

Revue Internationale de

ISSN 0980-1472

systemique

ÉVOLUTION ET APPRENTISSAGE
EN ÉCONOMIE

L'hypothèse Lamarckienne remise en question

Sous la direction d'Ehud ZUSCOVITCH

Vol. 7, N° 5, 1993

afcet

DUNOD

AFSCET

Revue Internationale de
systemique

Revue
Internationale
de Sytémique

volume 07, numéro 5, pages 533 - 552, 1993

Comportements mimétiques et différentiation
dans les phases de création de technologie

Pierre-Benoît Joly, Stéphane Lemarié

Numérisation Afscet, août 2017.



Creative Commons

COMPORTEMENTS MIMÉTIQUES ET DIFFÉRENCIATION DANS DES PHASES DE CRÉATION DE TECHNOLOGIE

Pierre-Benoît JOLY¹ et Stéphane LEMARIE¹

Résumé

Se situant dans le prolongement des analyses formelles des situations de création de technologie, cet article est consacré à l'analyse des changements de structures d'offre et à leurs conséquences sur l'évolution de la variété technologique. Un modèle séquentiel distinguant une phase d'accumulation technologique et une phase de spécialisation réciproque est proposé. Ce modèle permet de reconsidérer le compromis classique efficacité/variété des processus d'innovation et d'évoquer quelques dispositifs institutionnels adéquats.

Abstract

This paper is a prolongation of formal analyses of situations of technology creation. It analyses the changes in the structure of supply and its results on the evolution of technological varieties. A sequential model distinguishing a phase of technological accumulation and a phase of reciprocal specialization is proposed. This model allows us to reconsider the classic compromise efficiency/variety in innovation processes and to propose adequate institutional measures.

INTRODUCTION

Ces dernières années, de nombreux travaux ont été consacrés à l'analyse du comportement de la firme dans des situations de création de technologie. Ils visent à juste titre à mieux comprendre les interactions entre la structure interne des entreprises et les caractéristiques des processus d'apprentissage qu'elles mettent en œuvre (cf. par exemple Aoki, 1986; Dosi et Marengo, 1993). De la même façon, les travaux qui ont permis de renouveler l'approche de la diffusion des innovations apportent un éclairage essentiel :

¹ INRA/SERD UPMF, BP 47, 38040 Grenoble 09.

en introduisant notamment les effets d'apprentissage des utilisateurs et les externalités de réseau, ils montrent que la diffusion est elle-même dépendante du sentier suivi et qu'elle peut être sujette à des phénomènes de blocage irréversible dans des états sous-optimaux (Arthur, 1989; Cowan, 1991).

Nous proposons dans cette contribution une approche originale de la création de technologie focalisée sur l'évolution de la structure de l'offre. Plutôt que d'analyser la transformation des structures et des règles de décision des entreprises, nous nous intéressons directement aux interactions entre les comportements des entreprises. Compte tenu de l'incertitude radicale qui caractérise les situations de création de technologie, il convient de choisir dans la modélisation une forme de rationalité proche du concept de rationalité procédurale de Herbert Simon : dans des situations complexes, les organisations prennent des décisions selon des procédures qui permettent de délibérer rapidement malgré une information incomplète. Le point central de l'analyse se déplace alors d'un équilibre de décisions optimales vers les processus de décision, les règles d'action et les routines. Les économistes « évolutionnistes » se sont largement référés à la rationalité procédurale pour construire des modèles dans lesquels les organisations sont représentées comme des ensembles de règles de décisions (Nelson et Winter, 1982; Metcalfe, 1988; Silverberg *et al.*, 1989,...). Pourtant, une telle voie n'est pas très satisfaisante car elle ne permet de faire l'analyse que de systèmes stables, à déformation progressive et continue¹. De telles approches sont tout à fait adaptées à l'étude de trajectoires technologiques données. En revanche, elles sont largement inefficaces pour analyser la transition entre deux trajectoires. Celles-ci correspondent en effet à une phase de changement structurel.

Si on souhaite dépasser un cadre d'analyse darwinien et prendre en compte les interactions complexes entre apprentissage, sélection et variété technologique propres au changement structurel il convient d'explorer de nouvelles voies de modélisation. Celles-ci doivent prendre en compte de façon explicite la façon dont les gains d'information provenant des transformations de l'environnement peuvent être intégrées pour modifier les modèles de décision des entreprises. Dans ce sens, le modèle séquentiel présenté dans ce texte distingue deux phases dans la création de technologie : une phase d'incertitude radicale où les entreprises ont des comportements mimétiques et accumulent des connaissances technologiques et une seconde phase où les entreprises bénéficient progressivement d'une meilleure vision du marché et où elles font des choix de différenciation.

Dans la première section, nous donnons quelques points de repère analytiques concernant le comportement des entreprises dans les situations

de création de technologie. Ces éléments visent à justifier la formalisation présentée en section 2. Enfin, dans la troisième section, nous présentons quelques résultats et nous discutons de leur pertinence et des prolongements qu'il conviendrait de donner.

I. DU COMPORTEMENT DES ENTREPRISES DANS DES SITUATIONS DE CRÉATION DE TECHNOLOGIE: QUELQUES POINTS DE REPÈRE POUR L'ANALYSE

I.1. Les décisions de R & D des entreprises dans les situations de création de technologie

L'apprentissage est bien entendu la caractéristique centrale d'une entreprise en situation de création de technologie. Cependant, cet apprentissage ne correspond ni à la découverte de « vraies valeurs » par approximations successives (apprentissage bayésien) ni à une amélioration progressive des processus productifs (le *learning by doing*). Compte tenu qu'il s'agit de découvrir quelque chose qui n'existe pas encore, il faut progressivement mettre à jour de nouvelles règles de comportement pour l'exploration technologique. Le sentier d'apprentissage se trace en cheminant : les différentes options décisionnelles qui apparaissent à chaque étape sont fonction des décisions prises aux étapes précédentes.

