

Raymond GUILLOUZO
Maître de Conférences
de Sciences de Gestion

Université de Rennes 2
UFR Sciences Sociales
6 avenue Gaston Berger
35043 RENNES Cédex

☎02 99.14.18.17

Fax : 02.99.14.17.85

mel : Raymond.Guillouzo@Uhb.Fr

**Stratégies de coopération interfirme et compétition technologique :
les enseignements d'une analyse du portefeuille d'alliances des innovateurs.**

Mots-clés : Innovation technologique, portefeuille d'alliances, rendements croissants
d'adoption, course à la standardisation.

Stratégies de coopération interfirmes et compétition technologique : les enseignements d'une analyse du portefeuille d'alliances des innovateurs.

Introduction.

Le format VHS, le système d'exploitation MSDOS, le micro-ordinateur PC, ... sont des exemples parmi d'autres de standards qui ont structuré l'industrie du traitement de l'information. Aussi, les enjeux économiques liés à la standardisation conduisent tout innovateur à s'interroger sur les conditions requises pour qu'une technologie devienne le modèle dominant.

Un standard technologique, défini à partir de son processus d'émergence, désigne la technologie qui s'est imposée comme le modèle dominant à l'issue d'une compétition entre des solutions différentes mais substituables, fondée sur des mécanismes de sélection et d'éviction. Il doit être distingué de la norme qui est un document reconnu décrivant une technologie socialisée et établi sur la base d'un consensus de toutes les parties concernées en respect du principe d'intérêt général [Bénézech, 1995]. Un standard traduit une reconnaissance du marché tandis que la norme s'inscrit comme la référence officielle¹.

Le rôle moteur de l'innovation et de la diffusion technologiques dans l'environnement "techno-économique" actuel a suscité de nombreuses recherches théoriques et empiriques. Mais, si certains travaux récents proposent un renouvellement de l'analyse économique de la compétition technologique [Foray, 1989], l'intérêt accordé aux stratégies interfirmes qui influencent l'émergence d'un modèle dominant reste limité [Khazam & Mowery, 1994]. Pourtant, la collaboration entre firmes est une pratique largement attestée dès lors que s'engage une bataille des standards [Ohmae, 1985; Delapierre, 1991].

L'objectif de cette contribution est de proposer une lecture de la compétition technologique qui, sans remettre en cause le modèle dominant des rendements croissants

¹ Ainsi, l'ordinateur PC d'IBM est devenu, au début des années 1980, un standard de fait sur le marché de l'informatique, c'est-à-dire une référence tant pour les offreurs que pour les demandeurs de produits informatiques. Mais son fonctionnement, qui requiert une alimentation électrique, reste subordonné au respect, par le constructeur, des normes en vigueur dans le domaine du réseau électrique.

d'adoption [Arthur, 1988 & 1989], intègre pleinement les stratégies de coopération interfirme². Il s'agit notamment de cerner la dynamique des alliances et la logique des portefeuilles d'accords constitués par les firmes innovatrices dans un contexte de course à la standardisation.

Cette réflexion s'inscrit dans le courant évolutionniste et a pour cadre un processus de standardisation portant sur des technologies alternatives mais incompatibles.

Si le modèle des rendements croissants d'adoption (R. C. A.) concourt à une meilleure compréhension de la compétition technologique, certaines limites constatées plaident pour la prise en compte des manoeuvres stratégiques engagées par les firmes et dont la traduction la plus fréquente est la conclusion d'alliances [1]. La démarche retenue repose sur l'analyse, à partir d'une grille originale, des alliances scellées autour de la technologie Risc [2]. L'étude de la contribution des alliances à la diffusion d'une technologie est réalisée à partir du croisement des sources de RCA et des catégories d'accords, celle de la logique des stratégies menées par chaque firme innovatrice se fonde sur l'examen de la structuration de son portefeuille d'accords [3].

1 - Le processus de standardisation d'une technologie : une analyse renouvelée.

Contestant la loi des rendements décroissants, B. Arthur propose une relecture de la compétition technologique, fondée principalement sur le concept de rendements croissants d'adoption [1.1]. Mais cette approche nous paraît incomplète car elle se limite à analyser la demande de technologie et ne prend pas en compte le comportement des offreurs, notamment en matière de coopération interfirme [1.2].

1.1. L'apport de B. Arthur : le modèle des rendements croissants d'adoption.

² Nous définissons l'accord de coopération comme *un contrat formel entre deux ou plus de deux entreprises s'inscrivant dans la durée et impliquant un comportement coordonné dans le cadre d'un projet commun aux partenaires qui n'en conservent pas moins leur souveraineté stratégique.*

Dans ce texte, nous nous intéressons essentiellement aux alliances qui sont des accords entre firmes concurrentes ou potentiellement concurrentes ; ce qui explique l'utilisation souvent indifférenciée des termes accords et alliances.

L'analyse de B. Arthur [1988, 1989] trouve son origine dans la contestation du modèle dominant de l'éviction, lequel stipule qu'une technologie plus coûteuse et moins performante que sa rivale est appelée à disparaître. A partir de l'exemple des claviers de machines à écrire, David [1986] montre que les critères de performances ne suffisent pas pour l'emporter lors d'une compétition technologique. Intrinsèquement plus efficient par son ergonomie, le clavier Dvorak, apparu en 1934, n'a pu supplanter sur le marché le clavier Qwerty, diffusé à compter de 1867. David explique cette situation de verrouillage (*lock-in*) par le poids de la base installée : le changement de technologie s'est trouvé entravé par les coûts de reconversion (*switching costs*).

L'adoption possible d'une solution non optimale est confirmée par Cowan [1989] qui constate, dans le domaine des réacteurs nucléaires, l'émergence comme standard de la technique du refroidissement à eau au détriment de celle du refroidissement au gaz, notoirement plus performante. D'autres exemples, comme la standardisation du système VHS moins performant que la technologie Betamax [Gendre, 1986], viennent conforter la thèse avancée par David.

Dans le prolongement des travaux de David, Arthur s'intéresse au processus de diffusion de la technologie et montre que ce n'est pas parce qu'une technologie est la plus efficace qu'elle est choisie (comme standard), mais c'est parce qu'elle est choisie qu'elle devient efficace. La diffusion technologique est un processus dynamique, dont le moteur réside dans l'action même de l'adopter [Foray, 1989]. Pour simplifier : plus une technologie est adoptée, plus elle devient attractive aux yeux des utilisateurs actuels ou potentiels.

