écran CN-SIEMENS

En observant la forme du tracé, on peut identifier certains problèmes physiques : inversion de jeu, erreur de perpendicularité, d'asservissement : d'échelle ou cyclique. A partir d'allures caractéristiques, cet outil n'interprète pas les erreurs, il ne donne qu'un état machine. Tout le travail revient à mettre en œuvre les mesures appropriées pour quantifier les erreurs et les compenser. Comme nous venons de le souligner, toutes les erreurs réduisent la précision mais elles ne peuvent pas toutes être compensées par la plate-forme logiciels, un mauvais alignement des axes, réglages des guidages, précontraintes sur les vis à billes ne peuvent assurément pas trouver de réglages purement logiciel.

Cet outil nécessite toutefois un minimum d'équipements nécessaires de relevés de tests et un temps de mise en place. C'est pour cela et grâce au développement des commandes numériques avançant au rythme de l'informatique que cette fonction d'analyse (Ball bar) est intégrée à la CN. A l'inverse du système Ball Bar qui tire ces informations de la mesure des déplacements d'une jauge, le système intégré prend ses données sur les codeurs des axes étudiés

La justification de l'utilisation du test de circularité intégré à la CN repose donc principalement sur une phase d'installation physique réduite à 0. Pas de réglage du système (l'interpolation circulaire autour de la bille, précision de la position du point B), positionnement du centre de la bille magnétique exactement sur l'axe de rotation. C'est une fonction intégrée dans le directeur de commande qui lors d'une interpolation circulaire de deux axes enregistre un graphique. Le test de suivi de trajectoire circulaire, bien qu'il ne puisse à lui seul permettre d'identifier et de corriger toutes les sources de défauts présentes sur une machine, permet cependant d'en déduire les principaux défauts d'optimisations (filtres et consignes) à moindre frais. Ce qui justifie la généralisation de l'implantation de la fonction servo-trace ball bar dans la plupart des CN. Il n'y a donc pas d'investissement supplémentaire pour un constructeur ou sous-traitant. Chaque machine assemblée peut être évaluée par son propre outil intégré. On peut toutefois se poser la question de la légitimité de ce test qui fait partie intégrante de l'objet à évaluer.

Lors de la réalisation d'une interpolation circulaire, les mesures des codeurs des deux axes en mouvement sont enregistrées puis reportées sur un servo-trace.

Ce procédé peu coûteux à mettre en place, ne permet pas pour autant la même finesse d'analyse (automatique) des caractéristiques de la machine. Le tracé obtenu alors présente la superposition des différents effets de ces défauts qui doivent tout d'abord être identifiés indépendamment les uns des autres. Il est nécessaire d'avoir recourt à des experts métiers pour évaluer les causes. Nous pouvons rapidement voir que la machine a un ou des défauts (représentation par graphique) en revanche le diagnostic est quasiment impossible sans connaissances métier particulières. En effet, le relevé de mesure effectué sur une machine traduit généralement plusieurs défauts, d'amplitudes différentes, présents simultanément sur la machine.

Contrairement aux autres outils intégrés dans la CN (l'oscilloscope et la fonction FFT) qui ne peuvent donner de manière évidente une solution générique au couple diagnostique/résultats,

le ball bar permet en plus de faire un diagnostic physique de la machine en cas d'erreurs. Ces erreurs (jeu latéral, rectitude, vibration et toutes erreurs d'assemblage géométriques) induisent les défauts suivants :

- l'hystérésis circulaire : différence radiale maximale sur trajectoires réelles réalisée en sens horaire et anti-horaire
- l'écart de circularité : distance radiale minimale entre les deux cercles (concentriques) enveloppant la trajectoire réelle
- l'écart radial : écart entre la trajectoire réelle et la nominale des trajectoires simultanées de deux axes linéaires.

Cet outil permet de tester la qualité des asservissements des axes et constitue un outil de réglage et de compensation des dérives des asservissements. Les caractéristiques des composants constitutifs (différence entre le cahier des charges Huron et la réalité du partenaire Leaderway) sont sujettes à des variations et c'est la justification de cette thèse. Le Ball Bar permet de donner une image du travail réalisé par le partenaire. De ce fait, on peut déterminer à moindre frais les caractéristiques de la machine en terme de précision, rapidité et stabilité. Toutefois, et c'est l'intérêt de notre thèse, il permet une évaluation de la qualité d'assemblage de la machine outil et de son intégration.

L'avantage principal de l'outil ball bar intégré est de déterminer les caractéristiques non plus d'une machine seule mais d'un système (sous ensemble fonctionnel, configuration matérielle, plate forme logicielle et machine).

2-4-3. Le Ball Bar : un inducteur de performance opérationnel

(Lei et al. 2006) puis (Desta et al. 2003) : justifient l'utilité du BB pour générer un feedback afin d'améliorer la qualité du processus de production. Ils tentent de caractériser des formes associées et reproductibles à des imperfections sur une partie du processus de production mais sans donner une corrélation à la performance de l'assemblage de la MOCN.

Pour (Zargarbashi et Mayer 2005), (Zargarbashi et Mayer 2006) cet outil s'inscrit dans le cadre de l'amélioration de la qualité de production par le suivi et le contrôle de performances. Le Ball Bar intégré peut être vu comme inducteur de performance car la cinématique des solides rigides est associée aux transformations homogènes utilisée pour l'analyse et la synthèse des erreurs lors des mouvements des MOCN. L'erreur générée par une source

individuelle de calcul permet une action correctrice isolée sur un organe composant de la MOCN.

Si le test du Ball Bar autorise un lien entre l'image d'une surface de sortie et une étape physique dans le processus d'assemblage machine il permet également de faire un diagnostic physique de la machine en cas d'erreurs: jeu latéral, rectitude, vibration et toutes erreurs d'assemblage géométriques générales. Dans le prochain paragraphe nous allons détailler l'analyse du test ball bar qui donne une image (interprétable) de la performance en phase de qualification machine.

3- Expérimentations industrielles

La formalisation du problème expérimental est la phase clef de ce paragraphe car elle conditionne les résultats et une réponse à la problématique industrielle exposée au chapitre premier. La mise au point de la méthode expérimentation à été choisie afin de prévoir la réponse au phénomène physique (uniquement pour des paramètres étudiés et variant dans notre domaine expérimental : MOCN 3 axes).

Dans le domaine de la mécanique, les activités de R&D incluent souvent des études expérimentales. Notre problématique peut s'apparenter à l'approche phénoménologique qui a pour but en l'absence de modèle et de connaissances précises sur un phénomène physique, d'élaborer un modèle expérimental permettant d'appréhender le phénomène physique par la connaissance de sa surface dans le domaine expérimental. Dans une approche où un nombre important mais fini de facteurs interviennent, les essais ont pour but dans l'espace de variations des facteurs de :

- Dégager les influences des facteurs sur la réponse
- Rechercher les valeurs extrema des réponses
- Obtenir une certaine modélisation du système

L'intérêt de ce travail réside dans la possibilité d'obtenir une loi du comportement du système difficilement modélisable, pour développer l'équation sur la performance au chapitre suivant.

Les valeurs quantitatives des réponses sont liées à des configurations particulières d'expérimentation et pas forcément extrapolables à d'autres conditions de fonctionnement (changement de structure de machine, prestataire, constructeur).

La qualité dépend fortement du choix du modèle, étape primordiale dans l'analyse des résultats d'essais. L'estimation du modèle est effectuée sur l'ensemble des essais effectués. Nous supposons donc que l'ensemble des expériences est représentatif du phénomène étudié. Nous avons eu recours à deux techniques d'expérimentation :

- Les plans d'expériences :

Cette technique minimise la dépendance de la modélisation expérimentale vis-à-vis des essais. Les plans d'expérience permettent d'adopter une démarche formelle dans la définition des essais, évitant les inconvénients d'une stratégie de tâtonnements. La meilleure précision étant obtenue lorsque tous les facteurs varient dans chaque expérience. Son principe peut se résumer en une étude aux bornes d'un phénomène avec l'hypothèse de variation (linéaire) entre ces bornes. D'où une diminution du nombre d'essais, possibilité d'étudier un grand nombre de facteur, détection des interactions entre les facteurs, modélisation des résultats, implémentation des résultats et des facteurs correctifs.

Notre expérimentation consistera en une recherche d'extremum (défaut le plus élevé) en étudiant un maximum de facteurs avec un minimum de niveaux, de manière à faire ressortir les facteurs les plus influents.

L'étude du plan d'expérience complet est N^k , expérimentations d'un système comportant K facteurs à N niveaux. Le nombre de facteurs et de niveaux étant considérable, ces expérimentations sont peu compatibles avec la réalité industrielle. Nous limiterons donc l'étude à 8 cas d'expérimentations (choix industriels) présentés dans ce chapitre dont l'un d'entre eux fait l'objet d'un développement complet.

- Technique d'apprentissage :

Par la découverte, modéliser un modèle physique, à partir de résultats expérimentaux. Cette technique se limite à découvrir des relations entre les facteurs d'entrée et les réponses du système. Cela consiste à apprendre des règles de bases à partir des résultats expérimentaux. L'inconvénient est de ne pas fournir de modèle explicite. Cette approche a l'avantage d'autoriser la prise en compte d'informations continues, discrètes et qualitatives : propre à une démarche de transfert d'activités délocalisées.

3-1 Présentation de la configuration matérielle

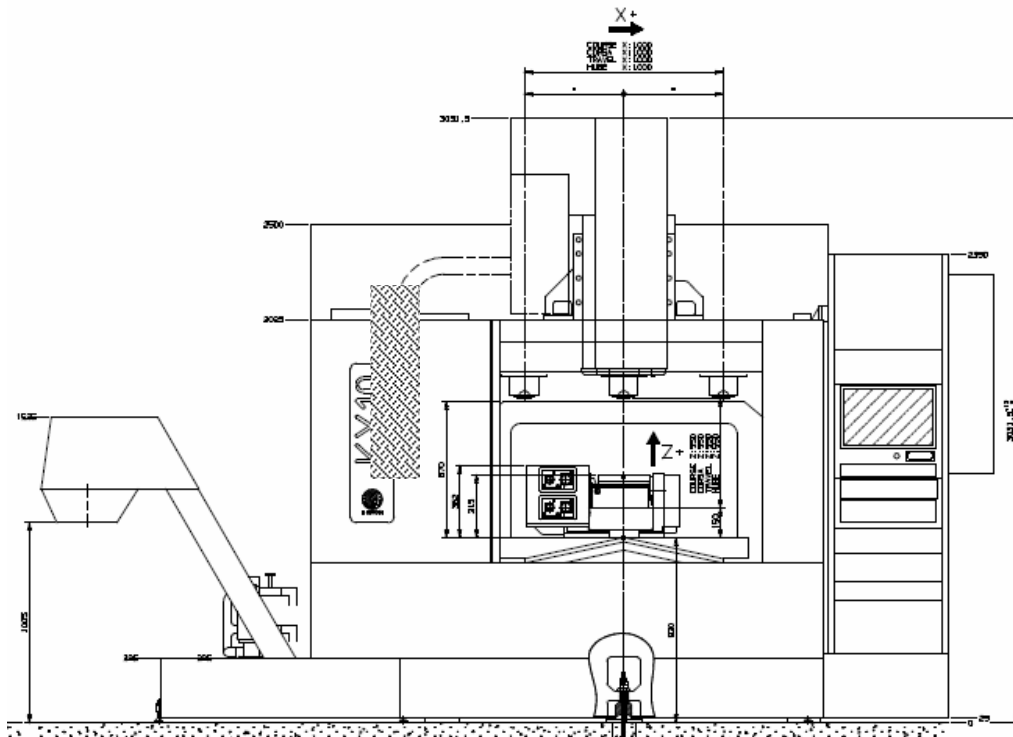


Figure 29. Plan commercial de la MOCN d'étude



Figure 30. Photographie (en cour de montage de la MOCN d'étude)