On peut faire deux hypothèses complémentaires concernant de tels processus d'apprentissage :

1. des *processus cognitifs* particuliers sont à la base des décisions. Un économiste comme Kreps n'est pas très éloigné d'une telle conception lorsque, considérant des situations dans lesquelles on ne peut pas évaluer toutes les options, il suggère que l'acteur prend une décision à partir d'une représentation de la réalité complexe par un modèle simple. Dans ce modèle simple, les choix peuvent être considérés comme optimaux. Le choix du modèle de représentation de la réalité se fait en fonction des expériences similaires de l'acteur (Kreps, 1990)². Dans le même sens, Cohen et Levinthal analysent les apports des sciences cognitives à l'approche de l'apprentissage en économie; leurs conclusions les conduisent à discuter le rôle d'apprentissages antérieurs dans la constitution de la capacité à apprendre (peut-on par exemple apprendre à apprendre?) (Cohen et Levinthal, 1990);

2. si l'on considère à présent l'aspect dynamique du phénomène, on doit analyser l'apprentissage comme un *processus séquentiel*. Là aussi, le parallèle avec Kreps est intéressant puisque cet auteur suggère qu'à chaque étape

les informations nouvelles sont intégrées au modèle selon une procédure heuristique. Ces nouvelles informations permettent de mettre le modèle à jour et de le compléter ou bien de le remettre en cause.

De façon très schématique, on peut considérer que, dans une situation de création de technologie, deux types de décision sont particulièrement importants : le choix du rythme d'investissement d'une part et le choix des cibles de marché d'autre part. Leur importance relative varie considérablement selon la phase du développement technologique ; au cours des premières étapes de l'exploration, l'incertitude radicale ne permet pas de faire des choix reposant sur des anticipations fondées sur des valeurs économiques objectives. Les modalités opérationnelles sont déléguées au corps des techniciens ; les décisions stratégiques ne concernant que la part des ressources qu'il convient de consacrer à l'exploration technologique.

Ces choix sont guidés par différents facteurs :

1. *le potentiel technologique anticipé* (PTA) : celui-ci évolue au cours du temps, au gré des épreuves techniques ou économiques auxquelles la technique est confrontée. Le PTA évolue comme un niveau de confiance, la succession de bonnes (mauvaises) informations faisant varier très rapidement ce niveau. Les informations considérées ne portent pas seulement sur des épreuves de réalité ; elles peuvent également concerner le comportement des acteurs de l'environnement proche. On peut alors, dans certaines situations, observer des processus d'auto-renforcement qui conduisent à de véritables bulles technologiques ;

2. *l'impact potentiel des nouvelles techniques sur les actifs de l'entreprise* : celui-ci est très différent selon les entreprises, allant d'une grave menace pour la petite entreprise spécialisée à une opportunité de diversification à long terme pour le grand groupe diversifié ;

3. le choix du rythme d'investissement peut également être fortement limité par *les contraintes de financement* qui sont très différentes selon les entreprises. L'investissement est également contraint par une valeur plancher qui correspond à la *masse critique* (en dessous d'une certaine valeur, on n'investit pas efficacement). La masse critique dépend de données techniques objectives ; elle est également influencée par des décisions de politique publique dans la mesure où, par exemple, une recherche publique forte permet en général de diminuer la masse critique ;

4. *ce que font les autres* : dans un contexte où un acteur dispose d'une information extrêmement réduite sur le potentiel d'application d'une nouvelle technique, il sera tenté d'imiter le comportement de ses concurrents les plus proches³. Bien que ne disposant pas lui-même d'une information suffisante

pour évaluer une nouvelle option, il peut interpréter le choix d'un concurrent comme un signal fort d'un intérêt éventuel. Dans ce cas, il ne raisonne pas du tout comme s'il était dans une course au brevet où l'intérêt est en général d'arriver le premier. Ici, pourvu que l'investissement ne soit pas trop important par rapport aux actifs de l'entreprise (on est nettement au-dessous du risque de ruine), suivre un concurrent correspond, intuitivement, à une limitation du risque de perte. Les gains d'information obtenus à chaque étape doivent permettre de passer à une phase où les acteurs prennent en compte les actions des autres de façon moins primaire, en utilisant par exemple une analyse coût/bénéfice prenant en compte l'ensemble de l'information disponible. Il est donc nécessaire de considérer que la rationalité des acteurs s'adapte en fonction des informations dont ils bénéficient et des actions antérieures.

Au cours de l'évolution, les gains d'information permettent en effet de mieux percevoir les enjeux stratégiques de l'investissement technologique. Le comportement de l'entreprise se modifie alors sensiblement, passant d'un état où prime la préférence pour la flexibilité (et donc l'investissement dans des techniques génériques) à un état où vont dominer les choix de différenciation (et donc la création de ressources spécifiques). *Les choix de différenciation* peuvent s'exprimer dans deux directions : un choix de segment de marché ou d'une niche (différenciation horizontale) qui correspond à la sélection de certaines caractéristiques qui permettent d'explorer un marché potentiel donné ; un choix de spécialisation verticale qui consiste généralement à retenir une seule fonction qui peut être intégrée dans des produits différents. Ces choix de différenciation ne sont validés qu'en fonction du comportement des autres acteurs.

I.2. Le comportement collectif

Que l'on considère le mimétisme ou la spécialisation réciproque, on ne peut comprendre le plan d'action d'un acteur qu'à partir de l'analyse du comportement du système dans son ensemble. On retrouve bien ici le caractère collectif des processus d'innovation.

Le mimétisme est un comportement collectif typique. Ce processus dépend fortement de la structure initiale (plus ou moins grande diversité des acteurs, répartition homogène ou non,...) et du poids attribué aux décisions des autres par chacun d'entre eux.

La spécialisation réciproque pose des problèmes plus ardues. Intuitivement, on comprend que ce processus est très dépendant de la structure de départ (qui est le résultat de la phase de mimétisme). Si l'on part d'une structure très

homogène (à la différence leader/suiveur près), le processus de spécialisation réciproque sera très chaotique. Chaque acteur étant doté d'un stock de ressources et de compétences identiques, ils auront tous tendance à viser le même segment de marché. Or, selon les caractéristiques de la technique (coûts de différenciation, économies d'échelle ou de champ dans l'utilisation de la technique) et selon la diversité et l'étendue de la demande potentielle, il existe un niveau « optimal » de spécialisation réciproque. Dans de telles circonstances, il est donc peu probable que la main invisible du marché conduise à une structure « optimale ». Cela doit conduire à s'intéresser aux règles, aux conventions et aux dispositifs institutionnels qui permettent d'améliorer les mécanismes de coordination.