Arthur explique ce caractère cumulatif de la diffusion d'une technologie par l'existence de rendements croissants d'adoption (R. C. A.) dont il dénombre cinq sources :

□ les *effets d'apprentissage par l'usage* (*learning by using*). Ce concept, développé par Rosenberg [1982], met l'accent sur la contribution des utilisateurs à une amélioration des performances de la technologie et à une extension de son champ d'application, à partir des connaissances et de l'expérience qu'ils ont accumulées ;

□ les *externalités de réseau*. Katz et Shapiro [1985], notamment, ont montré que l'extension de la communauté des utilisateurs d'une technologie procure, au niveau de chaque membre un surcroît d'utilité lié à :

- l'élargissement des connexions : les avantages de disposer d'un téléphone, d'un fax, d'un minitel, ..., augmentent sensiblement avec le nombre d'utilisateurs (effet de réseau direct) ;

- l'amélioration ou l'apparition de produits complémentaires : l'extension de la diffusion du micro-ordinateur PC a généré le développement de nombreux logiciels applicatifs (effet de réseau indirect).

□ les *rendements croissants d'information*. L'extension de la diffusion d'une technologie contribue à mieux la faire connaître, ce qui est de nature à atténuer l'aversion pour le risque, source de blocage pour certains utilisateurs potentiels ;

□ les *économies d'échelle de production*. Une augmentation de la diffusion d'une technologie permet la fabrication en grande série, et donc à coût unitaire moindre, des éléments qui l'incorporent ;

□ les *interrelations technologiques*. L'adhésion croissante à une technologie est de nature à favoriser la structuration de son environnement et susciter des améliorations aux niveaux des technologies périphériques. A titre d'exemple, la diffusion de la technologie du microprocesseur dans l'industrie informatique s'est accompagnée d'innovations dans les domaines du stockage, de l'affichage ou de l'impression des données.

De "petits événements" exogènes, déterministes ou aléatoires, et les mécanismes d'auto-renforcement (*self-reinforcing mechanisms*) liés aux rendements croissants d'adoption expliquent l'occurrence, à un moment donné, d'une situation d'irréversibilité c'est-à-dire de verrouillage (*lock-in*) sur l'une des technologies qui s'impose comme standard.

1.2 Pour une prise en compte des stratégies de coopération inter-firmes.

Le modèle proposé par Arthur constitue une réelle avancée dans la compréhension des mécanismes de la compétition technologique [Le Bas, 1995], et la

littérature économique a largement pris en compte le phénomène des rendements croissants d'adoption. Toutefois, certaines analyses critiques mettent l'accent sur les limites d'un modèle qui n'intégrerait pas tous les paramètres de l'innovation et de la diffusion technologiques.

Ainsi, Dalle [1996], conteste l'issue de la compétition technologique envisagée par Arthur, en l'occurrence l'avènement d'un monopole par élimination de la diversité. Il montre que la standardisation n'est pas incompatible avec la survivance de niches technologiques³.

Il reste que les insuffisances relevées sont liées, le plus souvent, aux hypothèses mêmes de ce modèle. Comme le note Bénézech [1995], la compétition analysée se développe entre des technologies détachées de toute fonction d'offre. Or, l'étude du processus d'exclusion technologique, qui débouche sur l'émergence d'un standard, nécessite la prise en compte de variables comportementales autres que le simple phénomène d'imitation censé expliquer la décision d'adoption des utilisateurs.

C'est précisément l'hypothèse d'une technologie "non-sponsorisée", excluant toute manipulation stratégique, qui nous semble la plus contestable. En effet, la réalité observée permet difficilement de faire abstraction du comportement des firmes dans l'analyse du processus de standardisation, comme l'ont montré les récentes batailles de standards dans le domaine de l'audio-visuel, de la micro-informatique ou du multimédia.

Dans la logique du modèle des R. C. A., la standardisation d'une technologie passe par une diffusion large et rapide auprès des utilisateurs et les stratégies de coopération interfirme visent clairement à influencer sur les comportements d'adoption. Ce constat nous conduit à nous interroger sur la contribution des différentes catégories d'accords, comme source de R. C. A., et sur les différentes stratégies de collaboration possibles dans un contexte de compétition technologique.

Sans remettre en cause le modèle de B. Arthur, nous souhaitons intégrer cette dimension stratégique dans l'analyse du processus de standardisation. Une approche fondée uniquement sur la demande de technologie, c'est-à-dire son adoption par les utilisateurs, nous paraît restrictive. Aussi, nous nous intéressons à la possibilité d'une

³ Par exemple, l'avènement du PC d'IBM comme standard de la micro-informatique n'a pas empêché le maintien sur le marché d'un micro-ordinateur basé sur une technologie alternative et incompatible : le MacIntosh d'Apple.

production ou d'une intégration de la technologie par des firmes concurrentes ou potentiellement concurrentes de la firme innovatrice. Il s'agit de se placer prioritairement du côté de l'offre et d'analyser le comportement des différentes firmes actrices, quand Arthur privilégie une approche par la demande et ne fait référence qu'aux seules technologies.

Pour illustrer notre propos, nous avons retenu l'exemple de la technologie Risc qui est actuellement le théâtre d'une "bataille" pour la standardisation dans laquelle se trouvent engagés, directement ou indirectement, la quasi-totalité des acteurs de l'industrie informatique.

2 - Cadre d'analyse et méthodologie.

La démarche retenue consiste tout d'abord à déterminer le champ d'observation, c'est-à-dire une technologie engagée dans un processus de standardisation [2.1], puis à recenser les accords noués autour de cette technologie, sur la base d'une typologie originale [2.2].

2.1 La technologie Risc, enjeu d'une compétition technologique âpre et indécise.

Le Risc (*Reduced instruction set computer*) désigne une architecture dont l'élément principal est le microprocesseur qui constitue lui-même le composant de base de l'ordinateur. Le premier microprocesseur – de technologie Cisc (*Complex instruction set computer*) – fut mis au point en 1970 par la firme américaine Intel et introduit sur le marché dès 1971. En l'adoptant en 1981 pour équiper le micro-ordinateur PC, IBM en fit un standard du marché et lui assura un succès commercial incontestable⁴.

La technologie Risc, qui représente une nouvelle architecture de microprocesseur, repose, pour l'essentiel, sur une réduction des instructions de base (150 environ contre près de 350 pour le Cisc) adressées à la machine. Cette simplification permet une réduction des coûts de fabrication tout en améliorant les performances initiales de l'ordre de 15 à 20%.

⁴ La firme Intel détient actuellement près de 80% de l'ensemble du marché des microprocesseurs.