Machine 3 axes, équipée d'une commande numérique Siemens (Figure 30), NCU571.4 référence constructeur 6FC5357-OBB12-OAE0 sur une PCU50 V2 XP référence constructeur 6FC5210-ODF21-2AA0. La partie entraînement d'axes est composée :

- de cartes de régulation « High standard » de Siemens :

6SN1118-ODM33 sur les axes X, Y et Z

6SN1118-ODM31 sur l'axe changeur

6SN1118-ODJ21 sur l'axe broche (18000Rpm, 10 kilowatts de KESSLER)

- et de moteurs Siemens :

1FK7103-5AF71-1AG3 sur les axes X et Y

1FK7085-7AF71-1AG3 sur l'axe Z

1FK7042-5AF71-1AE0 sur l'axe changeur

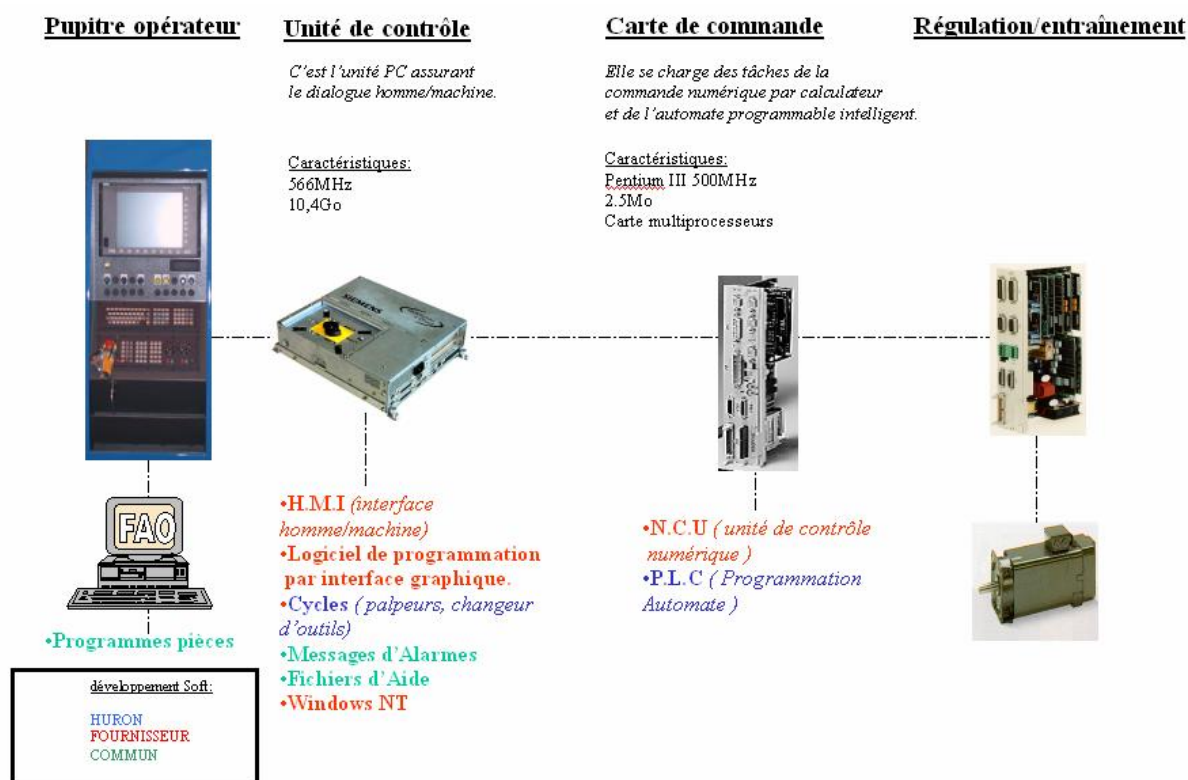


Figure 31. Synoptique de la plate-forme matérielle et logiciels d'étude

3-2 Description de la plateforme logicielle

La plate-forme logiciels est composée du :

NC SW 06-05-25 / 12 Axes

HMI SW 06-04-21

SM OPEN V 06-04-04

PLC Base 52.0.

3-3 Relevés industriels

Nous avons mentionné précédemment la présentation de 8 cas relevés à réception machine dont nous ferons ci-dessous une présentation pour finir sur une analyse complète de l'un des cas. A chacun des cas correspond un complément d'activités nécessaires à la mise sur le marché de la machine. Pour cela il nous est essentiel de donner une première image de la qualité à réception. Mais également de donner une seconde image après optimisation afin de souligner jusqu'à quelle finesse corrective il est possible d'aller pour chacun des cas. Afin de ne pas surcharger cette thèse nous avons très volontairement choisi de contenir chacun des 8 cas résumés, les relevés étant nombreux nous nous limiterons à la présentation de deux états : l'un de constat et/ou le second après correction.

3-3-1 Cas n°1 : référentiel de situation, l'idéalité

Les relevés de fréquences propres par axe de la chaîne cinématique sont corrects. Les tests de formes circulaires présentent pas d'erreurs > 4,5 microns à F=5000.

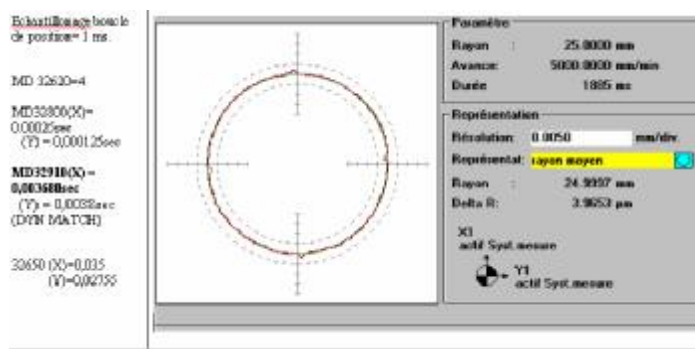


Figure 32. Test de forme circulaire axe ZX, F5000

L'ensemble des processus de montage mécanique maîtrisé, la cinématique de la machine est correct. La plate-forme logicielle est classique et la configuration matérielle Siemens est standard. Bonne cohérence d'optimisation (valeur de compensation et filtre).

Curv_effect_on_path_jerk	Temps usinage a F10000	Etat de surface
MD 20603 = 1	20,21 min	correct
MD 20603 =2,5	19,69 min	correct
MD 20603 = 5	16,73 min	bon

Tableau 4. Résultats des différents essais réalisés sur pièce Test type Mercedes

Les conditions posées par les grandes vitesses de coupe et d'avance sont acceptables:

- temps d'adaptation à la géométrie court et grande capacité d'interpolation grâce à l'utilisation d'un programme d'usinage avec une grande densité d'informations.
- temps de contrôle et de réglage de position très court par l'utilisation rapide des informations du système de mesure et des règles de déviation du contour.
- structures des régulateurs très performantes qui ne tiennent pas compte des erreurs de contour dues aux phénomènes d'accélération et de décélération.

3-3-2 Cas n°2 : Défaut naturel

Derrière ce terme nous regroupons, le temps d'acheminement machine (flat au départ de Shanghai, réception à J+8 semaines à Anvers, les ballottements maritimes, le temps de latence chez le partenaire avant expédition).

Ci-dessous la résonance d'un axe machine après transport maritime, représentation des erreurs au contour constatées (partie gauche de la figure 33)

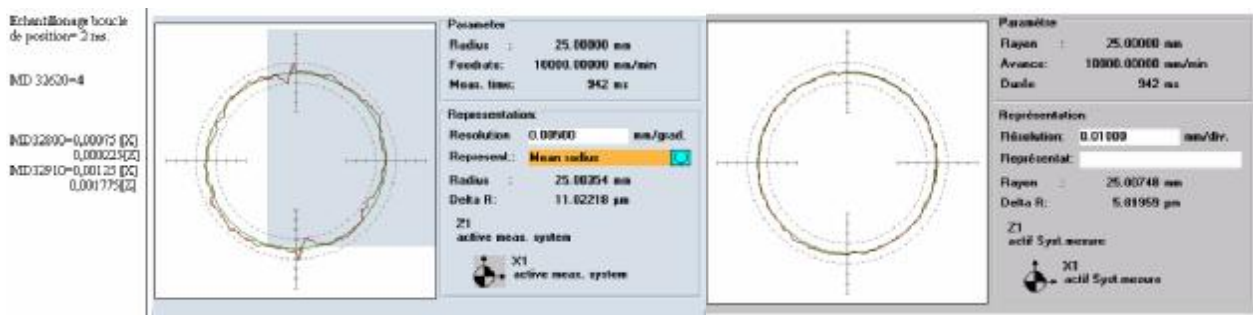


Figure 33. Test de forme circulaire, XZ, F10000

Afin de trouver la meilleure façon de réduire l'erreur delta R un relevé de position par axe s'impose. Le relevé nous montre une sur-oscillation de l'axe X sur un échelon de position. Compte tenu des défauts de sur oscillations relevés en boucle de position de l'axe X il est nécessaire de placer le filtre de consigne vitesse (MD1503) à 12ms.

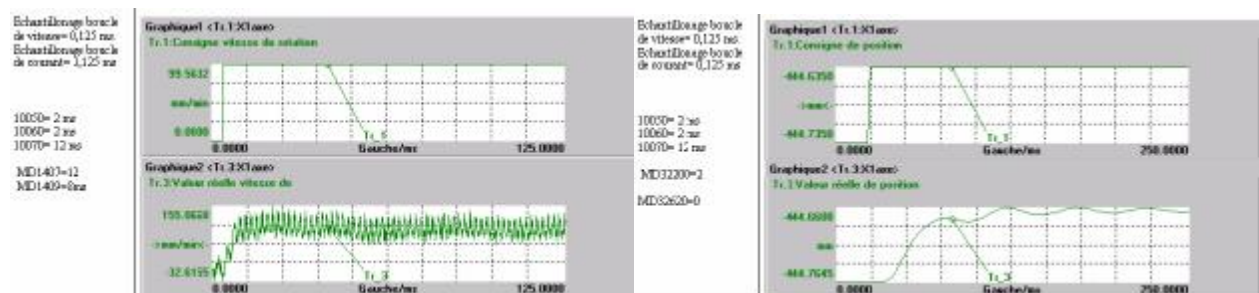


Figure 34. Relevé boucle de vitesse axe X (09/2008)

La modification de ce filtre permet de diviser par deux l'erreur.

3-3-3 Cas n°3 : Défaut d'un composant de régulation

A réception l'erreur est de plus de 170 microns, après avoir tenté une optimisation purement numériques (paramétriques ou filtres de consignes), il est impossible de réduire ce défaut inférieur à 39 microns.