Cela est d'autant plus délicat que les problèmes de coordination se posent différemment dans l'une et l'autre des deux phases :

. dans la phase d'accumulation technologique, le rapport du rythme de progression des connaissances de chaque acteur à son investissement est d'autant plus élevé que les effets externes sont élevés et que les recherches sont faiblement duplicatives. Cela suppose des échanges d'information assez libres entre les différents acteurs ;

. cependant, dans une telle situation, le processus d'accumulation technologique conduit à une réduction de l'hétérogénéité de la structure initiale, ce qui, en principe, amplifie les problèmes de la phase de spécialisation réciproque. Le recours à des mécanismes institutionnels n'en est alors que plus nécessaire.

Dans la section qui suit, nous présentons un modèle *ad hoc* qui a été conçu pour étudier le phénomène de création de technologie dans lequel, conformément à ce qui précède, nous distinguons deux phases distinctes. On peut encore préciser que, ainsi considérée, la création de technologie correspond assez exactement à la sélection *ex ante*, concept que Dosi et Orsenigo définissent par opposition au concept plus classique de sélection *ex post*, à l'œuvre dans les modèles dynamiques de concurrence (Dosi et Orsenigo, 1988). Alors que la sélection *ex post* dans laquelle domine la confrontation d'entreprises aux ressources spécifiques données, la sélection *ex ante* correspond beaucoup plus à la création de nouvelles ressources par une séquence d'actions cohérentes dans un univers incertain. La sélection *ex ante* des comportements s'effectue sur la base des « structures cognitives, des « visions du monde » et des compétences des individus, des normes d'organisation communément admises. » (Dosi et Orsenigo, 1988, p. 13). Dans notre modèle, la sélection *ex ante* repose sur la combinaison du

processus d'accumulation technologique avec comportement mimétique et du processus de spécialisation réciproque.

II. UNE MODÉLISATION SIMPLE DES SITUATIONS DE CRÉATION DE TECHNOLOGIE : MIMÉTISME ET SPÉCIALISATION RÉCIPROQUE

Nous présentons donc un modèle de création de technologie dans lequel nous divisons la « sélection *ex ante* » en deux phases : une phase d'accumulation technologique au cours de laquelle les entreprises investissent, à chaque période, des sommes x_i^t dans la R & D ; et une phase de spécialisation réciproque où les entreprises vont se répartir le marché en choisissant des niveaux de différenciation des produits.

Contrairement aux modèles de courses aux brevets, on considère ici que les entreprises ne calculent pas les investissements en R & D conformément aux règles de la théorie des jeux. Ici, on suppose qu'elles adoptent des comportements mimétiques : à chaque période, l'investissement dans la R & D de chaque entreprise est fonction de l'investissement des autres à la période précédente. Dans la décision, le poids donné aux décisions des autres est fonction de la proximité.

A partir d'une certaine quantité de connaissances accumulées, les entreprises parviennent à l'innovation. Le choix de différenciation qu'elles effectuent alors est comparable aux choix de localisation dans la Grande Rue des modèles de différenciation horizontale « à la Hotelling ». Cependant, à la différence des modèles à la Hotelling, on considère que, d'une part toutes les entreprises n'arrivent pas en même temps ; les choix de localisation sont donc séquentiels ; et d'autre part que le choix de localisation d'une entreprise dépend des avantages nets de la différenciation.

L'entreprise se trouve ici successivement en situation de création technologique, face à un problème de choix de différenciation ou encore en phase de production. Quelle que soit la situation, nous avons respecté les deux principes suivants :

(P1) Principe sur les connaissances des acteurs : on considère que les acteurs connaissent parfaitement les paramètres déterminant le fonctionnement du marché ainsi que les décisions des autres acteurs aux périodes précédentes. En revanche, pour les décisions contemporaines ou futures des autres acteurs, les anticipations peuvent être fausses.

(P2) Principe sur les formes décisionnelles des acteurs : dès qu'il y a incertitude sur les issues de la décision⁴, l'acteur ne réalise pas d'optimisation mais il applique des procédures de décision. La forme de ces procédures de

décision est la même d'un acteur à l'autre, les coefficients sont par contre variables.

II.1. La phase d'accumulation technologique

A chaque période, les entreprises sont caractérisées par leur investissement dans la R & D (x_i^t) et une quantité de connaissances accumulées (X_i^t). Il y a innovation à partir du moment où un certain stock de connaissance (Z) a été accumulé. On notera T la date à laquelle la première entreprise atteint Z . Ce n'est qu'après T que commence la phase de spécialisation réciproque (en parallèle avec l'accumulation de connaissances), avant T toutes les entreprises font des recherches génériques qui leur permettent de rester flexibles dans l'attente de gains d'information ultérieurs.

Modélisation des comportements mimétiques

Pour une période donnée, chaque entreprise décide de ses investissements en fonction des investissements des autres à la période précédente. Le poids attribué aux autres firmes dans la décision de chacune d'entre elles est d'autant plus élevé qu'elles sont similaires. On définit un indice de similarité (s_{ij}) compris entre 0 et 1, d'autant plus proche de 1 que les firmes i et j se ressemblent (à noter que $s_{ij} = s_{ji}$).

L'investissement de la firme i à la période t est donné par la formule suivante :

$$x_i^t = q \cdot x_i^{t-1} + \frac{1-q}{b \cdot n} \cdot \sum_{j \neq i} s_{ij} \cdot x_j^{t-1} \quad (1)$$

$q \in [0, 1]$ représente la sensibilité d'une entreprise à son environnement relativement au poids de sa propre histoire; $b > 0$ représente une réactivité moyenne des entreprises de l'industrie et enfin n est le nombre d'entreprises.

La matrice des coefficients s_{ij} va représenter la structure de l'industrie. La formule (1) montre bien que selon la place de la firme dans cette structure, les décisions seront différentes : si par exemple $s_{13} \neq s_{23}$, 1 et 2 ne prendront pas en compte de la même manière la décision de 3. C'est de là que provient la diversité dans ce modèle. Le coefficient q est ici le même pour toutes les firmes.

Comme dans tous les modèles de mimétisme, le problème essentiel est de savoir qui va lancer le mouvement. S'il n'y a pas de leader pour amorcer le processus, il ne se passe rien. Ici, on traite l'apparition du leader comme

un élément exogène : on suppose que le leader investit selon un programme imposé par les caractéristiques de la technique jusqu'à ce que le mimétisme prenne éventuellement le relai.