Mise au point dans les laboratoires d'IBM par J. Cocke [1975], l'architecture Risc a été développée à l'Université de Berkeley par D. Patterson qui conçut le premier processeur Risc [1980] et par trois professeurs de Stanford qui fondèrent Mips, première société à commercialiser une puce fondée sur cette technologie [1985]⁵. Son lancement coïncide avec l'émergence d'un nouveau segment dans l'industrie informatique : les stations de travail.

En référence à la théorie évolutionniste, l'architecture Risc peut être considérée comme un élément du paradigme technologique de la micro-électronique [Dosi, 1982] et est porteuse d'un ensemble de potentialités de développement.

Au stade actuel, nous pouvons considérer que seules cinq configurations, présentant des caractéristiques et des performances propres, restent engagées dans la course à la standardisation : elles sont proposées par Mips/Silicon Graphics, Sun, Hewlett-Packard, IBM et Digital⁶.

Sur la base d'un même potentiel de développement, les firmes empruntent des trajectoires différentes ; le caractère tacite de l'apprentissage et de l'expérience explique la présence, au niveau de chaque architecture, d'une composante spécifique [Dosi et alii, 1988].

Il est à noter que trois technologies, développées puis commercialisées au cours de la seconde moitié de la décennie 80, par Intergraph, Motorola et Acorn, sont d'ores et déjà écartées de la course à la standardisation : Motorola et Intergraph se sont ralliées à une architecture concurrente, respectivement IBM et Sun, tandis que l'architecture d'Acorn s'avère marginalisée.

La technologie Risc se trouve bien engagée dans une compétition technologique, fondée sur des mécanismes de sélection et d'éviction décrits par Arthur. Mais, à la différence du

⁵ La durée importante (10 ans) qui s'écoula entre la conception et la commercialisation de la technologie peut s'expliquer par deux raisons principales :

□ la frilosité des principaux constructeurs informatiques, inquiets du risque de "cannibalisation" des technologies existantes : AS 400 pour IBM, VAX pour Digital, puces Cisc pour Intel et Motorola, ;

□ le problème de l'adaptabilité des produits dédiés : les technologies Risc et Cisc sont incompatibles c'est-à-dire que la migration des outils logiciels ne peut s'opérer sans une réécriture totale des programmes.

⁶ cf tableaux 4, 5 & 6, en annexes.

cadre retenu par cet auteur⁷, chaque architecture peut être identifiée par rapport à une firme précise.

Une analyse de l'évolution des performances de chacune des architectures, depuis leur introduction sur le marché, permet de noter que nous sommes en présence de technologies non figées, objet d'améliorations constantes⁸.

La technologie Risc n'est pas pleinement constituée à l'origine [Dosi, 1982 ; Nelson & Winter, 1982] mais évolue au fur et à mesure qu'elle se diffuse sous l'influence des mécanismes d'apprentissage qui génèrent des rétroactions, mises en évidence par Kline et Rosenberg [1986]. La course à la standardisation passe par une course à l'innovation [Combe, 1994].

L'architecture Risc constitue donc un domaine privilégié pour l'observation d'une compétition technologique tandis que les nombreuses alliances nouées autour de cette technologie [Khazam & Mowery, 1994; Combe, 1994 ; Gomes-Casseres, 1995] permettent d'envisager, dans de bonnes conditions, l'analyse des déterminants d'une stratégie de coopération menée dans le cadre d'un processus de standardisation.

2.2 Le recours à une typologie originale des accords comme grille de lecture des stratégies de coopération.

Les difficultés de transposition des typologies existantes aux secteurs de haute technologie nous ont incité à rechercher, dans le cadre d'une thèse⁹, une catégorisation originale des accords fondée sur l'observation des pratiques de coopération dans l'industrie informatique.

⁷

Rappelons que l'analyse de B. Arthur porte sur une technologie "non sponsorisée".

⁸

cf schéma 1, en annexes.

⁹

Cf notre thèse *Les stratégies de coopération dans l'industrie informatique - une lecture en termes de portefeuilles d'accord*, [GUILLOUZO . 1996],

Collecte et traitement des données.

L'information de base concernant les accords noués autour de la technologie Risc s'appuie sur un relevé systématique des divers rapprochements opérés par les principaux constructeurs informatiques, depuis 1985, à partir de quatre sources principales :

- ⇒ des documents émis par les firmes concernées : communiqués de presse, revues de presse et rapports annuels ;
- ⇒ trois bases de données existantes : Larea-Cerem, Ceretim et Bipe Conseil ;
- ⇒ des revues spécialisées telles que 01 Informatique et Le Monde Informatique ainsi que diverses publications rapportant certains accords stratégiques (thèses, ouvrages, rapports de cabinets d'études,...) ;
- ⇒ le réseau Internet (recherche exploratoire à partir de mots-clés).

Pour des raisons de confidentialité de certaines informations et de contraintes matérielles, les données recueillies proviennent pour l'essentiel de sources secondaires. Aussi, il convient, dès à présent, de relever l'incertitude que laisse planer cette démarche de collecte quant à l'exhaustivité et à la fiabilité de l'information ; des problèmes d'ordre méthodologique que s'accordent d'ailleurs à reconnaître la plupart des chercheurs qui ont procédé à la constitution de bases de données¹⁰. La pratique de l' "écran de fumée" ou "de manoeuvres de diversion" est une des composantes de l'arsenal dont usent les firmes tandis que l'information retranscrite par voie de presse l'est souvent dans une version synthétique, parfois édulcorée.

Nous nous sommes efforcé d'atténuer les biais évoqués en remontant le plus possible en amont de l'information¹¹ et en procédant au recoupement des sources : chaque accord a été analysé à partir d'au moins deux sources différentes. Il convient d'ajouter que, dans le contexte d'une compétition technologique comme celle portant sur le Risc, les innovateurs mettent en oeuvre de véritables stratégies de communication externe [Tellier, 1996]. Cette recherche d'un "effet d'annonce" permet de considérer que les principaux accords portant sur la technologie Risc sont portés à la connaissance du public.

Les données collectées ont été regroupées sous le système de gestion de base de données Access et l'analyse des données a été réalisée à partir du logiciel SAS. La pratique d'une *analyse des correspondances multiples* (ACM) combinée à une *classification ascendante hiérarchique sur les facteurs* (CAH) nous a permis de proposer une typologie originale des accords.