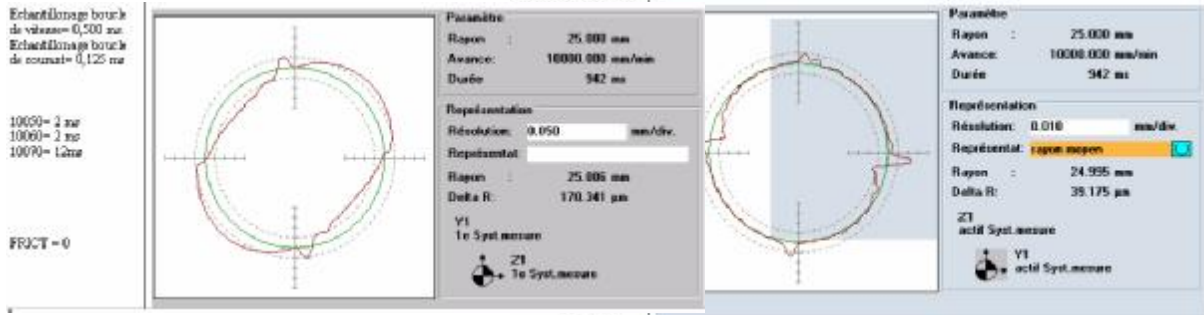


Figure 35. Mesure directe axes YZ, F10000

La CN impose des conditions très sévères aux bâtis (précision instantanée, maintien, ce qui induit de ceux-ci une parfaite maîtrise d'assemblage dans son sens le plus strict). Dans ce cas précis, ce ne sont pas des éléments de la structure mécanique qui sont en causes mais bien l'unité d'avance. L'unité d'avance (comprenant un régulateur, un système de commande et un servo-commande AC) n'arrive pas à gérer les phénomènes d'accélération et de décélération. Ces phases induisent des masses d'équilibrage incontrôlables, une augmentation du nombre de calories à dissiper et une difficulté à l'amortissement des vibrations.

Le remplacement de la carte de régulation par une High Standard Siemens 6SN1118-ODK23, permet de porter à 12 microns l'erreur.

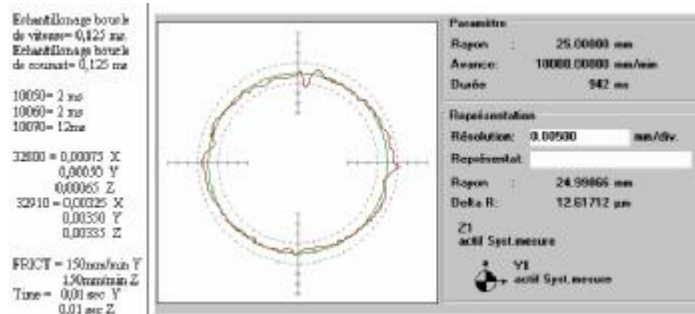


Figure 36. Mesure directe axes YZ, F10000

3-3-4 Cas n°4 : Erreurs aléatoires

Pendant les mouvements, les erreurs de position d'un axe de machine durant des cycles répétés possèdent des caractéristiques apparemment aléatoires dues aux nombreuses sources d'erreurs inconnues. Les erreurs de mouvements d'une MOCN possèdent 2 composantes : une déterministe (répétable), l'autre stochastique (non répétable).

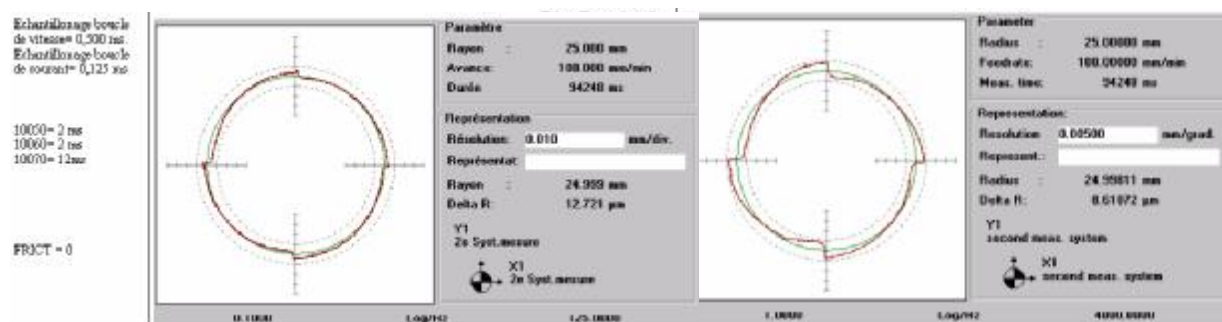


Figure 37. Mesure sur codeur moteur axe XY, F100

D'un point de vue purement expérimental, les défauts machines peuvent être de deux natures : les erreurs du calculateur et les erreurs de déplacement dues à un défaut dans la chaîne cinématique.

Les quatre points de changement de quadrant sont des localisations de variations d'efforts de coupes et d'inversions de sens de déplacements. Les inerties mécaniques et les jeux dans la chaîne cinématique (découlant de l'assemblage délocalisé) complètent les défauts que nous voyons apparaître sur la figure.

Après plusieurs cycles de rotation, le défaut tente à se réduire naturellement, comme après un rodage machine sans pour autant avoir la nécessité d'être corrigé par une boucle au point de tangence par découpage d'interpolations linéaires.

Une trajectoire présentant des oscillations autour de la trajectoire programmée et ceci quelle que soit la position angulaire au cours de la rotation permet de conclure à la présence de vibrations dues par exemple à un mauvais positionnement de la machine sur son socle.

L'amplitude de l'écart par rapport à la trajectoire programmée permet en quelques rotations, de revenir à une erreur au contour < à 10 microns.

3-3-5 Cas n° 5 Défaut d'optimisation numériques

L'optimisation assistée par ordinateur est nécessaire pour l'utilisation de nouveaux concepts de réglages digitalisés, comme le régulateur de position avec observateur de charge. La mise en exploitation manuelle est trop complexe étant trop chronophage.

L'utilisation d'un régulateur de position permet d'éliminer la résonance due aux perturbations. L'optimisation basée sur la même dynamique n'est appliquée qu'aux axes nécessaires à la définition du contour. Ces paramètres sont comparés à la réalité géométrique et établissent la base de l'optimisation.

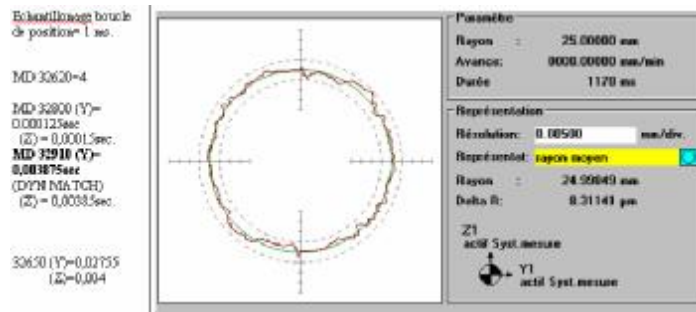


Figure 38. Test de forme circulaire YZ F8000

Les valeurs limites maximales comme l'intensité, le nombre de tours et la capacité de fonctionnement doivent être spécifiques. L'optimisation du réglage d'un axe apportera des modifications à tous les axes, de l'intensité à la fréquence de rotations en passant par le réglage extérieur de position.

Pour identifier les paramètres du régulateur de fréquence, on envoie un signal échelon à l'entrée du circuit fermé du réglage d'intensité (figure 39). Grâce à la dynamique du régulateur, les phénomènes transitoires s'atténuent très vite. L'exécution de la mesure, basée sur un modèle mathématique du trajet sera déduite de l'enregistrement de la réponse à l'échelon. Par une analyse supplémentaire de Fourier, avec un spectre de fréquence qui lui est propre nous constatons soit le côté rigide d'un axe soit son élasticité. Les élasticités des éléments de transmission de force ne peuvent être négligées. Les vibrations propres sont de l'ordre de 20 à 300Hz.

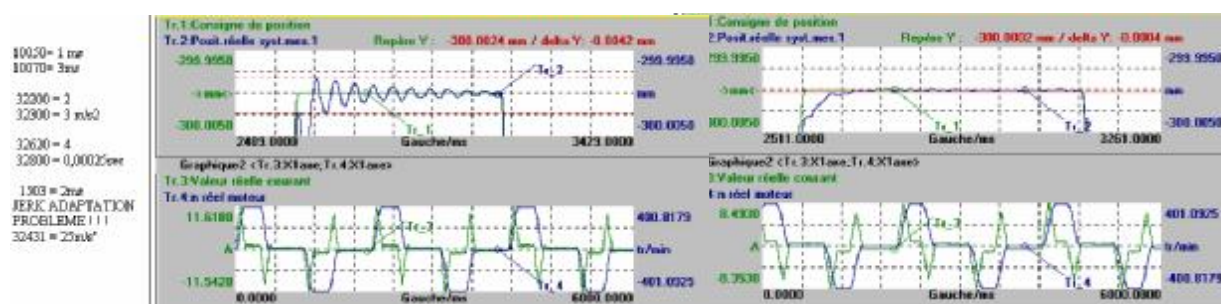


Figure 39. Relevé axe Z

Le gain en proportion du circuit d'avertissement de position qui dépend d'autre part des gains du circuit d'avertissement de la fréquence de rotation et du circuit du réglage de l'intensité, est décisif pour la précision de position et de contour.

L'analyse de la constante de temps et du rapport aux masses permet de calculer la fonction du comportement de transition.

Il s'en suit ensuite une simulation du circuit fermé de l'asservissement de vitesse grâce au modèle de trajectoire.

Les simulations de vitesses et leurs stratégies de recherches (compétences métiers), nous autorisent à modifier les paramètres du régulateur, la réponse à l'échelon est en harmonie avec la fonction de performance. Les valeurs optimisées de référence sont à la disposition du régulateur de vitesse, les valeurs parasites sont filtrées jusqu'à pleine puissance.

L'observateur de charge et le régulateur de vitesse sont optimisés pour un comportement transitoire désiré. Après exploitation de ces résultats (expérimentaux) on peut passer à la simulation du circuit fermé d'asservissement de position et valider un relevé ball bar et une erreur de contour ramenée à 6 microns.

3-3-6 Cas n°6 Défaut de friction

La friction cause également des problèmes de précision dynamique. Dans le cas d'une glissière, il faut appliquer une certaine force pour vaincre la friction statique et amorcer le mouvement. Afin de combattre la force de friction statique, la vis qui cause le déplacement de l'axe va se comprimer légèrement. Lorsque le mouvement s'amorce, la force nécessaire est plus faible, et la vis va se relâcher tel un ressort, propulsant l'axe vers l'avant de quelques microns.

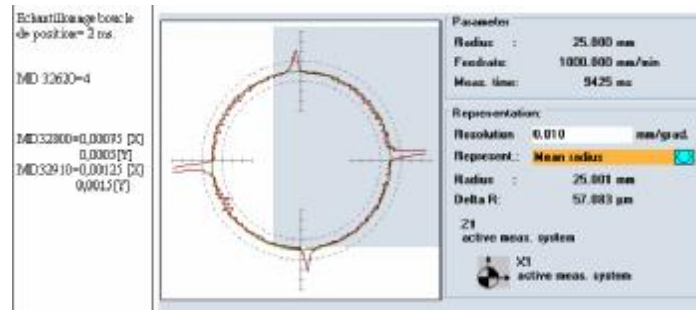


Figure 40. Relevé axes X/Z $F=1000$

La compression initiale de la vis cause un retard dans le mouvement, qui devient alors une erreur sur le parcours de la machine. De plus, si la vitesse de déplacement est lente, il est possible que lorsque l'axe a été propulsé par la vis. Sa vitesse chute et qu'il s'immobilise un bref instant, il faudra alors vaincre la force de friction statique une fois de plus. Ce cycle, caractéristique des déplacements à basses vitesses des machines à glissières solides, est appelé « slip-stick » ou encore glissement-collage.

La friction dans le système de guidage se transforme entièrement en chaleur. Cette chaleur est principalement absorbée par la structure de la machine, qui va alors se dilater, ce qui résulte en des erreurs de positionnement en plus d'augmenter les erreurs géométriques citées ci-dessus. La fonte utilisée pour les structures de machines se dilate de 0.0117 mm/m pour chaque degré d'augmentation de température. Afin de contrer les problèmes de friction statique et de génération de chaleur des glissières solides, il est possible d'injecter de l'huile sous pression en continu dans les glissières, afin de créer un coussin d'huile sur lequel va glisser l'axe. Bien que ce système implique des coûts supplémentaires, il en résulte un meilleur comportement de l'axe ainsi qu'une génération de chaleur plus faible.