Dans la réalité, pour les nouvelles technologies, le leader est très souvent une entreprise atypique, par exemple une *start-up* financée par capital-risque. Le comportement de telles entreprises est très différent de celui des firmes en place : malgré leur faible taille, elles ont une faible aversion au risque ; la décision d'investissement prend en compte les critères de qualité technique de l'équipe de R & D ainsi que l'espoir de revendre les actifs avec une forte plus-value (quotation boursière ou absorption par une grande entreprise). De proche en proche, les comportements de ces entreprises se propagent aux autres entreprises, la diffusion se faisant selon les indices de similitude.

Dans le présent modèle, nous n'avons pas introduit de contraintes sur l'investissement. Ces contraintes pourraient être traitées comme des variables exogènes lorsqu'il s'agit de représenter le « PTA ». Les contraintes financières propres à chaque entreprise peuvent s'exprimer en partie en fonction des indices de similitudes. Dans ce cas, elles viendraient augmenter l'effet de l'hétérogénéité de la structure initiale⁵.

Modélisation de l'accumulation des connaissances

Afin de prendre en compte les effets externes, nous utilisons une formule déterministe d'accumulation des connaissances très proche de celle proposée initialement par Cohen et Levinthal (1989). Dans cette équation, la capacité d'absorption des connaissances externes est liée au stock de connaissances accumulées. Cela permet de prendre en compte l'effet cumulatif de l'apprentissage pour la R & D.

$$X_i^t = x_i^t + \gamma_i^t \cdot (\theta_i^t \cdot \sum_j x_j^t + PK) + X_i^{t-1} \quad (2)$$

γ_i^t est la capacité d'absorption des connaissances externes, c'est une fonction croissante de X_i^t , de type logistique. θ_i^t représente la part des recherches des concurrents qui est utilisable par la firme i . θ_i^t est très différent selon que l'on est leader ou suiveur, mais également selon les régimes technologiques. PK représente l'effort de la recherche publique à chaque période (supposé constant).

En fonction des valeurs des paramètres de cette équation, on peut identifier différents régimes technologiques⁶ qui se distinguent notamment par la nature des connaissances et les conditions d'appropriabilité :

- régime 1 : appropriabilité forte, θ_i^t est égal à 0 quelque soit i ;
- régime 2.1 : faible appropriabilité et forte duplication des recherches : la part des connaissances des concurrents qui est utilisable par le leader est nulle alors que pour les autres, cette quantité est fonction de l'écart avec le leader;
- régime 2.2 : variante du régime 2.1 avec des connaissances très codifiées (γ_i^t est élevé pour un niveau faible de X_i^t);
- régime 3 : faible appropriabilité et faible duplication : la part de la somme des connaissances des concurrents utilisable par la firme i est élevée quelle que soit sa position.

Par simulation, on étudie le modèle d'accumulation technologique, sous ces différents régimes, pour différentes structures initiales.

II.2. La phase de spécialisation réciproque

Dans le module de spécialisation réciproque, les entreprises sont confrontées à deux types de décisions : ceux qui vont bientôt entrer sur le marché doivent décider l'endroit où ils vont s'implanter (choix de r , irréversible), ceux qui sont déjà sur le marché revoient au début de chaque période leur prix et la quantité qu'ils vont produire.

Comme traditionnellement dans les jeux séquentiels, il faut décrire les mécanismes de fixation des prix avant d'étudier le choix de position. Malgré de nombreux travaux sur les modèles de différenciation horizontale « à la Hotelling »⁷, il est nécessaire d'adopter une formalisation originale compte tenu de la spécificité des problèmes étudiés.

Comportement du consommateur et définition du bassin d'attraction

On considère une population de consommateurs ayant des préférences homogènes répartis uniformément sur le segment $[0, R]$. Les consommateurs prennent leur décision d'achat sur la base d'un coût généralisé du produit de la forme :

$$PG = P + e \cdot d^2 \quad (3)^8$$

P est le prix du produit « sortie usine », et d est la distance que le consommateur doit parcourir pour se rendre au lieu de vente.

Chaque consommateur consomme le bien dont le coût généralisé est le plus faible, à condition que celui-ci ne dépasse pas un prix plafond (P_0), sinon il ne consomme pas. Chaque firme possède donc un bassin d'attraction autour de son emplacement. On note L^- et L^+ les limites respectivement à gauche et à

droite de ce bassin d'attraction. Au-delà de ces limites, chaque firme ne trouve pas de consommateurs pour l'une au moins des trois raisons suivantes⁹ :

1. il est plus intéressant pour le consommateur d'aller se fournir chez un concurrent;
2. le coût généralisé dépasse P_0 ;
3. il n'y a pas de consommateur (on sort des bornes du segment $[0, R]$).

Ces trois conditions permettent de donner une formulation générale pour les limites droite (L^-) et gauche (L^+), du bassin d'attraction :

$$L^+ = \text{MIN} \left(\frac{r^+ + r}{2} + \frac{P^+ - P}{2e}; r + \sqrt{\frac{P_0 - P}{e}}; R \right) \quad (4)$$

$$L^- = \text{MAX} \left(\frac{r^- + r}{2} + \frac{P - P^-}{2e}; r - \sqrt{\frac{P_0 - P}{e}}; 0 \right) \quad (4')$$

Les décisions de fixation des prix

L'acteur raisonnera toujours sur les prix. Ensuite, à partir du prix qu'il aura décidé de pratiquer et des anticipations sur P^- et P^+ , l'acteur pourra estimer une largeur du bassin d'attraction. La quantité qu'il produira sera égale à la taille de ce bassin d'attraction.

Le modèle est développé sous deux hypothèses spécifiques : d'une part le coût marginal (c) est constant, et d'autre part on suppose que l'acteur qui se situe au centre du segment ne peut atteindre les extrémités qu'en tarifant au coût marginal. Cette dernière hypothèse se traduit par la formule suivante :

$$P_0 = c + \frac{R^2}{4} \quad (\text{HA})$$

- Prix et quantité en situation de monopole

Compte tenu de l'hypothèse (HA), le monopole ne peut se trouver limité par les bords du segment. Comme il n'y a pas de concurrents, la formule du bassin d'attraction est la suivante :

$$\text{BA}(P) = 2 \sqrt{\frac{P_0 - P}{e}} \quad (5)$$

Selon le principe (P2) et puisqu'il n'y a pas d'incertitude, le monopole détermine les prix et les quantités qui correspondent à son profil optimal. Soit, après calcul :

$$P_m^* = \frac{2 \cdot P_0 + c}{3}, \quad Q_m^* = 2 \cdot \sqrt{\frac{P_0 - c}{3e}}, \quad Q_m^*|_{\text{HA}} = \frac{R}{\sqrt{3}} \quad (6)$$