La taxinomie résultante¹² recèle six composantes dont la dénomination est fondée sur le comportement dominant observé dans chaque catégorie et fait également référence à la technologie, que nous considérons comme variable discriminante principale des accords dans l'industrie informatique (cf tableau 1, ci-dessous).

¹⁰ cf notamment : Arlandis [1987], Garrette [1991], Hagedoorn & Schakenraad [1991], ...

¹¹ Dans le cadre du recueil des données, nous avons rencontré des responsables de la coopération ou de la communication de six firmes observées, trois consultants de ce secteur, les concepteurs des trois bases de données citées et deux journalistes spécialisés.

¹² Cette typologie – élaborée à partir des accords noués par dix constructeurs informatiques mondiaux (IBM, H.-P., Digital, Fujitsu, NEC, Hitachi, Toshiba, S.N.I., Olivetti et Bull) sur la période allant de 1985 à 1994 – a été présentée au colloque de l'A.I.M.S. de Lille [1996]

Tableau 1 : Typologie générale des accords dans l'industrie informatique.

Composantes	Caractéristiques
Production de technologies	Mise en commun de moyens en vue de la mise au point de nouvelles technologies.
Promotion de technologies	Association des adeptes d'une technologie dont l'objectif est de contribuer à sa standardisation.
Addition de technologies	Apport conjoint de technologies-procédés dans le cadre d'une opération de fabrication en commun.
Fusion de technologies	Mise en phase de technologies complémentaires en vue de la réalisation d'une prestation commune.
Transmission de technologies	Cession d'une technologie assortie de relations suivies (formation, assistance, actualisation, ...).
Valorisation de technologies	Mise en place de relations récurrentes clients-fournisseurs en vue de la commercialisation de technologies-produits.

Cette typologie est retenue comme cadre d'analyse des stratégies de coopération menées par les principaux innovateurs dans le domaine de la technologie Risc.

Les alliances relatives à cette technologie¹³ ont été extraites de la base de données par le croisement de deux variables : le nom de la firme (Digital, HP, IBM, MIPS et Sun), et la technologie concernée (Risc)

Nombre d'accords portant sur la technologie Risc ont contribué à l'élaboration de la typologie et se trouvent dès lors identifiés par leur appartenance à une catégorie précise. Les alliances recensées après construction de la taxinomie ont été affectées sur la base de leur profil dominant, sachant qu'un accord complexe c'est-à-dire comportant plusieurs volets est éclaté en autant d'accords simples relevant chacun d'une classe spécifique.

¹³

Il convient de rappeler que le recensement opéré ne saurait prétendre à l'exhaustivité.

Le tableau 2 ci-après présente les résultats de ce traitement.

Tableau 2 : Distribution des accords conclus par les cinq firmes observées.

	Mips/Silicon Graphics	Sun	Hewlett-Packard	IBM	Digital
Production de technologies	NEC [1990]; Sony [1990]; NKK [1993]	Texas-Instruments [1993] Fujitsu [1988 & 1994]; Toshiba [1990]	Intel [1994]	Motorola-Apple [1991]	Advanced Risc Machines [1995]
Promotion de technologies	Advanced Computing Environment [1991] : Mips, Compaq, Control Data, Digital, Microsoft, SCO, Silicon Graphics, Tandem ...	SPARC International [1991] Amdahl, Fujitsu, HAL, Matsushita, Tadpole, Tatung, Toshiba,	Power Risc Organisation [1992] HP, Convex, Hitachi, Misubishi, NEC, Oki, Oracle, Samsung, Stratus, Wind River, Yokogawa, ...	PowerOpen Association [1993] IBM, Motorola, Apple, Wang, Bull, Thomson-CSF, ...	
Addition de technologies					
Fusion de technologies		AT&T [1987]; Wind River [1988] Fujitsu; Toshiba, Matsushita, Morisawa	Intel [1994] Oracle	Westinghouse [1991] Matsushita [1994]	Microsoft [1995] Alcatel [1995]
Transmission de technologies	<u>LSI Logic</u> [1987]; <u>IDT</u> [1987]; <u>Performance SC</u> [1987]; Digital [1988]; Silicon Graphics NEC [1989]; <u>Toshiba</u> [1990]; <u>Sony</u> <u>Siemens</u> [1989]	<u>BIT</u> [1987]; <u>Cypress SC</u> [1987]; <u>LSI Logic</u> [1987]; <u>Texas Instr.</u> [1988]; Themis Computer; Unisys; AT&T; Xerox; Prime Computer; Weitek [1991] Solbourne-Matsushita [1987]; <u>Fujitsu</u> [1987]; Toshiba [1989 & 1993] <u>Philips</u> [1989]; ICL-Fujitsu	<u>Sequoia</u> [1990] <u>Hitachi</u> [1990] Oki [1991] <u>Samsung</u> [1989 & 1992]	<u>Motorola</u> [1991] Thomson-CSF [1992]	<u>Mitsubishi</u> [1993] <u>Samsung</u> [1996]
Valorisation de technologies	Everex, ADD-X; Prime; AT&T; Pyramid Technology; Tandem; USL Daewoo; Kubota; Seiko-Epson; Acer Bull; Nixdorf; Olivetti	Amdalh; Arthur Andersen; Datatek; Mentor Graphics; Cray; Tandon; Unisys; Arrow Int. Fujitsu; Matsushita; OKI; Toshiba; Tatung; Hyundai; DTK; Goldstar; Seiko-Sanyo; C. Itoh; Nippon Steel ICL-Fujitsu; Tadpole	Hughes [1990] Convex; Prime; Control Data; Stratus Mitsubishi; Hitachi; NEC [1995] Winbond	Wang [1991]; Sears Canon [1993]; Hitachi [1994] Bull [1992]; Tadpole technology [1992]	Cray Research [1992]; Encore Computers [1992] Kubota [1992] Olivetti [1992]; ACRI

NB : les soulignements identifient des accords de seconde source.

Source : base de données personnelle.

3 - La recherche de rendements croissants d'adoption au coeur des stratégies de coopération interfirme.

La dimension du réseau d'alliances de chaque innovateur nous conduit à nous interroger, dans un premier temps, sur les apports d'une stratégie de coopération interfirme, en mobilisant le concept de R. C. A. [3.1]. Dans un second temps, nous essayons de cerner la stratégie suivie par chacune des firmes engagées dans la compétition, à partir de l'analyse de son réseau d'alliances [3.2].