3-3-7 Cas n° 7 Défaut d'un organe mécanique

Les erreurs à l'inversion avoisinent les 200µm. En augmentant les gains proportionnels K_p/T_n de la boucle de vitesse une partie du phénomène est compensé, néanmoins ils restent trop importants et traduisent un retard dans l'asservissement par manque de couple au niveau de l'écrou vis à billes. Nous arrivons à réduire l'erreur à moins de 20% de sa valeur avant optimisation. La non compensation totale de cette valeur de retard observée est le résultat d'un couple nul pendant la phase d'inversion sur une plage angulaire relativement importante.

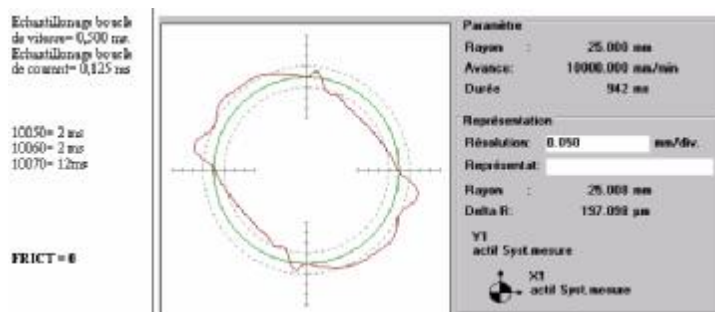


Figure 41. Mesure directe sur axe XY, F10000, sans compensation de frottement

Nous avons constaté que si le moteur est sans liaison avec la vis à billes, le phénomène n'est pas relevé. En revanche, c'est le passage dans ce couple à vide, niveau écrou vis, qui provoque cette réaction dans l'asservissement.

Afin d'isoler l'origine du problème il sera nécessaire de faire quelques tests complémentaires (basé sur le même protocole de relevé) en faisant varier la pré-charge de l'écrou vis à billes.

Plusieurs catégories majeures de problèmes sur les vis à billes peuvent être dégagées : le manque de pré-charge sur l'écrou, un phénomène de torsion, un problème sur le montage des roulement n'est pas correctement réalisé entraînant un jeu axial, un défaut de rigidité sur l'écrou vis à billes, un défaut de parallélisme ou un mauvais état de surface.

Dans notre cas de figure, les valeurs de compensation de frottement sont trop importantes pour des vis à billes neuves il y a une réelle difficulté à rester sur la trajectoire programmée quelque soit la vitesse d'avance.

La vis à billes de l'axe Y sera changée, un nouveau un laser sur les axes d'avances est nécessaire avant la qualification de la MOCN.

3-3-8 Cas n° 8 Défaut d'assemblage d'un sous-ensemble fonctionnel

Nous pouvons constater sur la figure 42, un pic à l'inversion à faible vitesse (partie gauche) et une déviation au contour importante à des vitesses plus élevées. Il convient de pousser l'analyse des défauts un peu plus loin grâce aux fonctions oscilloscope de la CN, afin de pouvoir définir si les défauts peuvent être compensés par de l'optimisation ou si certaines étapes du processus d'assemblage sont incriminées.

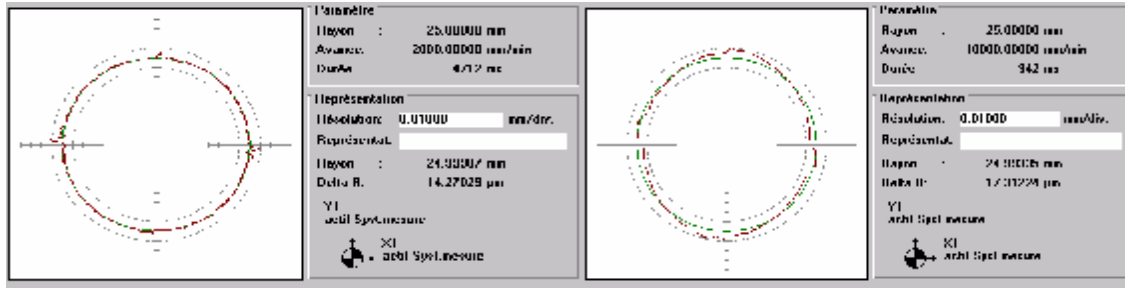


Figure 42. Tests circularités sur les axes X et Y à $F=2000$ et $F=10000$

La représentation spectrale de bode figure 43 (partie de gauche) retranscrit des dégradations en fréquence. L'excitation sinusoïdale propre en entrée est déphasée en sortie. Le système n'est pas stabilisé. La réponse n'est pas amortie (repère 1) limitant ainsi la tolérance aux variations paramétriques du processus à piloter (nos axes de travail). L'optimum rapidité-stabilité (repère 2) se trouve considérablement mis en question. Nous le voyons très clairement sur la mesure de la rapidité d'asservissement car la bande passante ne permet pas de répondre aux sollicitations de fréquences élevées.

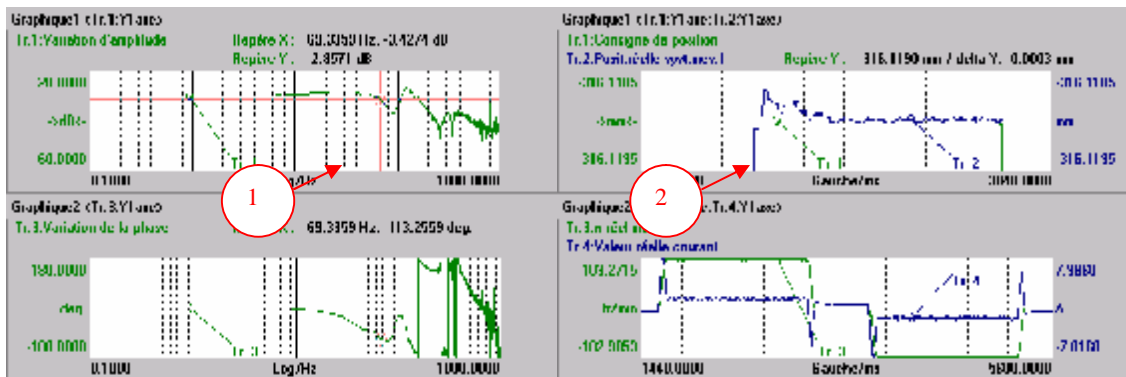


Figure 43. Analyse fréquentielle et temporelle du couple d'axes incriminés

Les interprétations fréquentielles et temporelles précédentes font apparaître intrinsèquement des sur-oscillations. Un relevé de l'intensité (non représenté dans cette communication) sur les axes incriminés (couple X1/Y1) confirme que l'origine des écarts repose sur un vice d'assemblage et ne peut être compensée de manière numérique.

L'analyse des éléments physiques incriminés nécessite une autopsie de sous-système, comme une étude analytique de résolution de problèmes, motivée par des experts métiers. Sur la base d'un mode opératoire illustré.

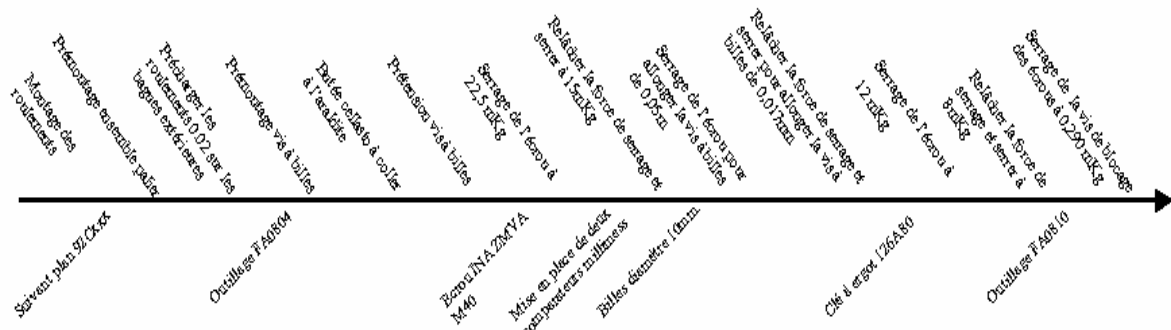


Figure 44. Modélisation du processus de montage d'une vis à billes

De manière empirique, les erreurs suivantes ont été diagnostiquées dans le sous-ensemble représentatif du processus de montage de vis à billes :

- Sur l'axe Y, trois roulements à cages obliques du palier arrière, situés côté moteur sont montés à l'envers. La dépose du palier arrière (côté moteur) de la vis à billes montre que le montage des roulements à contacts obliques n'est pas effectué par paire en tête bêche.
- La précontrainte de la vis n'a pas été respectée sur le palier avant. Les rondelles de mise en précontrainte ne sont pas assemblées dans un ordre cohérent.
- La rectification de la bride n'est pas dans les tolérances (prescription constructeur : côte+0,02mm de sur-épaisseur). De plus cette bride de fixation n'a pas été rectifiée mais a subi une opération de tournage.

4- Conclusion :

L'étude de la qualité d'assemblage d'une MOCN est une tâche ardue à fortiori lorsque certains processus sont délocalisés. Nous avons une connaissance imparfaite des actions réciproques des divers processus d'assemblages de la machine sur sa performance globale.

La validation de l'outil ball bar comme inducteur de performance s'est faite par un ensemble de cas que nous présentés dans ce chapitre pour donner au lecteur une image de l'ensemble des grandes familles de cas traités dans la JVI.

Les erreurs de positionnement ne représentent qu'une partie des erreurs. Elles ont une composante systématique : les erreurs dues aux irrégularités de la vis de translation ou du capteur de position ou de l'hystérèse qui apparaît lors d'un changement de sens.

Le contrôle de la précision de positionnement est pourtant très important car il permet de vérifier ponctuellement les performances de l'asservissement de ses axes. Cette vérification statique des positions effectives doit respecter une procédure définie et doit être plus précise que le système de la MOCN.

Ceci permet de remarquer que les exigences seront très sévères pour la mécanique de la machine-outil et pour la commande numérique.

Non seulement la structure mécanique de la machine mais aussi l'unité d'avance qui comprend un régulateur, un système de commande et une servo-commande AC, doit maîtriser les grandes vitesses d'avance malgré les phénomènes d'accélération et de décélération.

La définition de la précision selon (Dessein 1997) est la pire erreur possible dans une situation établie. Toutefois les erreurs aux quelles nous nous intéressons sont attribuée à des sources ne pouvant pas toutes suivre une loi gaussienne car liées à une activité humaine d'assemblage.

Le capital de connaissances explicites tel que les procédures d'assemblage rédigé par l'entreprise française repose sur des connaissances qui ne peuvent pas être « naturellement » substituées aux connaissances tacites du partenaire asiatique. Le mode opératoire ne donnant qu'une vision analytique au sens où il ne répond qu'à un éclairage sur les objets élémentaires de la structure du processus d'assemblage.

Afin de ne pas sur charger ce chapitre expérimental, nous avons fait le choix de ne pas dérouler toutes les étapes des corrections nécessaires à l'obtention des réductions d'erreurs aux contours dans la limite d'acceptabilité.

Il va s'en dire qu'à chacun des cas expérimentaux le complément d'activités engendrent des coûts de retouches différents : les ajustements de paramètres et filtres ne consommant que du temps il en est tout autre pour les défauts d'assemblage ou de main d'œuvre qui engendrent des coûts de matériaux et des tests après montage. Il est certaines fois incontournable de devoir refaire toute la batterie de test de qualification machine : analyse fréquentielle, temporelle, géométrique, laser, ball bar et simulation post processeur.

Pour des raisons de confidentialité nous n'avons pu faire apparaître la corrélation coût de retouche/erreurs. Nous en proposons toutefois une illustration sur la figure suivante.