– Prix et quantité en situation d'oligopole indifférencié

L'oligopode indifférencié représente la situation où tous les acteurs sont au milieu du segment. Ils sont donc strictement identiques et c'est pour cette raison qu'on peut dire qu'il n'y a pas d'incertitude (l'autre agira comme moi). Les prix et les quantités sont les suivants :

$$\left. \begin{aligned} P_0^* &= \frac{2P_0 + I \cdot c}{I + 2} & Q_0^* &= 2 \cdot \sqrt{\frac{P_0 - c}{I(I+2)e}} \\ I \cdot Q_0^*|_{HA} &= \frac{R}{\sqrt{3}} \cdot \sqrt{\frac{I}{I+2}} \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

– Prix et quantité en situation d'oligopole différencié

Les auteurs étant différents, chacun d'entre eux doit faire des anticipations sur les prix fixés par ses concurrents les plus proches. On suppose qu'en régime stable (pas de nouvel entrant) les anticipations des firmes en place sont parfaites. Par contre, lors de nouvelles entrées, le marché peut être momentanément déséquilibré.

On considère que P est établi selon la procédure suivante :

$$P = P_{\text{base}} \cdot (1 - TX) \quad (8)$$

P_{base} : dans le cas où l'acteur n'a pas fait d'erreur d'anticipation à la période précédente, le prix de base est égal au prix pratiqué à la période précédente. Si, à l'inverse, il y a eu erreur, le prix est la moyenne des prix des voisins pondéré par l'inverse des distances.

TX est le produit d'un taux réactif par un taux moyen :

$$TX_{\text{réactif}} = \frac{r - r^-(t)}{r - r^-(t+1)} + \frac{r - r^+(t)}{r - r^+(t+1)} - 2 \quad (9)$$

Dans le cas où il n'y a pas eu de nouvelle entrée en début de période (parmi les voisins) le taux réactif est nul. Dans le cas où il y a une ou plusieurs entrées, on peut remarquer que plus l'entrée est proche, plus le taux réactif est élevé : si un acteur se voit emputé d'une large part de son bassin d'attraction du fait d'un nouvel entrant, il baissera fortement son prix pour maintenir au maximum son volume de vente.

Le taux moyen est un paramètre exogène, identique pour toutes les situations, qui représente l'agressivité moyenne des acteurs sur le marché.

Après anticipation sur P^- et P^+ et fixation de son propre prix, l'acteur peut anticiper la largeur de son bassin d'attraction et donc déterminer la quantité produite.

Les choix de différenciation (ou choix de localisation)

Différencier revient à se rapprocher de certains consommateurs ; leurs coûts de transports diminuent, ce qui permet à la firme de pratiquer un prix supérieur. Tout le problème est (a) à court terme de savoir si le supplément de profil dû au supplément de prix permet de couvrir les coûts de différenciation et (b) à long terme, après que tous les acteurs aient pris une position sur $[0, R]$, de savoir si le choix en différenciation était finalement pertinent.

– Intégration des problèmes de court terme et long terme dans les procédures de décision

Dans notre modélisation, lorsque l'acteur différencie, il change sa cible : il ne vise plus le centre du segment, mais un point d'abscisse r . Avec X le chemin parcouru depuis le début des recherches, Z le chemin total à parcourir pour atteindre le centre du segment, le coût de différenciation est le suivant :

$$C_{\text{tot}}(r) = (\sqrt{(Z-X)^2 + r^2} - (Z-X)) \cdot CM_{\text{diff}} \quad (10)$$

Nous considérons que l'acteur n'effectue son choix de différenciation qu'au moment où celui qui le précédait dans la course vient de rentrer sur le marché. Cette règle permet de limiter l'incertitude et correspond à une préférence pour la flexibilité¹⁰. Elle peut cependant pénaliser des choix de différenciation car plus l'acteur différencie tard et plus le coût de différenciation est élevé.

Le choix de différenciation est soumis à la condition suivante :

$$\Delta \hat{\pi} = \left(\hat{\pi}(r) - \frac{C_{\text{tot}}(r)}{2} \right) - \hat{\pi} \left(\frac{R}{2} \right) \quad (11)$$

La première partie de l'expression représente le profit avec différenciation diminué du coût de différenciation (amorti sur deux périodes). La deuxième partie représente le profit sans différenciation. Si cette différence de profit est positive, il y aura différenciation.

Pour préserver son profit à long terme, la firme évitera les positions où elle risque d'être rapidement coincée entre deux autres firmes. Elle fera donc le test $\Delta \hat{\pi}$ pour trois valeurs de r :

$$r = r^- + \lambda \cdot (r^+ - r^-) \quad \text{avec } \lambda \in \{1/3, 1/2, 2/3\} \quad (12)$$

– Estimation des profits en r et $R/2$

Pour calculer les profits en r , l'acteur fait (i) des anticipations sur les prix des voisins, (ii) fixe le prix qu'il pratiquera. Il peut alors calculer les quantités produites (formule du bassin d'attraction) et en déduire son profit.

(i) nous avons vu plus haut que lorsqu'un nouvel acteur entre sur le marché, ses voisins réagissent en abaissant les prix. On supposera que le nouvel entrant anticipe seulement la moitié de cette baisse pour le(s) voisin(s).

(ii) le nouvel entrant fixe son prix selon la même procédure que l'acteur en place (cf. formule 8). P_{base} est ici la moyenne des prix anticipés des voisins pondérés par l'inverse des distances. TX est le produit du taux moyen par un taux actif dont la formulation est la suivante :

$$\left. \begin{aligned} \text{TX}_{\text{actif}}(r) &= (r^+ - r^-) \left(\frac{1}{r^- - r} + \frac{1}{r^+ - r} \right) \\ \text{TX}_{\text{actif}} \left(\frac{1}{r^+ - r} \right) &= 1 \end{aligned} \right\}; \quad (13)$$

Pour calculer les profils en R/2, l'acteur réalise une diminution de prix et de quantités dans des proportions identiques à la diminution en cas d'oligopole indifférencié (cf. formules 7). Avec I le nombre d'acteurs avant l'entrée, P (I) et Q (I) les quantités produites par les I acteurs en question, on a :

$$P(I+1) = P(I) \cdot \frac{P_0^*(I+1)}{P_0^*(I)} \quad \text{et} \quad Q(I+1) = Q(I) \cdot \frac{Q_0^*(I+1)}{Q_0^*(I)} \quad (14)$$

III. RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

Les simulations font apparaître un intéressant dilemme entre partage des connaissances et différenciation.