3.1 Les accords de coopération, sources de rendements croissants d'adoption.

La distribution des accords [tableau 2] atteste que les cinq principaux détenteurs de la technologie Risc ont mis en oeuvre de véritables stratégies de coopération basées sur la conclusion d'alliances nombreuses et diverses. Ce comportement traduit la préoccupation des innovateurs de rallier des concurrents actuels ou potentiels à leur technologie. Il s'agit là d'une stratégie "paradoxe" qui consiste, pour une firme, à écarter les détenteurs de technologies concurrentes tout en incitant des rivaux à entrer sur le marché en adoptant sa technologie.

Pour mieux comprendre les motivations des entreprises innovatrices, nous analysons, sur la base de ses caractéristiques propres¹⁴, la contribution de chaque catégorie d'accords de coopération à l'émergence de rendements croissants d'adoption.

Les accords de *production de technologies* s'inscrivent dans la perspective d'une recherche *d'économies d'échelle au niveau de la R&D*. Ils sont porteurs d'une amélioration des performances intrinsèques et des fonctionnalités de la technologie ainsi que d'une réduction des délais d'aboutissement, tout en autorisant un partage des risques et des coûts [Delapierre, 1991].

Il est à noter que tous les acteurs semblent disposés à partager les fruits d'une amélioration de leur technologie, ce qui signifie que la performance est perçue comme un des éléments discriminants dans le choix d'adoption.

¹⁴ cf la présentation synthétique de la typologie (tableau 1)

Les accords de *promotion de technologies* relèvent principalement de la recherche de *rendements croissants d'information*. Le ralliement d'un grand nombre de firmes, concurrentes ou potentiellement concurrentes, permet une extension de l'information relative à la technologie et de forger ou de consolider sa réputation, au sens de Shapiro [1983]. Cette convergence des acteurs procure à la technologie supportée une crédibilité susceptible d'influencer les clients indécis avertis au risque.

A l'exception de Digital, tard venu, tous les leaders technologiques ont regroupé les "sponsors" de leur architecture au sein d'un consortium.

Les accords *d'addition de technologie* se fondent sur un partage des investissements pour une opération de fabrication en commun d'éléments incorporant la technologie. Dès lors, la réalisation d'*économies d'échelle de production* est l'objectif principal de cette catégorie d'accords.

Contrairement à la situation observée dans le segment proche des puces mémoires DRAM [Combe, 1994], aucun accord de fabrication conjointe n'a été recensé dans le domaine du Risc ce qui permet d'avancer l'hypothèse que la variable prix n'est pas considérée comme discriminante¹⁵.

Les accords *de fusion de technologies* ont pour objectif principal d'adapter des biens complémentaires et de susciter de nouvelles applications : ils se positionnent donc comme source potentielle d'*externalités technologiques*. Des initiatives concertées visant à assurer la portabilité d'un logiciel, réaliser une interface de connexion, développer une solution complète, ..., contribuent à structurer et à enrichir l'environnement d'une technologie et dès lors, la rendent plus attractive.

Les partenaires sollicités pour nouer des accords de fusion de technologies se situent dans l'environnement immédiat de la construction informatique. Ce sont, pour l'essentiel, des éditeurs de logiciels (solutions complètes pour entreprises, ...) ou des entreprises de télécommunications (systèmes EDI, multimédia, ...).

Les accords *de transmission de technologies* se fondent principalement sur la recherche :

¹⁵ Il convient toutefois de noter que la technologie Risc est, dès son lancement, d'un coût moindre que la technologie Cisc qu'elle ambitionne de supplanter, sans compter que les firmes semblent privilégier, au niveau de la phase de fabrication, les accords de seconde source, générateurs d'autres formes de rendements croissants d'adoption (cf accords de transmission de technologies).

- de *rendements croissants d'information*. La concession d'un droit de duplication à des firmes concurrentes renforce la réputation de la firme innovatrice auprès des utilisateurs potentiels et ces adhésions viennent crédibiliser la technologie détenue. D'autre part, l'instauration d'une concurrence intra-architecture, par le canal des accords de seconde source¹⁶, sécurise la clientèle qui dispose de plusieurs sources possibles d'approvisionnement [Swann, 1987] ;

-d'un effet *d'apprentissage par la pratique*¹⁷ (*learning by doing*) [Arrow, 1962]. Certains contrats de cession de licence s'accompagnent de clauses de rétrocession d'informations sur les améliorations apportées aux technologies-procédés ou aux technologies-produits. Ces informations sont intégrées par le concédant puis répercutées auprès des autres licenciés [Bidault, 1993].

Nous pouvons constater que la conclusion d'accords de transmission de technologie est une pratique qui intervient dès le lancement de la technologie Risc.

Les accords de *valorisation de technologies* portent sur des produits incorporant la technologie. Cette catégorie d'accords est source :

-d'*effets externes de réseau*¹⁸ : l'instauration de relations étroites et récurrentes entre l'innovateur et les utilisateurs (au sens d'intégrateurs) permet de susciter auprès des partenaires une offre de produits liés. Par contre, les effets internes de réseau sont peu perceptibles dès lors que les partenaires de l'innovateur ne font qu'incorporer la technologie au sein de systèmes qu'ils commercialisent ;

-d'*effets d'apprentissage par l'usage* : l'interaction entre offreur et utilisateurs d'une technologie donnée permet de déboucher sur des innovations incrémentales suggérées par ces derniers [Von Hippel, 1976].

¹⁶ Un accord est dit de seconde source quand une société cède sa technologie relative à un bien à son partenaire afin que celui-ci en assure la fabrication. Cette cession est généralement assortie de conditions de commercialisation du bien par l'entreprise "seconde source".

¹⁷ Cette forme d'apprentissage ne semble pas évoquée par Arthur qui n'envisage que l'apprentissage par l'usage

¹⁸ En nous référant à l'argumentation de Bénézec [1995], nous retiendrons la terminologie d'effets de réseau de préférence à celle d'externalités de réseau.

C'est dans cette catégorie que nous retrouvons le plus grand nombre d'accords, avec une nette dominance d'accords O.E.M.¹⁹.

Tableau 3 : Catégories d'accords et principales sources de R. C. A.