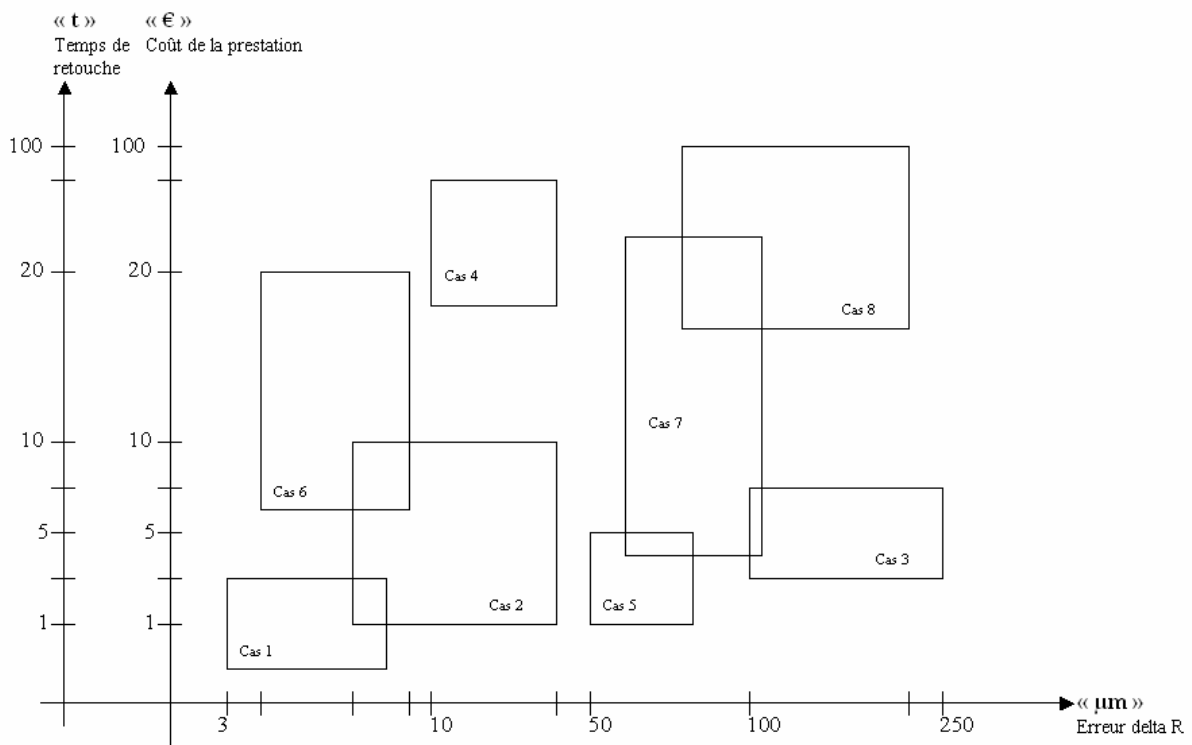


Figure 45. Diagramme erreurs/coûts de retouches.

Rappelons que le cas 1 correspond à la prestation payée et attendue, ce que nous appelons le cas d'idéalité. Nous y avons représenté l'ensemble des autres cas étudiés, cela peut donner aux lecteurs toute proportion gardée une vision de l'importance de la maîtrise des processus d'assemblage. Ces cas de non-conformités avérées engendrent des coûts de retouches afin de réduire au maximum les erreurs de précisions. Nous voyons également qu'il est difficile d'atteindre la cible, il est donc nécessaire d'augmenter sa marge de tolérance d'acceptation en phase de qualification machine.

CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES

La performance industrielle ne peut être évaluée uniquement à travers des critères comptables et financiers, car cette évaluation ne permet pas de cerner toutes les facettes d'une organisation. Nous avons donc proposé d'utiliser des critères de mesure qui portent sur la qualité des produits (MOCN) et le leadership technologique. Mais l'opportunité de l'utilisation de ces critères de performance dépend de la disponibilité des connaissances et compétences auxquelles nous avons pu avoir accès. De plus dans un contexte interculturel, l'évaluation de la performance est d'avantage délicate.

Dans la première partie nous soulignons que deux catégories génériques des connaissances existent : celles qui augmentent le stock de connaissances de l'entreprise et celles qui impliquent l'utilisation de ce stock. Or il se trouve que le partenaire asiatique doit utiliser une partie du stock Huron pour se fabriquer ses propres connaissances.

La seconde catégorie suppose la reproduction et l'intégration des connaissances ailleurs que dans l'organisation d'une connaissance supérieure ou d'une *best practice*. C'était plutôt l'hypothèse de départ de Huron qui avait détecté en son sein une connaissance efficace qu'elle souhaitait reproduire dans une structure culturelle différente pour améliorer la compétitivité de l'ensemble de l'organisation. Mais les questions des conditions de possibilités de transfert sont devenues la pierre angulaire permettant l'action.

Nous avons observé que le travail du transfert de connaissance dans un partenariat interculturel met en évidence un effet d'apprentissage, que nous expliquons par la réflexion sur l'expertise métier. Les méthodes et les données qualitatives et quantitatives apparaissent l'une et l'autre nécessaires à la démonstration recherchée. Le transfert de la connaissance à l'intérieur de l'organisation industrielle Huron/Leaderway reste relativement limitée. Le processus du transfert des connaissances tacites/explicites aux compétences a très peu fait l'objet de travaux empiriques. Or notre étude se place à un niveau inter-organisationnel, ce qui complexifie les problèmes liés au transfert.

Les problèmes soulevés dans cette thèse apparaissent de plus en plus sensibles et pertinents, du fait de la vague de fusions et d'acquisitions qui s'est intensifiée cette dernière décennie dans le secteur de la machine outil de précision. La JVI génère d'importants coûts de coordination qui en font nécessairement une organisation transitoire. A de tels coûts, il faut ajouter ceux de l'activité de négociation relative aux compléments d'activités et à l'exécution et, d'autre part, de l'activité de persuasion respective dans le processus de prise de décision au

sein de la joint-venture : ces deux types d'activité génèrent des coûts préjudiciables à la performance de l'alliance.

La motivation initiale de la JVI était la sous-traitance de la l'assemblage d'une MOCN, la performance de la JVI est donc induite par la performance du produit manufacturer par Leaderway.

Estimer la performance de la MOCN c'est connaître sa géométrie d'assemblage et les principaux sous-systèmes. Pour des transferts de technologie à l'international, il faut répondre à une continuité de qualité dans le temps et l'espace géographique. Ces exigences sont techniquement contradictoires. La performance en phase de qualification machine évalue donc l'ensemble des paramètres utiles aux processus d'assemblages machine. Lors de la qualification, trois tests successifs sont mis en œuvre, ils ont pour objectif d'identifier d'éventuelles erreurs sur la géométrie de la machine. L'interprétation des résultats de ces tests conduits à des pistes de corrections numériques ou physiques. Grâce à des tests de circularités déclinés suivant les trois modes d'analyse, nous proposons une passerelle entre un élément d'architecture cible (couple d'axes machine X/Y) et un critère de performance affecté au processus d'assemblage défectueux. Mais modélisée de manière analytique, la procédure d'assemblage répond d'avantage à la question de la composition du processus qu'à la question de l'interaction du processus sur la machine. Une modélisation systémique des sous-ensembles machine permettrait d'élaborer une matrice structurelle sur l'identification de tous les processeurs de fabrication de la machine.

La performance d'une machine outil à commande numérique nécessite comme nous l'avons vu une certaine chronologie d'assemblage et de réglages répondant à une logique bien avant même de parler de commande d'asservissement. En règle générale les mesures que proposent les tests de circularités permettent de compenser certaines erreurs d'assemblage d'éléments physiques, matériel ou sous-ensemble fonctionnel, et peuvent être relevés expérimentalement par des moyens de contrôle appropriés.

L'objectif industriel est de limiter les phases de qualification et d'optimisation supportées par le partenaire français. L'enjeu étant d'améliorer la performance de production se déroulant en Asie (action préventive sur les machines-outils). Bien que les approches et les déterminants du système de contrôle de la JVI ne sont pas statiques, nos résultats proposent une méthode d'exploitation basée sur le triptyque : résultats de tests sur une fonction du système qualifié,

élément de structure impliqué et défaillance du fournisseur (sur un composant ou une activité du processus délocalisé). Nos résultats permettent de relier les effets extraits des résultats de tests de qualification à des causes correspondant à des défaillances sur le processus délocalisé, par l'intermédiaire de la procédure d'assemblage.

Le fruit de notre recherche reste essentiellement quantitatif et compréhensif, le but initial étant motivé par la réponse au double questionnement industriel : de combien et pourquoi la performance de la JVI diverge t-elle des objectifs fixés par le partenaire parent occidental ?

Les résultats obtenus sont donc difficilement transposables à d'autres contextes de recherche et sa validité externe reste limitée. Cependant nous pensons que la validité de notre grille de lecture pourrait se faire sur tous les types d'organisation mais surtout avec d'autres firmes dites à économie en transitions. Les perspectives (Figure 46) à court terme étant l'application de nos résultats à l'évaluation d'une prestation en Chine avec la Société Leadwell. A moyen terme une seconde joint venture internationale avec Jyoti devrait naître pour favoriser l'intégration des MOCN sur le marché Indien.

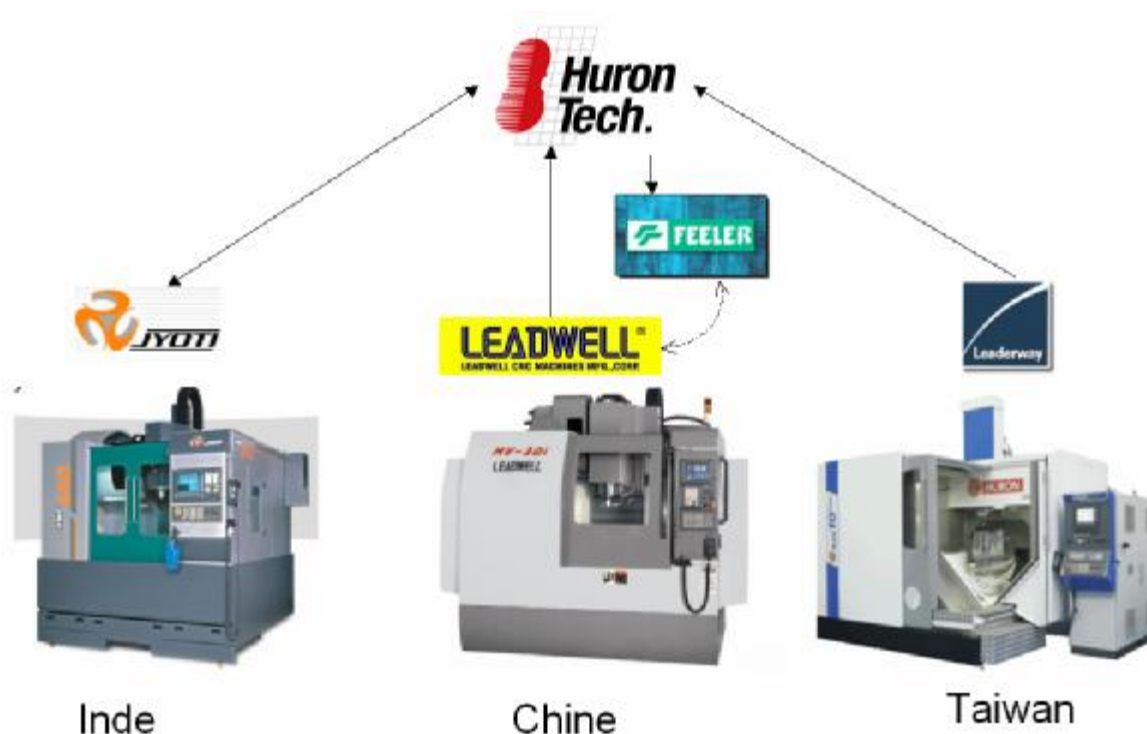


Figure 46. Evolution des alliances Huron.