En effet, dans la phase d'accumulation technologique, l'investissement est d'autant plus efficace que les connaissances circulent librement : chacun peut alors bénéficier des découvertes des autres. La variante 2 du régime 3 (faible appropriabilité, faible duplication et forte codification) correspond en effet à la situation où le rapport entre l'accumulation technologique et l'investissement des entreprises est le plus élevé. Par ailleurs, pour une même réactivité, l'évolution des investissements est d'autant plus rapide que les firmes sont proches¹¹. La date de l'innovation sera donc d'autant plus rapprochée que la structure initiale est homogène et que les effets externes sont élevés. Cela suppose cependant que le problème de l'amorce du processus soit résolu en faisant intervenir des éléments extérieurs qui ne se comportent pas *a priori* comme l'ensemble des firmes de l'industrie. Les structures intermédiaires (où les différents acteurs sont à des distances homogènes) n'apportent pas grand chose : dans tous les cas, une propagation rapide des comportements d'innovation provoque une très forte convergence des entreprises¹². Par construction, dans notre modèle, une structure homogène

à l'entrée sera homogène à la sortie, même lorsque l'appropriabilité est forte. Par contre, cette caractéristique a la propriété de conserver les asymétries lorsqu'elles existent au départ. Cela n'est évidemment pas le cas des régimes à faible appropriabilité pour lesquels des écarts importants à l'origine ne se retrouvent plus à la sortie.

Ces propriétés de conservation ou de réduction des asymétries technologiques jouent un rôle très important pour la différenciation technologique. En effet, les processus qui sont alors à l'œuvre sont extrêmement sensibles aux écarts entre les firmes lorsqu'elles font leurs choix de différenciation. Étant donné qu'il n'existe pas de solution générale au programme de différenciation, il faut là aussi procéder par simulation. Compte tenu des spécifications particulières adoptées, trois formes de résultats sont possibles: l'oligopole indifférencié, une différenciation moyenne ou bien une différenciation maximale. Plus les firmes sont groupées lorsqu'elles arrivent près de la ligne d'arrivée, plus les coûts de la différenciation sont élevés au regard des bénéfices éventuels. Par conséquent, il est nécessaire d'avoir à la fois une structure initiale asymétrique et une forte appropriabilité pour que la structure finale exhibe un niveau maximal de différenciation.

Dans les modèles à la Hotelling, le surplus social est maximum pour une répartition régulière des entreprises sur [0, R]. En effet, d'une part les « coûts de transports » sont considérés comme une perte, et d'autre part les coûts de production sont constants.

Ainsi, si une structure industrielle de départ asymétrique apparaît comme une condition nécessaire pour une différenciation « optimale », ce n'est sûrement pas une condition suffisante. Les simulations font en effet apparaître un phénomène de *lock-in* sur la position centrale. Si la deuxième firme est proche de la première, elle ne différencie pas ; elles pratiquent toutes les deux un prix plus bas qui augmente la largeur de leur bassin d'attraction. Sous nos hypothèses (notamment l'hypothèse HA qui limite la longueur totale du segment), cela a pour effet de diminuer l'intérêt relatif de la différenciation. Cet effet est encore renforcé pour le quatrième joueur si le troisième n'a pu échapper à l'attraction des deux premiers.

On voit donc que, même si les règles de décision sont assez simples, les chances d'aboutir à une différenciation « optimale » sont faibles. D'une certaine façon, ce résultat confirme le principe de « différenciation minimale » établi par Hotelling dans son modèle pionnier¹³. Cependant, ce résultat n'est pas obtenu de façon déterministe, c'est seulement le plus probable compte tenu à la fois des effets de la structure initiale, des caractéristiques de la phase d'accumulation technologique et des risques de *lock-in* dans la phase de

spécialisation réciproque. Apparaît donc un problème de coordination au sens où, même si globalement la différenciation maximale est la meilleure solution, les intérêts particuliers de certains acteurs ou même les caractéristiques des processus de transition font qu'elle a peu de chance d'émerger naturellement. Cette défaillance des mécanismes naturels n'a rien d'original au sens où elle est observée couramment et très bien analysée dans les structures simples de jeux à deux joueurs – jeu du croisement, paradoxe de la chaîne de magasins,... – (Walliser, 1989). Elle met en relief le rôle des institutions qui doivent venir combler ce déficit des mécanismes marchands. Il est hors de notre propos de discuter de l'émergence d'une convention ou des possibilités de négociation d'un plan qui permettrait aux joueurs d'aboutir à un meilleur résultat. On se limitera à trois remarques concernant les mécanismes institutionnels externes qui peuvent être mis en œuvre.

On peut d'abord penser à la conception et à la mise en œuvre par l'État d'un plan qui attribue aux acteurs, en fonction de leurs compétences initiales, des *domaines d'application* pour la valorisation des investissements technologiques. C'est *grosso modo* l'idée qui a présidé à l'établissement du programme mobilisateur biotechnologique en France. Notre hypothèse sur les comportements mimétiques explique assez bien, *a posteriori*, la faible efficacité d'un tel plan : mis en œuvre dans une période d'accumulation technologique, les mécanismes incitatifs liés aux subventions et à la répartition des marchés n'ont que peu d'effets car leur action est prématurée. Par le biais des comportements mimétiques, l'effet cumulatif de la création des *start-up* (ce qui correspond au modèle américain de développement des biotechnologies) sur l'évolution de l'investissement total est beaucoup plus important. En dehors de la fonction d'apprentissage qui leur est également dévolue, cet effet d'entraînement est sûrement l'un des rôles essentiels des *start-up*.

Des mécanismes de protection de la *propriété intellectuelle* peuvent contribuer assez efficacement à résoudre le compromis qui résulte de la contradiction entre la phase d'accumulation et la phase de spécialisation. Il convient toutefois de veiller à ce que la protection ne concerne que des domaines appliqués et ne porte pas sur des connaissances génériques. Cela n'est pas le cas dans l'utilisation actuelle des brevets en biotechnologies. Dans ce domaine, l'usage des brevets conduit en effet à une dilution des différences entre découverte et invention (Joly, 1993). Remarquons aussi que le rôle des brevets est différent de celui qui leur est attribué dans les analyses traditionnelles. Ici, il ne s'agit pas d'augmenter l'incitation à la recherche tout en favorisant la circulation de l'information en attribuant des droits

exclusifs. Il s'agit essentiellement d'augmenter la viabilité de stratégies de différenciation.