Catégories d'accords	Sources de R. C. A.	Apports des accords
Production de technologies	Effets d'échelle en R&D	Amélioration des performances
Promotion de technologies	Rendements croissants d'information	Réduction de l'aversion au risque
Addition de technologies	Effets d'échelle en fabrication	Réduction des coûts
Fusion de technologies	Externalités technologiques	Extension du champ d'application
Transmission de technologies	Rendements croissants d'information Effet d'apprentissage par la pratique	Réduction de l'aversion au risque Innovations incrémentales
Valorisation de technologies	Effets (externes) de réseau Effet d'apprentissage par l'usage	Extension de la gamme de produits dédiés Innovations incrémentales

Ce croisement des différentes catégories d'accords et sources de RCA nous a permis de constater :

- la pertinence des différentes sources de R. C. A. énoncées par Arthur, ce qui n'exclut pas un enrichissement possible par l'introduction de variantes au niveau de certaines sources. C'est le cas notamment des effets d'échelle (de R&D et de fabrication) et des effets d'apprentissage (par la pratique et par l'usage) ;

¹⁹ Un accord OEM repose sur la fourniture régulière, par un fabricant, d'un système (ex : station de travail) ou d'un sous-système (ex : microprocesseur) à un autre fabricant qui le revend sous sa marque propre en assurant l'intégralité de la chaîne de commercialisation.

- l'aptitude des alliances à générer une large gamme de R. C. A.. Cette réelle contribution des accords positionne la coopération interfirme comme un outil stratégique de base lors d'une compétition technologique.

Aussi, il est particulièrement intéressant d'analyser les principales caractéristiques des manoeuvres stratégiques de collaboration engagées par les différents détenteurs de la technologie Risc.

3.2 Comportements de coopération au cours du processus de standardisation : des pratiques différenciées, liées à la situation au départ de la course.

Chaque firme s'est constituée un réseau d'alliances diversifié, ce qui permet d'avancer que la course à la standardisation s'accompagne d'une véritable course aux alliances. Il reste que la dimension variable des réseaux observés nous invite à analyser la démarche et les motivations des différents acteurs. Cette exploration nous permet d'évoquer ensuite certaines limites du recours aux alliances.

3.2.1 Les stratégies de Mips et Sun : la quête prioritaire de rendements croissants d'information.

Lorsqu'elle introduit sa technologie Risc sur le marché [1986], Sun – créée en 1982 – ne bénéficie que d'une expérience limitée dans le segment en émergence des stations de travail. Une antériorité toute relative dont ne pouvait même pas se prévaloir Mips : sa création [1985] coïncide avec le lancement de la première architecture Risc, mise au point par les fondateurs de cette entreprise. Le déficit d'expérience et de notoriété de ces deux firmes est alors considéré comme un réel handicap dans une industrie informatique en devenir.

Toutefois, les nombreux accords de transmission de technologies, souvent noués avec des firmes de premier rang (NEC, Toshiba, Siemens, Philips, Digital, ...), sont perçus comme une première reconnaissance de la technologie conçue par Mips et Sun. Il convient de noter le rôle essentiel des accords de seconde source, au nombre de six pour

chacune de ces deux firmes, qui assurent une large disponibilité des microprocesseurs Risc.

La recherche de rendements croissants d'information est encore plus évidente au niveau des accords de promotion des technologies respectives : Mips adhère à un consortium, Ace, qui compte, à son apogée, plus de deux cents membres tandis que Sun réunit près de cinquante de ses partenaires au sein du consortium Sparc International.

Cette crédibilité se trouve renforcée par le ralliement de nombreux acteurs du secteur qui intègrent la technologie dans leur offre de systèmes (accords de valorisation de technologies) et contribuent ainsi à une offre de produits liés.

Si les premiers accords conclus par Sun et Mips²⁰ semblent guidés par la recherche d'effets de rendements croissants d'information, ces deux firmes, de création récente et de taille modeste, ont mis en oeuvre une stratégie de coopération systématique et diversifiée, générant d'autres sources de R. C. A., qui leur a permis de se maintenir dans la course à la standardisation, aux côtés de firmes dotées de ressources nettement plus importantes.

3.2.2 Les stratégies de HP, IBM et Digital : une priorité aux effets de réseau et d'échelle en R&D.

A la différence de Mips et Sun, IBM, HP et Digital sont, au moment de l'émergence de la technologie Risc, solidement ancrées dans l'industrie informatique où elles occupent les tous premiers rangs mondiaux. Elles disposent d'importantes ressources diversifiées et d'une large base installée, en technologie Cisc, couvrant les principaux segments de l'industrie informatique. Cette solide implantation explique les tergiversations de ces trois firmes par rapport à la technologie Risc et le retard initial pris sur Mips et Sun.

Aussi, lors du lancement de leurs technologies respectives, la première préoccupation de ces trois leaders de l'industrie du traitement de l'information est de convertir leur clientèle actuelle à cette nouvelle technologie incompatible tout en s'efforçant de convaincre d'autres utilisateurs potentiels. Il convient donc, pour rattraper

²⁰ Il convient de préciser que ni Mips ni Sun n'assurent la fabrication du microprocesseur Risc.

puis devancer les premiers partants, de proposer une technologie particulièrement performante et de susciter l'émergence d'une large gamme de produits dédiés.

Cette recherche de complémentarités est très présente dans la stratégie d'HP qui s'est assurée le concours de firmes importantes (Hitachi, NEC, Mitsubishi, Samsung,) issues de la région asiatique où son implantation reste limitée. Elle est confortée par des accords conclus avec des entreprises performantes dans les principaux segments de la construction informatique telles que Hitachi (gros systèmes), Samsung (micro-informatique), Sequoia (systèmes à tolérance de pannes), ou dans les applications logicielles comme Oracle (systèmes de gestion de bases de données). Si l'accord noué avec Intel – destiné à établir une passerelle entre les technologies Cisc et Risc – traduit une préoccupation d'amélioration des performances (effets d'échelle en R&D), son aboutissement serait porteur d'effets de réseau très importants dès lors que la confection d'une interface permettrait d'ouvrir la très large bibliothèque "logiciels" de la technologie Cisc à la technologie Risc. Sans préjuger de l'issue de la compétition, il est envisageable d'expliquer, sur la base d'un effet d'anticipation des adoptants, la position actuelle de leader²¹, occupée par H-P dans la course à la standardisation de la technologie Risc.

Le réseau constitué par IBM s'appuie sur un "noyau dur" constitué de trois firmes américaines solidement implantées dans l'industrie et dont les activités sont plutôt complémentaires [IBM, Apple & Motorola]. Ce socle – qui recèle plusieurs accords longuement négociés – s'est, dès le départ, préoccupé du développement de l'architecture conçue par IBM. Cette démarche témoigne de la recherche prioritaire d'un effet de taille au niveau de la R&D, sans négliger les effets de réseau qui résultent de la complémentarité de ces trois firmes. Cette collaboration a permis à IBM de concurrencer directement les firmes déjà en place comme Sun et Mips, dès son entrée sur le marché de la technologie Risc [Gomes-Casseres, 1995].