Plutôt que d'autopsier les échecs, nous avons participé au développement de manière dynamique, par une voie plus nuancée mettant en évidence la combinaison complexe des facteurs intégrateurs. Notre terrain étant le fonctionnement comparé des entreprises de la JVI, nous avons au delà des difficultés rencontrées lors de collaborations recensé des opportunités à l'innovation qui sont autant de sources d'apprentissages pour l'une ou l'autre culture.

-
- Adobor, H. (2004). "Selecting management talent for joint ventures: A suggested framework." *Human Resource Management Review*, 14(2), 161-178.
- Albrecht, M. H., Pagano, A. H., and Phoocharoon, P. (1996). "International joint venture: an integrated conceptual model for human resource and business strategies." *Journal of euro-marketing*, 4(3-4), 89-119.
- Alcantara, L., Mitsuhashi, H., and Hoshino, Y. (2006). "Legitimacy in international joint ventures: It is still needed." *Journal of International Management*, 12(4), 389-407.
- Amesse, F., and Cohendet, P. (2001). "Technology transfer revisited from the perspective of the knowledge - based economy." *Research Policy*, 30, 459-1478.
- Amit, R. (1993). "Strategic assets and organizaional rents." *Strategic Management Journal*, 15, 33-56.
- Argyris, C., and Schön, D. (1978). *Organizational Learning: A theory of Action perspective*, Londres.
- Argyris, C., and Shön, D. (2002). *Apprentissage organisationnel, théorie, méthode, pratique*, De Boeck université, Paris, Bruxelles.
- Atuahene-Gima, K., Li, H., and De Luca, L. M. (2006). "The contingent value of marketing strategy innovativeness for product development performance in Chinese new technology ventures." *Industrial Marketing Management*, In Press, Corrected Proof.
- Aubertin, G., Boughzala, I., and Ermine, J.-L. (2003). "Cartographie des connaissances critiques." UTT, Troyes.
- Badaracco, J. (1991). "The Knowledge Link: How Firms Compete Through Strategic Alliances." Harvard Business School Press, Boston.
- Ballay, J.-F. "La gestion des connaissances- le cas du parc nucléaire à EDF." *LAMSADE*, Université Paris Dauphine.
- Barmeyer, C. I. (2004). "Learning styles and their impact on cross-cultural training: An international comparison in France, Germany and Quebec." *International Journal of Intercultural Relations*, 28(6), 577-594.
- Barney, J. B. (1986). "Organizational Culture: Can it Be a Source of Sustained Competitive Advantage?" *Academy of Management Review* 11.
- Barney, J. B. (1990). "Firm Ressources and Sustained competitive advantage." *journal of management*(1), 99-120.
- Barreiro, J., Labarga, J. E., Vizan, A., and Rios, J. (2003). "Functional model for the development of an inspection integration framework." *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 43(15), 1621-1632.
- Bartel-Radic, A. (2001). "La compétence interculturelle dans les entreprises: un phénomène individuel, collectif ou organiationnel?" Université Pierre Mendès France/ Grenoble 2, Grenoble.
- Beamish, P. W., and Inkpen, A. C. (1995). "Keeping international joint ventures stable and profitable." *Long Range Planning*, 28(3), 2-3.
- Bearee, R. (2005). "Prise en compte des phénomènes vibratoires dans la génération de commande des machines outils à dynamique élevée," Ecole Nationale Supérieure d'Arts et Métiers, Lille.
- Benmahamed, and Ermine, J.-L. "Knowledge Management Techniques for know-how Transfert systems Design. The case of an Oil Company." *International conference on knowledge Management*, London.
- Benmahamed, Tchounikine, and Ermine, J.-L. (2005). "From Mask Knowledge management methodologist to learning activities described with IMS-LD." P. k. management, ed.
-

- Bennour, M. (2004). "Contribution à la modélisation et à l'affectation des ressources humaines dans les processus," Université Montpellier II, Montpellier.
- Berthon, B. "Le transfert intra-organisationnel de connaissance." *10^{ème} Conférence de l'Association Internationale de Management Stratégique*, Québec.
- Blanchot, F. (2006). "Alliances et performances: un essai de synthèse." CREPA/DRM, Paris.
- Bleeke, J., and Ernst, D. (1991). "The way to win in cross-border alliances." *Harvard Business Review*, 69(6), 127-135.
- Bonjour, E., and Renaud, J. "Pilotage des systèmes de connaissances et de compétences: comment définir les concepts principaux?" *6^{ème} congrès international de génie industriel*, Besançon, 11.
- Boucher, X., and Burlat, P. (2003). "Vers l'intégration des compétences dans le pilotage des performances de l'entreprise." *JES*, 37(3), 363-390.
- Boucher, X., and Deslandres, V. "Pilotage de l'entreprise distribuée, diagnostic du système de compétences et de connaissances." *Congrès International de Génie Industriel*, Laval, Canada.
- Boucher, X., Harzallah, M., and Vernadat, F. "Articulation entre compétences et connaissances en génie industriel." *Congrès International de Génie Industriel*, Laval, Canada.
- Brew, F. P., and Cairns, D. R. (2004). "Do culture or situational constraints determine choice of direct or indirect styles in intercultural workplace conflicts?" *Science Direct*(International journal of Intercultural relations), 331-352.
- Carbonnel, A. "Le développement des compétences cognitives du métier: concept, mesures et résultats." *Association francophone de gestion des ressources humaines*, Montréal.
- Castillo Navetty, o., Matta, N., and Ermine, J.-L. "L'appropriation des connaissances pour des mémoires métiers." *CITE*, Troyes.
- Castillo Navetty, o., Matta, N., and Ermine, J.-L. "Une méthode pour l'appropriation de savoir-faire, capitalisé avec MASK." *Colloque en extraction et gestion des connaissances*, Clermond-Ferand.
- Chanal, H., Duc, E., and Ray, P. (2006). "A study of the impact of machine tool structure on machining processes." *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 46(2), 98-106.
- Chevrier, S. "Le management de projets interculturels: entre rêve du melting pot et le cauchemarde la Tour de Babel." *Séminaire de la Vie des Affaires*, Paris, 13.
- Chieng, A., and Julien, F. (2006). *La pratique de la Chine*, Paris.
- Cohen, M. D., March, J. G., and Olsen, J. P. (1991). "Individual learning and organizational routines: emerging connections." *Organization Science*, 2, 135-139.
- Contractor, F., and Lorange, P. (1988). "Why should firms cooperate. The strategy and economics basis for cooperative ventures." *Cooperative strategies in international business*.
- Covat, B., and Pras, B. (1993). "Que peut-on apprendre du management asiatique." *Centre de recherche DMSP*, n°223(Dauphine marketing strategie prospective).
- Cowan, R., Jonard, N., and Zimmermann, J.-B. (2002). "La dynamique conjointe de la connaissance et des réseaux." *Revue d'économie industrielle*.
- Cyert, R., and March, J. (1963). *A Behavioral Theory of the Firm.*, Englewood Cliffs: Prentice Hall.
-

-
- Cyrineu Terra, J. C., and Guimarães Weiss, J. M. "The trajectories of Brazil and south Korea towards a knowledge society." *International conference on Management Of Technology*, Nancy, France.
- Das, T. K., and Bing-Sheng, T. (2000). "Instabilities of strategic alliances: an internal tensions perspective." *Organization Science*, 11(1), 77-101.
- David, J.-M., Leleu, S., Dioloz, G., and Roux, T. (2004). "Evaluation de la géométrie des machines: présentation d'une méthode innovante." L2MA, ENSAM, NIMES.
- Dessein, G. (1997). "Qualification et optimisation de la précision d'une machine-outil à commande numérique," Université Paul sabatier, Toulouse.
- Destra, M. T., Feng, H.-Y., and OuYang, D. (2003). "Characterization of general systematic form errors for circular features." *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 43(11), 1069-1078.
- Distefano, F., and MaznevskiI, T. (2000). "Leadership across cultures: attachment style influences." *Journal of Leadership and organisational studies*.
- Dodgson, M. (1993). "Organisational learning: a review of some literatures." *Organisation studies*, 14(3), 375-394.
- Doz, Y., and Hamel, G. (1998). *L'avantage des alliances: logique de création de valeur*, Dunod.
- Ducq, Y., Chen, D., and Vallespir, B. (2004). "Interoperability in enterprise modelling: requirements and roadmap." *Advanced Engineering Informatics Enterprise Modelling and System Support*, 18(4), 193-203.
- Dudezert, A. (2003). "La valeur des connaissances en entreprise: recherche sur la conception de méthodes opératoires d'évaluation des connaissances en organisation," Ecole centrale Paris, Paris.
- Edouard, S. "Transfert de compétences techniques et managériales dans les partenariats asymétriques; le cas des alliances interentreprises franco-libanaises." *XIIème conférence de l'Association Internationale du Management Stratégique*, Les côtes de Carthage.
- Eisenhardt, K. M., and Martin, J. A. (2000). "Dynamic Capabilities : What are they ?" 21(1105-1121).
- Ely, R., and Thomas, D. (2001). "Cultural diversity at work: the effects of diversity perspectives on work group processes and outcomes." *Administrative Science Quarterly*, 46(2), 229-273.
- Ermine, J.-L. (2000). *Les systèmes de connaissances*, Paris.
- Ermine, J.-L. (2008). *Introduction au Knowledge Management Gestion des connaissances, modèles et méthodes*, Hermes Science publication.
- Florussen, G. H. J., Delbressine, F. L. M., van de Molengraft, M. J. G., and Schellekens, P. H. J. (2001). "Assessing geometrical errors of multi-axis machines by three-dimensional length measurements." *Measurement*, 30(4), 241-255.
- Gacia Canal, E., and Valdés Llana, A. (2003). "Effectiveness of dyadic and multi-party joint-ventures." *Organizational studies*, 24(5), 743-770.
- Gardoni, M., Frank, C., and Vernadat, F. (2005). "Knowledge capitalisation based on textual and graphical semi-structured and non-structured information: case study in an industrial research centre at EADS." *Computers in Industry*, 56(1), 55-69.
- Geldart, M., Webb, P., Larsson, H., Backstrom, M., Gindy, N., and Rask, K. (2003). "A direct comparison of the machining performance of a variax 5 axis parallel kinetic machining centre with conventional 3 and 5 axis machine tools." *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 43(11), 1107-1116.
- Geringer, J. M. (1998). "Assessing Replication and Extension. A Commentary on Glaister and Buckley: Measures of Performance in UK International Alliances." *Organization Studies*, 19(1), 119-138.
-