Enfin, l'influence de la *recherche publique* dépend surtout du niveau minimal de connaissances nécessaire pour absorber les connaissances externes. Si celui-ci est élevé, la recherche publique ne réduit pas trop les écarts initiaux entre les firmes. Cependant, elle ne participe à les augmenter que dans des situations extrêmes, probablement très éloignées de situations réelles. En général, l'accélération de la phase d'accumulation de connaissances se fait au prix d'une baisse des asymétries technologiques. Cela devrait conduire à considérer avec circonspection le concept de recherche pré-compétitive, clé de voûte de nombreux programmes communautaires : même dans l'absence d'un lien direct avec des produits commerciaux, de telles recherches ont un impact important sur les structures de marché futures.

En guise de conclusion, il convient de discuter deux aspects centraux de cette modélisation.

La distinction entre recherches génériques et recherches spécifiques suppose notamment que, tant que les entreprises ne perçoivent pas de signaux clairs en provenance du marché, leurs recherches les conduisent naturellement à développer des produits identiques. En première analyse, cette façon de voir peut paraître contradictoire avec les prémisses de l'analyse évolutionniste qui considère en général que les décisions concernant l'exploration technologique sont liées à la base de connaissances de l'entreprise, à des méta-routines qui sont étroitement associées à sa culture et à son histoire. Cependant, les analyses empiriques effectuées tendent à conforter cette vision : dans le domaine biovégétal, par exemple, l'analyse des brevets montre que les asymétries résident surtout dans les décalages entre les entreprises ou dans les modalités organisationnelles de l'exploration technologique, très peu dans des profils technologiques différents (Joly, de Looze, 1993). D'ailleurs, une des modalités organisationnelles courantes de l'apprentissage dans la phase d'accumulation consiste à doter la structure responsable de l'exploration d'une très grande autonomie opérationnelle (celle-ci pouvant aller jusqu'à la forme d'une *spin-off* ou d'une *start-up*). Les décisions stratégiques essentielles portent sur la part des ressources qu'il convient de consacrer à l'exploration, les modalités concrètes de celle-ci relevant essentiellement de décisions techniques.

Dans le modèle, le traitement de la demande est assez grossier : (i) la longueur du segment R est donnée ; (ii) elle est telle qu'un monopole sature le marché en tarifant au coût marginal ; (iii) les firmes connaissent parfaitement la longueur du segment. L'hypothèse (ii) pourrait facilement

être relâchée : cela conduirait vraisemblablement à augmenter l'intérêt relatif de la différenciation. Cependant, il serait surtout nécessaire d'introduire des phénomènes d'apprentissage du côté de la demande. C'est en effet de toute évidence, un des aspects importants de la création de technologies : il ne suffit point d'investir dans la création de nouveaux objets techniques, il faut également investir dans la création des marchés et dans la mise en forme de la demande. L'introduction d'un tel apprentissage devrait conduire à renforcer à la fois l'intérêt de la différenciation et les risques de *lock-in* sur la position centrale. En effet, lorsque R dépend des efforts de différenciation antérieurs, une séquence d'arrivées très rapprochées peut rapidement conduire à une saturation d'un segment assez étroit par un oligopole indifférencié. Ce blocage est d'autant plus probable que le nouvel entrant doit alors comparer un revenu certain (dans le cas de la non différenciation) à un revenu incertain compte tenu du nécessaire apprentissage des nouveaux consommateurs. En première analyse, l'apprentissage de la demande devrait augmenter les défaillances du marché et donc renforcer la nécessaire mise en place d'institutions idoines.

Notes et Références

1. De telles situations sont qualifiées par Dosi et Orsenigo d'« équilibre évolutionnaire ». Elles se caractérisent par trois traits : (i) le progrès technique évolue le long d'une trajectoire technologique ; (ii) la distribution des firmes selon leurs caractéristiques organisationnelles et leurs asymétries technologiques est stable ; (iii) la distribution des variables de performance (prix, taux de profit, production,...) est stable (Dosi & Orsenigo, 1988, p. 23).
2. La sociologie des organisations est proche d'une telle position : voir à ce sujet la synthèse de Levitt et March (1988) ainsi que le numéro spécial de la revue *Organisation Science* (1991) consacré à l'apprentissage organisationnel.
3. Des comportements mimétiques fondés sur des indices de similitude entre acteurs sont utilisés dans les modèles d'équivalence structurale pour expliquer les phénomènes de diffusion. Pour une application originale à l'analyse des réseaux d'adoption, voir Callon (1992).
4. Remarquons que l'incertitude est toujours liée aux décisions d'autres acteurs. La probabilisation objective est impossible : nous sommes donc bien en situation d'incertitude et non en situation de risque.
5. Il est peu probable que, d'un point de vue qualitatif, les résultats soient très différents. Par contre, il serait nécessaire d'introduire des discontinuités dans l'investissement en recherche en fixant arbitrairement un niveau d'investissement minimal pour la veille, un niveau nettement supérieur pour la recherche et un troisième niveau pour la R & D.
6. Pour un aperçu concernant la notion de régimes technologiques, voir Nelson & Winter (1982) et Pavitt (1984). Pour une étude empirique des régimes d'appropriabilité, voir Levin *et al.* (1987).
7. Cf. Hotelling (1929), d'Aspremont *et al.* (1979) et Scotchmer et Thisse (1993).