La position actuelle de Digital est plus problématique et traduit bien les handicaps liés à un départ tardif. Elle confirme également que la détention de

²¹ Il est à noter que H-P est actuellement en tête de la course à la standardisation [cf tableau 5] sans que cette position puisse s'expliquer par la détention d'avantages intrinsèques majeurs. En effet, HP n'est partie qu'en troisième position, ne détient pas la technologie la plus performante et dispose d'une taille bien inférieure à celle d'IBM.

l'architecture la plus performante n'est pas un atout déterminant (cf données chiffrées en annexes).

Lors du lancement de sa technologie, Digital s'est trouvée devant une situation de pénurie en matière de partenaires potentiels : la plupart des acteurs ayant déjà opéré leur choix, elle n'a pu rallier que quelques firmes du secteur, souvent de second rang. Elle n'a pu, dès lors, soutenir le même rythme de diffusion que ses concurrents et il semble qu'un portefeuille d'accords moins fourni ait influé négativement sur sa réputation.

3.2.3 Les limites d'une stratégie de coopération.

Si les exemples de Mips et Digital nous éclairent, sous des angles différents, sur l'intérêt d'un réseau étoffé de "sponsors", certains problèmes rencontrés par Mips et Sun montrent que la constitution d'un réseau n'est pas sans risques et que toute stratégie de coopération comporte des limites.

Ainsi, à son origine, le consortium ACE a contribué incontestablement, par sa dimension et sa composition, à une reconnaissance de la technologie de Mips. Mais cette association, créée à l'initiative de Compaq, semblait échapper à tout contrôle direct, car elle regroupait des firmes en concurrence directe tout en soutenant deux solutions technologiques : celle de Mips (Risc) et celle d'Intel (Cisc). Ces intérêts contradictoires furent à l'origine de dissensions graves (départs de Digital, Compaq, Bull, ...) et la firme Mips, en difficultés financières, fut rachetée par Silicon Graphics qui dut déployer de nombreux efforts pour maintenir la technologie Risc.

Sun, de son côté, pratiqua une cession souple de licences, autorisant les partenaires à opérer des développements spécifiques à partir de l'architecture cédée. Elle alla même jusqu'à organiser la concurrence entre ses partenaires, variant ses sources d'approvisionnement selon la génération de microprocesseurs. Une approche de la coopération qui se révéla porteuse d'effets pervers à trois niveaux :

- des problèmes de compatibilité furent notés au sein même de l'architecture Sparc [Khazam & Mowery, 1994] ;

- certains offreurs de systèmes informatiques renoncèrent à adopter la technologie Sparc, ne souhaitant pas être mis en concurrence directe avec d'autres fabricants de systèmes Sparc [Khazam & Mowery, 1994] ;

- des conflits internes prirent naissance, illustrés par la scission du consortium Sparc International en deux clans, l'un dominé par Sun, le second par Fujitsu [Gomes-Casseres, 1995].

Nous pouvons donc constater que si la compétition technologique se fonde, de plus en plus, sur une *rivalité inter-réseaux*, elle peut également générer une *rivalité intra-réseau* dont le risque d'émergence semble d'autant plus fort que les détenteurs de la technologie n'assurent pas la fabrication du bien qui l'incorpore, comme le montrent les cas de Mips et Sun.

Cette rivalité intra-réseau s'avère d'autant plus préjudiciable qu'elle freine la réalisation des effets d'apprentissage et de réseau et rejaillit négativement sur la réputation de la technologie concernée. Elle a pour conséquence de dissuader des adoptants potentiels et d'entraver la diffusion de la technologie, comme l'attestent les résultats obtenus par Mips et surtout par Sun dont la position s'est très nettement dégradée depuis 1990²².

L'occurrence possible de conflits au sein même d'un réseau plaide pour la mise en oeuvre d'une stratégie de coopération maîtrisée, fondée sur une démarche cohérente et non axée sur la recherche d'un réseau d'alliances de taille maximale. Elle met l'accent sur le rôle essentiel du management au niveau de l'accord, du réseau d'accords et plus globalement du portefeuille d'accords.

Conclusion :

Au total, ce travail a permis de mettre en évidence les principaux apports des alliances et de proposer un cadre d'analyse des stratégies de coopération interfirmes dans un contexte de course à la standardisation. Il nous a permis d'enrichir le modèle des R. C. A. développé par Arthur en intégrant la dimension stratégique des accords

²² cf tableau 5, en annexes.

interentreprises, sources de R. C. A. Le recours aux alliances traduit une préoccupation d'exploitation intelligente des ressources disponibles [Hamel & Prahalad, 1994] et permet une diffusion plus large et plus rapide des technologies.

L'application du modèle des RCA à la coopération interfirmes constitue, pour tout innovateur, une aide à la décision dans le choix des accords et des partenaires. Cette démarche peut également être adoptée par les autres acteurs concernés (concurrents, utilisateurs, ...) dans le cadre d'une veille technologique.

Il reste que cette approche ne semble pas permettre une évaluation fine de la performance des alliances, en raison de la difficulté de détermination d'indicateurs fiables de mesure des R. C. A..

La mesure de la performance des alliances et le management d'un réseau ou d'un portefeuille d'accords sont des champs de recherche encore peu explorés mais qui présentent un intérêt d'autant plus grand que la compétition technologique ne s'exerce plus entre des firmes seules mais entre des groupes de firmes ou "constellations" [Gomes-Casseres, 1994].

Bibliographie :

ARLANDIS J. [1987], *De l'alliance stratégique à la stratégie de l'alliance - la coopération dans le secteur des technologies de l'information et de la communication*, Revue d'Economie Industrielle, n°39, pp. 228-243.

ARROW K.-J. [1962], *The economics implications of learning-by-doing*, Review of Economic Studies, vol.29, pp.155-173.

ARTHUR B. [1988], *Competing technologies : an overview*; in : *Technical Change and Economic Theory*, ed. by Dosi G. & Freeman C., Pinter Publishers, pp. 591-607.

ARTHUR B. [1989], *Competing technologies, increasing returns and lock-in by historical events*, The Economic Journal, vol. 99, pp. 116-131.

BENEZECH D. [1995], *L'apport du concept de norme technique à l'analyse de la diffusion technologique*, Thèse, Université de Rennes 1, 495 pages hors annexes.

BIDAULT F. [1993], *Apprentissage et réseaux*, Economies et Sociétés, Série Dynamique technologique et organisation, n°1, pp.79-101.