- Geringer, M., and Hebert, L. (1989). "Control and performance of International Joint Ventures." *Journal of international business studies*, 20(n°2), 234-254.
- Geringer, M., and Hebert, L. (1991). "Measuring performance of International Joint Ventures." *Journal of International Business Studies*, 249-263.
- Grant, J. H., and King, W. R. (1982). *The Logic of Strategic Planning*, Little, Brown & Company, Boston.
- Grundstein, M. (1996). "La capitalisation des connaissances de l'entreprise, une problématique de management." Aix-en-Provence.
- Grundstein, M. "De la capitalisation des connaissances au renforcement des compétences dans l'entreprise étendue." *Colloque du groupe de travail sur la gestion des compétences et des connaissances en génie industriel*, Nantes.
- Hagedoorn, J., and Sadowski, B. (1999). "The transition from strategic technology alliances to megasans acquisitions: an exploratory study." *Journal of management studies*.
- Harrigan, K. R. (1988). "Joint-ventures and competitive strategy." *Strategic management journal*, 9(1), 141-158.
- Harzallah, M., and Vernadat, F. (2002). "IT-based competency modeling and management: from theory to practice in enterprise engineering and operations." *Computers in Industry*, 48(2), 157-179.
- Hatchuel, A., Le Masson, P., and Weil, B. (2002). "The new context from knowledge management to design-oriented organisations." *International Social Science Journal*, 54(171), 25-37.
- Hedberg, B. L. (1981). "How Organizations Learn and Unlearn." *Handbook of Organizational Design*, N. P. e. S. W. (eds.), ed., Oxford University Press.
- Hitt, M. A., Ireland, R., and Stadter, A. (1982). "Functional Importance and Company Performance: Moderating Effects of Grand Strategy and Industry Type." *Strategic Management Journal*, 3, 315-330.
- Hofstede, G. (1994). *Vivre dans un monde multiculturel, comprendre nos programmations mentales*, Edition d'organisation, Paris.
- Houé, R., Zaraté, P., and Varquez, J. "Développement d'outils pour la capitalisation des connaissances: le cas d'une grande entreprise." *6ème Congrès international de génie industriel*, Besançon.
- Huber, G. (1991). "Organizational learning : the contributing processes and the literatures." *Organization science*, 2(1), 88-115.
- Hymer, S. (1960). "The international operation of nation firms: a study of direct foreign investment," Cambridge.
- Ingham, M. (1994). "L'apprentissage organisationnel dans les coopérations." *Revue Française de Gestion*, 97, 105-120.
- Inkpen, A. C., and Beamish, P. (1997). "Knowledge, Bargaining Power, and the Instability of International Joint Ventures." *The Academy of Management Review*, 22(1), 177-202.
- Inkpen, A. C., and Li, K.-Q. (1999). "Joint venture formation: Planning and knowledge-gathering for success." *Organizational Dynamics*, 27(4), 33-47.
- Isaac, H., and Josserand, E. (2002). "Structure et système d'information: quels rôles dans les pratiques de gestion de la connaissance?" CREPA, université Paris Dauphine, Paris.
- Johnson, J. L., Cullen, J. B., Sakano, T., and Bronson, J. W. (2001). "Drivers and outcomes of parent company intervention in IJV management: a cross-cultural comparison." *Journal of Business Research*, 52(1), 35-49.

-
- Jywe, W.-Y., and Liu, C.-H. (2000). "Verification and evaluation method for volumetric and positional errors of CNC machine tools." *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 40(13), 1899-1911.
- Kedia, B. L., and Lahiri, S. (2007). "International outsourcing of services: A partnership model." *Journal of International Management International Outsourcing of Services: Expanding the Research Agenda*, 13(1), 22-37.
- Kakino, Y., Ihara, Y., and Shinohara, A. (1993). "Accuracy inspection of NC Machine Tools by double ball bar methode." *Hanser publishers*.
- Kim, D. H. (1993). "The Link Between Individual and Organizational Learning." *Management Review*, 35, 37-50.
- Klimecki, R. G., and Probst, G. (2002). *Interkulturelles Lernen.*, Matthias Haller, Bern.
- Knapp, W. (1986). "The circular test." Hrovat, ed., Suisse.
- Koenig, C., and Wijk, G. V. (1992). "Alliances interentreprises: le rôle de la confiance." *Perspective en management stratégique.*, Economica, ed.
- Koenig, J. "Knowledge on cross-cultural project, an industrial framework between French and Taiwanese venture." *COOP's*, Carry le Rouet.
- Koenig, J., Geiskopf, F., Caillaud, e., and Sonntag, m. "Analyse d'un processus de transfert de compétences opérationnelles." *Coopération Innovation Technologies, C2EI.*, Nantes.
- Koenig, J., Geiskopf, F., Caillaud, e., and Sonntag, m. "Management controle system on international outsourcing manufacturing." *Industrial Engineering and Engineering Management*, Singapour.
- Kogut, B. (1988). "Joint-Ventures : Theoretical and Empirical Perspectives." *Strategic Management Journal*, 9(4), 319-322.
- Kogut, B., and Zander, U. (1995). "Knowledge and the speed of the transfer and imitation of organizational capabilities: an empirical test." *Organization Science*, 6(1), 76-92.
- Kostova, T. (1998). "Sucess of the transnational transfer of organizational practices within multinational companies." Carnegie Bosch Institute.
- Kulti, K., and Takato, T. (1998). "R&D spillovers and information exchange." *Economics Letters*, 61(121).
- Lane, P. J., Salk, J. E., and A., L. M. (2001). "Absorptive capacity, learning, and performance in international joint ventures." *Strategic Management Journal*, 22, 1139-1161.
- Langfield-Smith, K., and Smith, D. (2003). "Management control systems and trust in outsourcing relationships." *Management Accounting Research*, 14(3), 281-307.
- Lardeur, E. (2003). "Amélioration de la performance de l'ingénierie dans un contexte d'Ingénierie Système: Cas du développement conjoint des produits automobiles et de leurs systèmes de fabrication," Ecole centrale de Paris, Paris.
- Lartigue, C., Duc, E., and Tournier, C. (1999). "Machining of free-form surfaces and geometrical specifications." *Institution of Mechanical Engineers*, 21(B), 21-27.
- Lei, D., Hitt, M. A., and Bettis, R. (1996). "Dynamic Core Competences Through Meta-Learning and Strategic Context." *Journal of Management*, 22(4), 549-569.
- Lei, W. T., Sung, M. P., Liu, W. L., and Chuang, Y. C. (2006). "Double ballbar test for the rotary axes of five-axis CNC machine tools." *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, In Press, Corrected Proof.
-

-
- Leonard-Barton, D. (2007). "Core capabilities and core rigidities: A paradox in managing new product development." *Strategic Management Journal*, 13(S1), 111-125.
- Lewis, J. (1990). "Partnerships for Profit." New York : Free Press.
- Li, H. "From technology transfer to knowledge transfer-a study of international joint venture projects in China." *International conference on Management Of Technology*, Nancy, France.
- Löning, H. (1999). "Universel ou local? La problématique interculturelle du contrôle de gestion." *Comptabilité-Contrôle*.
- Lorange, P., and Roos, J. (1991). "Why some strategic alliances succeed and others fail." *journal of business strategy*, 12.
- Lorino, P. (2003). *Méthodes et pratiques de la performance. Le pilotage par les processs et les compétences.*, Editions d'Organisation.
- Lu, J. W., and Beamish, P. W. (2006). "Partnering strategies and performance of SMEs' international joint ventures." *Journal of Business VenturingEntrepreneurship and Strategic Alliances*, 21(4), 461-486.
- Lu, J. W., and Hebert, L. (2005). "Equity control and the survival of international joint ventures: a contingency approach." *Journal of Business Research Special Section: The Nonprofit Marketing Landscape*, 58(6), 736-745.
- Lyles, M. A. (1987). "common mistake of joint venture experienced firms." *The columbia journal of world business*, 22(2).
- Maillet, L. (1999). "Les voies de la compétence interculturelle." Paris.
- Marengo, L. (1994). "Knowledge distribution and coordination in organizations: on some social aspects of the exploration vs exploitation trade-off." *Revue Internationale de Systémique*, 7, 553-571.
- Matta, N. (2004). "Ingénierie des connaissances en conception pour la mémoire de projets."
- Melese, J. (1995). *Approches systémiques des organisations. Vers l'entreprise à complexité humaine*, Les Editions d' Organisation.
- Mérène-Schoumaker, B. (2002). *La localisation des industries: Enjeux et Dynamiques*, Presses Universitaires de Rennes, Paris.
- Merkens, H. (2005). "Le management interculturel et les notions." *Les cultures d'entreprises et le management interculturel*, Berlin.
- Merlo, C., and Girard, P. (2004). "Information system modelling for engineering design co-ordination." *Computers in Industry*
- Object-oriented modelling in design and production*, 55(3), 317-334.
- Meschi, P.-X. "Pourquoi et Comment sortir d'une alliance?" *XIIème Conférence de l'Association Internationale de Management Stratégique*, Lescôtes de Carthage.
- Miller, D. (1996). "A Preliminary Typology of Organizational Learning : Synthesizing The Literature." *Journal of Management.*, 22(3), 485-505.
- Minel, S., Roussel, B., and Millet, D. "Instrumentation of practical data transfert: collaborative design of ergonomics knowledge help-tools." *International conference on Management Of Technology*, Nancy, France.
- Mintzberg, H. (1982). *Structure et dynamique des organisations*, Editions d'organisation, Paris.
-

-
- Mohr, A. T. (2006). "A multiple constituency approach to IJV performance measurement." *Journal of World Business*, 41(3), 247-260.
- Moigne, J.-L. L. "Connaissance actionnable et action intelligente." *L'intervention délibérée en situation complexe: quelles connaissances "actionnables"?*, Poitiers.
- Morin, E. (1977). *La méthode, la nature de la nature*, Seuil.
- Morin, E., Savoie, A., and Beaudin, G. "L'efficacité de l'organisation. Théories, représentation et mesures." Montréal.
- Moskalev, S. A., and Swensen, R. B. (2007). "Joint ventures around the globe from 1990-2000: Forms, types, industries, countries and ownership patterns." *Review of Financial Economics*, 16(1), 29-67.
- Muraidharan, R., and Hamilton, R. (1999). "Restructuring international joint ventures." *International journal of Organizational analysis*, 7(4), 307-332.
- Naulleau, G. (1993). "La joint-venture internationale: une forme complexe et labile d'entreprise." *Annales des Mines*.
- Nelson, R. (1991). "How do firms differ, and how does it matter?" *Strategic Management Journal*, 12, 61-74.
- Ng, W.-H., Lee, S. F., and Siores, E. (2003). "8C plus 6C management model for multi-national corporation: a locally compatible and globally fit culture model." *Journal of Materials Processing Technology/IMCC2000 Vol. 2 S.I.*, 139(1-3), 44-50.
- Nishida, K. (1990). *An Inquiry into the Good*, New Haven.
- Noël, A., and Zhang, J. (1992). "Alliance stratégiques entre entreprises chinoises et étrangères." *Cahier de recherche*, 92-14(CETAI HEC Montréal).
- Nonaka, I. (1994). "A dynamic theory of organizational knowledge creation." *Organization Science*, 5(1), 14-37.
- Nonaka, I., and Konno, N. (1998). "The concept of "Ba" building a foundation for knowledge creation." *California Management review*, 40(3), 1-15.
- Nonaka, I., and Takeuchi, H. (1995). "The knowledge- Creating Company: How Japanese Companies create the dynamics of innovation."
- Nonaka, I., Toyama, R., and Konno, N. (2000). "SECI, Ba and Leadership: a Unified Model of Dynamic Knowledge Creation." *Long Range Planning*, 33(1), 5-34.
- Oduguwa, V., and Roy, R. (2006). "A review of rolling system design optimisation." *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 46(7-8), 912-928.
- Ohmae, K. (1989). "the global logic of strategic alliances." *harwr business review*.
- Okafor, A. C., and Ertekin, Y. M. (2000a). "Vertical machining center accuracy characterization using laser interferometer: Part 1. Linear positional errors." *Journal of Materials Processing Technology*, 105(3), 394-406.
- Okafor, A. C., and Ertekin, Y. M. (2000b). "Vertical machining center accuracy characterization using laser interferometer: Part 2. Angular errors." *Journal of Materials Processing Technology*, 105(3), 407-420.
- Osborn, R. N. (1990). "Forms of Interorganizational Governance for Multinational Alliances." *Academy of management journal*, 33.
-