8. La forme quadratique a été préférée à la forme linéaire car elle évite les écueils liés aux discontinuités des fonctions de demande (d'Aspremont *et al.*, 1979).
9. On peut remarquer en outre qu'il n'y a pas d'apprentissage du côté des consommateurs. Nous discuterons du rôle de ces hypothèses après avoir exposé les principaux résultats.
10. On suit ainsi un principe mis en évidence dans différents modèles séquentiels de décisions : il est préférable de reporter la décision jusqu'au moment où il y a un gain substantiel d'information.
11. Pour la phase d'accumulation, nous avons considéré une population de six entreprises. La structure initiale est donnée par une matrice de similitude. Nous avons testé trois types de structures initiales. Dans les deux premières, les firmes sont groupées par 2 ; la similitude intra-couple est forte (0,95) alors que la similitude inter-couple est soit forte (0,9) soit faible (entre 0,3 et 0,4). Nous avons également testé une structure intermédiaire où les firmes sont uniformément réparties sur un segment de longueur variable.
12. Au début de la phase d'imitation, on voit cependant apparaître un intéressant « effet de poche » qui distingue nettement les structures en couple des structures à répartition uniforme : à proximité de l'amorce, les investissements sont tout d'abord plus élevés si celle-ci est éloignée des autres acteurs. Cela rappelle les résultats obtenus par Boyer et Orléan quand ils montrent qu'un changement de convention nécessite l'isolement d'un sous-système assez important dans lequel se développent de nouveaux comportements qui peuvent ensuite s'imposer à l'ensemble du système (Boyer, Orléan, 1991).
13. Contrairement à Hotelling, les coûts de transport sont ici quadratiques. Avec une telle hypothèse, d'Aspremont *et al.* (1979) établissent un principe de différenciation maximale.
- M. AOKI, Horizontal versus vertical information structure of the firm, *American Economic Review*, vol. 76, n° 5, 1986, p. 971-983.
- B. ARTHUR, Competing technologies, increasing returns and lock-in by historical events, *Economic Journal*, vol. 99, 1989, p. 116-131.
- R. BOYER, A. ORLÉAN, Why are institutional transitions so difficult ? in *L'économie des conventions*, Actes du Colloque, mars 1991.
- M. CALLON, Variété et irréversibilité dans les réseaux de conception et d'adoption des techniques, in D. FORAY, C. FREEMAN, *Technologie et richesses des nations*, Paris, Economica, 1992.
- W. M. COHEN, D. A. LEVINTHAL, Innovation and learning: the two faces of R & D, *Economic Journal*, vol. 99, 1989, p. 569-596.
- Collectif, Organizational learning: Papers in honor of (and by) James G. March, *Organization Science*, vol. 2, n° 1, 1991.
- R. COWAN, Tortoise and Hares: choice among technologies of unknown merit, *Economic Journal*, vol. 101, 1991, p. 801-814.
- C. D'ASPROMONT, J. GABSZEWICZ, J. F. THISSE, On Hotelling's Stability of competition, *Econometrica*, vol. 47, p. 1045-1050.
- G. DOSI, L. MARENGO, Some elements of an evolutionary theory of organizational competences (à paraître) K. W. ENGLAND Ed., *Evolutionary concepts in contemporary economics*, University of Michigan Press.
- G. DOSI, L. ORSENIGO, Coordination and transformation: an overview of structures, behaviours and change in evolutionary environment in G. DOSI, C. FREEMAN,

- R. NELSON, G. SIVERBERG, L. SOETE Eds., *Technical change and economic theory*, London, Pinter Publishers, 1988.
- H. HOTELLING, Stability in competition, *Economic Journal*, vol. 39, p. 41-57.
- P. B. JOLY, M. A. De LOOZE, *L'analyse des dépôts de brevets permet-elle de révéler les stratégies d'entreprises en biotechnologie végétales?* Miméo Grenoble, 1993.
- P. B. JOLY, A quoi serviront les brevets en biotechnologies; une analyse des logiques de la transformation des règles de propriété intellectuelle, Communication à l'atelier *Institutions et Création de Technologie*, GDR Economie Industrielle/CNRS, Lyon, juin 1993 (à paraître dans un ouvrage collectif).
- D. M. KREPS, *Game theory and economic modelling*, Oxford University Press.
- B. LEVITT, J. G. MARCH, Organizational learning, *Annual Review of Sociology*, vol. 14, 1988, p. 319-340.
- R. C. LEVIN, A. K. KLVORICK, R. R. NELSON, S. G. WINTER, Appropriating the returns from industrial research and development, *Brookings Papers on Economic Activity*, n° 3, 1987.
- R. R. NELSON, S. G. WINTER, *An evolutionary theory of economic change*, Belknap-Harvard Univ. Press, Cambridge, 1982.
- K. PAVITT, Patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory, *Research Policy*, vol. 13, 1984, p. 343-373.
- S. SCOTCHMER, J. F. THISSE, Les implications de l'espace pour la concurrence, *Revue Économique*, vol. 44, n° 4, 1993, p. 653-670.
- B. WALLISER, Théorie des jeux et genèse des institutions, *Recherches Économiques de Louvain*, vol. 55, n° 4, 1989, p. 339-364.

**KNOWLEDGE DISTRIBUTION AND COORDINATION
IN ORGANIZATIONS: ON SOME SOCIAL ASPECTS OF
THE EXPLOITATION VS EXPLORATION TRADE-OFF (*)**

Luigi MARENGO¹

Abstract

This paper puts forward a preliminary investigation of the relationship between the distribution of knowledge and the capability of learning and adapting to changing environmental conditions in organizations. The main focus of the paper is on the trade-off each organization faces between commonality of knowledge, which enables coordination, and diversity of knowledge, which on the contrary favours learning and discovery of new ways of doing things. By means of a simulation model the paper compares the performance, in terms of coordination and learning, of different organizational designs, characterized by the way in which knowledge is distributed among the members of the organization and by the way coordination is achieved through centralized or decentralized coordinating devices.

Résumé

Cet article propose une analyse préliminaire de la relation entre la distribution du savoir et la capacité d'apprentissage et d'adaptation des organisations face aux changements de leur environnement. L'article focalise sur l'arbitrage qui existe pour chaque organisation entre l'aspect commun du savoir, permettant la communication et la diversité des savoirs favorisant l'apprentissage et les nouvelles opportunités de modalités d'action. En utilisant un modèle de simulation nous examinons la performance en termes de coordination et d'apprentissage des

1. Dipartimento di Economia, Università di Trento, Via Inama, 1, 38100 Trento, Italy, Tel: +39-461-882201, Fax: +39-461-882222, email: marengo@itncisti.bitnet

(*) I would like to thank Giovanni Dosi and Massimo Egidi for helpful discussions. Preliminary versions of this paper were presented at the seminar "Institutional Change and Network Evolution", Stockholm, June 16-18, 1993, and at the E.M.O.T. Workshop, Strasbourg, September 23-25, 1993. Comments made there, especially by R. Cowan and P. Llerena greatly contributed to improvements.