COMBE E. [1994], *Alliances entre firmes et course technologique - éléments théoriques et application à l'industrie des circuits intégrés standards (Dram et Risc)*, Thèse, Université de Paris-I Panthéon-Sorbonne, 433 pages.

COWAN R. [1989], *Nuclear power reactors : a study in technological lock-in*, The journal of economic history, vol. 50, pp. 541-567.

DALLE J.-M.[1995], *Dynamiques d'adoption, coordination et diversité : la diffusion des standards technologiques*, Revue Economique, vol.46, n°4, pp.1081-1098.

DAVID P. [1986], *Understanding the economics of QWERTY : the necessity of history*, in : *Economic History and the Modern Economist*, ed. by Parker W.-N., Basil Blackwell, pp.30-49.

DELAPIERRE M. [1991], *Les accords inter-entreprises, partage ou partenariat ? Les stratégies des groupes européens du traitement de l'information*, Revue d'Economie Industrielle, n°55, pp.135-161.

DOSI G. [1982], *Technological paradigms and technology trajectories : a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change*, Research policy, vol.11, pp.147-162.

DOSI et alii [1988], *Technical Change and Economic Theory*, ed. by Dosi G., Freeman C., Nelson R., Silverberg G. & Soete L., Pinter Publishers.

FORAY D. [1989], *Les modèles de compétition technologique - Une revue de la littérature*, Revue d'Economie Industrielle, n°48, pp.16-34.

GARRETTE B. [1991], *Les alliances entre firmes concurrentes : configurations et déterminants du management stratégique*, thèse, HEC Jouy-en-Josas, 461 pages.

GENDRE C. [1986], *Les magnétoscopes et la télévision*, Eyrolles, 262 pages.

GOMES-CASSERES B. [1994], *Group versus Group : how alliances networks compete*, Harvard Business Review, July-August, pp.62-74.

GOMES-CASSERES B. [1995], *The alliance revolution - The new shape of business rivalry*, Harvard University Press, 305 pages.

GUILLOUZO R. [1996], *Les stratégies de coopération dans l'industrie informatique - une lecture en termes de portefeuilles d'accords*, Thèse, Université de Rennes 1, 485 pages.

HAGEDOORN J. & SCHAKENRAAD J. [1991], *The role of interfirm cooperation agreements in the globalisation of economy and technology*, Monitor-Fast Programme, Vol. 8, CEE., 201 p.

KATZ M. & SHAPIRO C. [1985], *Network Externalities, competition and compatibility*, American Economic Review, vol. 75, n°3, pp.424-440.

KHAZAM J. & MOWERY D., *The commercialization of RISC : strategies for the creation of dominant designs*, Research Policy, n°23, pp.89-102.

KLINE L. & ROSENBERG N. [1986], *An overview of innovation*, in : *The positive sum strategy*, ed. by Landau R. & Rosenberg N., National Academy Press, pp.275-305.

LE BAS C. [1995], *Economie de l'innovation*, Economica, 112 pages.

NELSON R.& WINTER S. [1982], *An evolutionary theory of economic change*, Harvard University Press, 437 pages.

OHMAE K. [1985], *Triad Power*, The Free Press.

SHAPIRO C [1983], *Premiums for high quality products as returns to reputations*, Quaterly Journal of Economics, vol.XCVIII, n°4, pp.659-679 (cité par Bénézech [1995]).

SWANN G. [1987], *Industry standard microprocessors and the strategy of second-source production*, in : *Product standardization and competitive strategy*, ed. by Landis-Gabel, Elsevier, pp.239-262.

TELLIER A. [1996], *Exemples d'action stratégique dans les compétitions technologiques à externalités de réseau*, Communication au colloque de l'A.I.M.S. à Lille, Actes du colloque sur cd-rom, 19 pages.

VON HIPPEL E. [1976], *The dominant role of users in scientific instrument innovation process*, Resarch Policy, vol.5/3, pp.212-239.

Annexes.

Tableau 4 : Principales caractéristiques des firmes détentrices de la technologie Risc.

Firmes : caractéristiques :	Mips/Silicon Graphics	Sun	Hewlett- Packard	IBM	Digital
date de création	1984	1982	1939	1911	1957
Nationalité	USA	USA	USA	USA	USA
technologie Risc	RX000	SPARC	PA- Risc	PowerPro	Alpha
date de lancement	1985	1986	1989	1990	1992
Chiffre d'affaires 1995 (*)(**)	2.541	6.500	26.073	71.940	14.440
Résultat 1995 (**)	237	447	2.433	4.178	431
Rang mondial en 1995	39	16	3	1	7

(*) dans l'industrie du traitement de l'information ; (**) en milliers de dollars.

Source : Datamation, Dataquest & rapports d'activité.

Tableau 5 :Répartition des ventes de systèmes Risc en 1991 & 1996.

Architecture Risc	1991	1996

PA-Risc [HP]	6%	29.6%
PowerPC [IBM]	8%	27.5%
Sparc [Sun]	63%	17.0%
RX000 [Mips/SGI]	16%	15.9%
Alpha [Digital]		8.9%
Autres	7%	1.1%

source : d'après I.D.C. (1991) et A. Allison (1996).

Tableau 6 : Comparaison des principales architectures Risc en 1993

Concepteur	Digital	Sun	SGI/MIPS	H.-P	IBM
Famille de processeur	Alpha	Sparc	R4000	PA-Risc	Power PC
microprocesseur	21164	Ultrasparc	R4400SC	7200	604
fréquence	300MHz	167MHz	250MHz	120MHz	133MHz
SPECint	341	240*	175	168.7	176
SPECfp	512	350*	178	269.2	157

Source : Document interne Digital, novembre 1995.

* : estimation

Schéma 1 : Evolution des performances des principaux microprocesseurs (en SPECint).

[Schéma à insérer]

Source : Document interne Digital, novembre 1995.

Nota : Les performances d'un microprocesseur sont liées au degré d'intégration (nombre de transistors par puce) et s'identifient principalement en termes de :

- vitesse d'horloge, mesurée en Mhertz ;
- puissance de calcul, évaluée en Mips.

Elles se définissent également par la capacité d'adressage ou longueur du mot traité, mesurée en bits (4 bits, 8bits, 16 bits, 32 bits, ...), qui fonde les générations successives de microprocesseurs.

Les tests de performance, dont la pertinence et l'objectivité sont reconnues par les constructeurs, sont restitués en unités SPECmark : ils résultent de calculs portant sur des opérations entières (SPECint) et en virgule flottante (SPECfp), effectuées sous le langage Unix.