- Ouédraogo, A. (2003). "Alliances stratégiques dans les pays en développement, spécificité, management et conditions de performance: une étude d'entreprises camerounaises et burkinabé," Université de Montréal, Montréal.
- Philippart, P. "La gestion des alliances interentreprises: précision des enjeux à partir d'une revue de littérature ordonnée en trois pôles de problématiques." *Xième Conférence de l'association de Management Stratégique*, Laval, Québec.
- Piaget, J. (1975). *L'équilibration des structures cognitives*, Paris.
- Polanyi, M. i. "The tacit dimension." *London*.
- Porter, M. E., and Fuller, M. (1986). "Coalitions and Global Strategy." *Competition in Global Industries*, Harvard Business School Press, Boston.
- Ramasamy, B., Goh, K. W., and Yeung, M. C. H. (2005). "Is Guanxi (relationship) a bridge to knowledge transfer?" *Journal of Business Research*, 59(1), 130-139.
- Rau, P.-L. P., Choong, Y.-Y., and Salvendy, G. (2004). "A cross cultural study on knowledge representation and structure in human computer interfaces." *International Journal of Industrial Ergonomics*, 34(2), 117-129.
- Salgado, M. "Influence des architectures organisationnelles sur la performance et l'évolution des coopérations interentreprises." *IX^e Conférence Internationale de Management Stratégique*, Montpellier.
- Salk, J. (2005). "Orgueil et préjugés: culture et alliances internationales." *Les échos*, France.
- Salk, J. E., and Brannen, M. Y. (2000). "National culture, networks and individual influence in a multinational management team." *Academy of management journal*, 43(2), 191-202.
- Sanchez, R., and Mahoney, J. T. (1996). "Modularity, flexibility and knowledge management in product and organisation design." *Strategic Management Journal*, 17(10), 63-67.
- Sargis Roussel, C. "Une analyse d'un processus de management des connaissances dans le cadre d'une fusion-acquisition." *13^{ème} conférence de l'Association Internationale du Management Stratégique*, Normandie.
- Schein, E. (1992). *Organizational Culture and Leadership*, San Francisco.
- Schmitz, T., and Ziegert, J. (2000). "Dynamic evaluation of spatial CNC contouring accuracy." *Precision Engineering*, 24(2), 99-118.
- Schulz, M., and Jobe, L. A. (1998). "Codification and tacitness as knowledge management strategies: an empirical exploration." Carnegie Bosch Institute.
- Simonin, B. (1999). "Transfert of marketing know-how in international strategic alliances: an empirical investigation of the role and antecedents of knowledge ambiguity." *Journal of international business studies*, 30, 463-490.
- Snow, C. C., and Hrebiniak, L. (1980). "Strategy, Distinctive Competence, and Organizational Performance." *Administrative Science Quarterly*.
- Sonntag, M., and Oget, D. "Contribution de la communication interne à la construction du collectif de travail et à sa performance de l'entreprise. Le cas de l'ascenseur communicationnel." *6^e Congrès international de génie industriel*, Besançon.
- Stalk, G., Evans, P., and Schulman, L. E. (1992). "Competing on capabilities: the new rules of corporate strategy." *Harvard Business Review*, 70, 57-69.
-

-
- Stella Ting-Toomey, A. K. (1998). "Facework competence in intercultural conflict: an updated face-negotiation theory." *International Journal of Intercultural Relations*, 22(Pergamon), 187-225.
- Stewart, J. (1994). "Un système cognitif sans neurones: les capacités d'adaptation, d'apprentissage et de mémoire du système immunitaire." *Intellectica*, 18, 15-43.
- Szulanski, G. (2000). "The Process of Knowledge Transfer: A Diachronic Analysis of Stickiness." *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 82(1), 9-27.
- Tatoglu, E. (2000). "Western Joint Ventures in Turkey : Strategic Motives and Partner Selection Criteria." *European Business Review*, 12(3), 137-147.
- Teece, D. J. (1990). "Contributions and Impediments of Economic Analysis to the Study of Strategic Management." *Perspectives on Strategic Management*.
- Teece, D. J., Pisano, G., and Schuen, A. (1994). "Dynamic capabilities and strategic management." *Strategic Management Journal*, 18, 509-533.
- Terrier, M., Dugas, A., and Hascoet, J.-Y. (2004). "Qualification of parallel kinematics machines in high-speed milling on free form surfaces." *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 44(7-8), 865-877.
- Tissot, A. (2005). "Vers un système de management des connaissances: étude et caractérisation dans le cadre d'une entreprise à structure décentralisée," Ecole Centrale Paris, Paris.
- Toukara, T., Matta, N., Ermine, J.-L., and Coppens, C. "L'appropriation des connaissances avec MASK." *EGC*, Montpellier.
- Trompenaars, F. (1993). *L'entreprise multi culturelle*.
- Vallet, V. (2005). "Internationalisation des échanges et mondialisation." BRISES, CRDP, ed., Banques de Ressources interactives en sciences économiques et sociales, LYON, <http://www.brises.org>.
- Venkatraman, N., and Ramanujam, V. (1986). "Measurement of Business Performance in Strategy Research : A Comparison of Approaches." *Academy of Management Review*, 11(4), 801-814.
- Vergnaud, G. (1998). "Au fond de l'action, la conceptualisation." *Savoirs théoriques et savoirs d'action*, Education et formation.
- Weil, T. "Comment des entreprises construisent des réseaux dans la Silicon Valley pour développer leurs compétences." *Deuxième congrès international Franco-Québécois de Génie Industriel*, Albi, 14.
- Werther, W. "Technological alliances: strategic drivers and failures." *IMOT*, Miami.
- Williamson, O. (1999). "Strategy Research: Governance and Competence Perspectives." *Strategic Management Journal*, 20, 1087-1108.
- Zacklad. (2000). "Ingénierie des connaissances appliquées aux systèmes d'information pour la coopération et la gestion des connaissances," Université Paris VI.
- Zargarbashi, S. H. H., and Mayer, J. R. R. (2005). "A model based method for centering double ball bar test results preventing fictitious ovalization effects." *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 45(10), 1132-1139.
- Zargarbashi, S. H. H., and Mayer, J. R. R. (2006). "Assessment of machine tool trunnion axis motion error, using magnetic double ball bar." *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 46(14), 1823-1834.
-

Tableau 1.	Atouts et défis de Taiwan	6
Figure 1.	Centre d'usinage 3 axes : KX10	7
Figure 2.	Les typologies de Joint-Ventures	12
Figure 3.	Relation entre document, donnée, information et connaissances	27
Figure 4.	Evaluation par critères du patrimoine des connaissances	30
Figure 5.	Démarche de cartographie des connaissances	31
Figure 6.	Typologies des modes de création de savoir	33
Tableau 2.	Typologies et modèles de connaissances	38
Figure 7.	Mise en contexte des connaissances indispensables	39
Figure 8.	Le capital de connaissances	42
Figure 9.	Mobilisation des connaissances vs ressources matériel	53
Figure 10.	L'apprentissage en simple boucle	60
Figure 11.	Assemblage en série par imitation sur la base d'un modèle de référence	62
Figure 12.	Présentation des activités de fabrication de la JVI	73
Figure 13.	Modèle générique de la performance dans la JVI	75
Figure 14.	Les trois composantes du contrôle	81
Figure 15.	Chaîne cinématique d'un axe de positionnement	83
Figure 16.	Modélisation globale d'un axe asservi	85
Tableau 3.	Synthèse sur les différentes boucles de régulation	86
Figure 17.	Chronologie de qualification d'une MOCN	88
Figure 18.	Usinage d'une pièce de référence: la pièce NASA	89
Figure 19.	Modélisation et résultats d'usinage d'une pièce sur MOCN	91
Figure 20.	Schématisation des erreurs de positionnement sur une MOCN 3 axes	93
Figure 21.	Contrôle géométrique suivant la norme ISO/10791-2 :2001	93
Figure 22.	Chaîne matérielle, chaîne numérique et qualification machine.	96
Figure 23.	Outils numériques de qualification de MOCN.	97
Figure 24.	Tracé en fonction du temps, écran oscilloscope CN-SIEMENS	98
Figure 25.	Tracé en fonction de la fréquence, écran oscilloscope CN-SIEMENS	99
Figure 26.	Présentation de l'outil Ball Bar de Renishaw	101
Figure 27.	Représentation du contrôle dans l'espace	102
Figure 28.	Test de circularité, écran CN-SIEMENS	103
Figure 29.	Plan commercial de la MOCN d'étude	108
Figure 30.	Photographie (en cour de montage de la MOCN d'étude)	109
Figure 31.	Synoptique de la plate-forme matérielle et logiciels d'étude	110
Figure 32.	Test de forme circulaire axe ZX, F5000	111
Tableau 4.	Résultats des différents essais réalisés sur pièce Test type Mercedes	111
Figure 33.	Test de forme circulaire, XZ, F10000	112
Figure 34.	Relevé boucle de vitesse axe X (09/2008)	113
Figure 35.	Mesure directe axes YZ, F10000	113

Figure 36.	Mesure directe axes YZ, F10000	114
Figure 37.	Mesure sur codeur moteur axe XY, F100	114
Figure 38.	Test de forme circulaire YZ F8000	115
Figure 39.	Relevé axe Z	116
Figure 40.	Relevé axes X/Z F=1000	117
Figure 41.	Mesure directe sur axe XY, F10000, sans compensation de frottement	118
Figure 42.	Tests circularités sur les axes X et Y à F=2000 et F=10000	119
Figure 43.	Analyse fréquentielle et temporelle du couple d'axes incriminés	120
Figure 44.	Modélisation du processus de montage d'une vis à billes	120
Figure 45.	Diagramme erreurs/coûts de retouches	122
Figure 46.	Evolution des alliances Huron	125

.

Connaissances et compétence pour la performance industrielle : intégration des compétences culturelles en production de machines outils à commandes numériques.

Résumé :

Nous avons suivi et construit en temps réel et pendant trois années le développement organisationnel des activités de collaborations Sino-française ainsi que le développement de connaissances et compétences afin d'assurer une continuité de fabrication dans un processus clairement distribué.

L'enjeu industriel est d'améliorer la performance de production se déroulant en Asie (action préventive sur l'assemblage des machines-outils) ainsi que de répondre à une continuité de qualité de fabrication de machines outils UGV, dans le temps et l'espace géographique. Les résultats de notre thèse imposent une méthode d'exploitation basée sur : des résultats de tests ball bar sur une fonction du système qualifié, l'élément de structure impliqué et la non conformité du partenaire (sur un composant ou une activité du processus délocalisé). Notre thèse permet de relier les effets extraits des résultats de tests de qualification à des causes correspondant à des défaillances sur le processus délocalisé, par l'intermédiaire de la procédure d'assemblage. L'exploitation des résultats se traduit par une évaluation quantitative du coût des phases nécessaires à l'amélioration du processus délocalisé et du potentiel d'amélioration stratégique de la Joint Venture Internationale.

Mots clés :

Connaissance – Compétence – Performance - JVI – machines outils CN – UGV

Abstract:

We built in real time and during three years the organizational development activities of Sino-French cooperation and the development of knowledge and skills to ensure the manufacturing process. The industrial challenge is to improve the performance of production occurring in Asia (preventive action on the assembly of machine tools) and assure a continuity of quality manufacturing of machine tools UGV. The aim is a method of operation based on the triptych: results of ball bar tests, qualified structural element involved and failure of the partner. Our theory allows relating the effects of extracts results of qualification tests to causes related to failures on the outsourced process, through the assembly process. The operating results reflected a quantitative estimate cost of phases, needed to process improvement and outsourced the potential for strategic improvement of the International Joint Venture.

Key Word:

Knowledge – Skill – Performance - JVI – N/C machines tools - HSM