

CHAPITRE VIII

COMPLEMENTARITE ET DYNAMIQUE DES "MONDES DE PRODUCTION" DU LOGICIEL

Une explication fréquente de la pluralité des formes de production dans l'économie du logiciel est la jeunesse de cette activité. Par exemple, Christian Genthon et Denis Phan constatant que "l'industrie du logiciel est encore dans sa phase de démarrage" soulignent que les "produits, modes de production et modes de distribution ne sont pas encore totalement stabilisés" (1999, p. 187). Si ce constat contient une part indéniable de vérité, il ne doit pas induire l'idée qu'une économie du logiciel parvenue à maturité se caractériserait par une domination sans partage d'un seul monde de production, qui reléguerait les autres mondes au statut de survivances historiques dépassées, de manière analogue au triomphe de la production industrielle sur la production artisanale.

Ce qui permet au contraire de penser que la coexistence de différents mondes de production est un phénomène durable, c'est qu'il existe entre les différents mondes de production des logiciels, d'importantes relations de complémentarité. Tout d'abord les différents mondes de production des logiciels correspondent à des types de produits différents, produits qui sont eux-mêmes souvent complémentaires¹. Par exemple, il n'existe aucune raison pour que le modèle économique qui s'impose pour développer un site Web de commerce électronique, pour lequel la nécessité d'une adaptation fine aux caractéristiques de l'entreprise est primordiale, soit le même que celui qui permet de produire des systèmes d'exploitation, pour lesquels la standardisation est indispensable. Or la diversité des logiciels a tendance à s'accroître avec le développement de l'informatisation. De plus pour un même type de produit, les utilisateurs sont très divers et accordent une importance différente aux multiples caractéristiques d'un logiciel, dont on a vu qu'elles étaient dépendantes des mondes de production. Si l'on prend l'exemple des systèmes d'exploitation, un utilisateur expert très sensibilisé aux questions de performance et de fiabilité pourra préférer un logiciel libre comme Linux, alors qu'un simple usager, essentiellement motivé par la facilité d'utilisation et d'installation (surtout pour les périphériques de plus en plus divers et nombreux des ordinateurs), se tournera généralement vers le système le plus diffusé (Windows).

Un deuxième aspect de la complémentarité entre les mondes de production des logiciels, est que dans certains cas, le produit d'un monde peut servir d'input à la production d'un autre monde. C'est notamment le cas pour le monde de production flexible où des prestations sur mesure peuvent être construites à partir de progiciels commerciaux ou de logiciels libres. Ces

¹ Cette complémentarité des logiciels peut concerner leur utilisation mais aussi leur production, un logiciel étant en grande partie produit à l'aide d'autres logiciels.

complémentarités ne sont pas que techniques et peuvent être à la base d'un renforcement dynamique simultané des deux mondes de production correspondants : par exemple, l'existence de sociétés proposant des services autour de Linux renforce la diffusion de ce logiciel, ce qui en retour incite à proposer de nouveaux services².

Un troisième aspect concerne les incitations que peut représenter le développement d'un monde de production avec ses caractéristiques spécifiques, sur la production d'un autre monde. Nous avons souligné que les qualités parfois jugées insuffisantes des progiciels commerciaux avaient pu motiver la création de logiciels libres. Réciproquement, le succès acquis par certains d'entre eux entraîne des réactions des producteurs du monde fordiste, soumis à une nouvelle concurrence. De façon plus générale pour les produits et services d'informations, Anne Mayère identifie trois modes d'échange différents (échanges non marchands, échanges de marchandises et échanges de services), mais effectue cette précision importante : "une erreur d'interprétation serait de les concevoir comme antinomiques et d'envisager leur évolution relative comme un jeu à somme nulle. Le développement des marchés de l'information repose au contraire sur la dynamique combinée de ces trois composantes, et notamment sur des passages et combinaisons constantes entre ce qui est de l'ordre du marchand et ce qui est de l'ordre du troc. C'est en effet dans cette dynamique du gratuit et du payant que se régulent l'identification des valeurs d'usage et marchande de l'information et leur traduction réciproque, opérations toujours difficiles et toujours recommencées" (1997, p. 142).

En conséquence, la présence de plusieurs mondes de production dans l'économie du logiciel nous paraît devoir se perpétuer. Toutefois cette coexistence ne doit pas masquer les profondes évolutions de ce secteur, qui se concrétisent notamment par des changements dans l'importance respective de chacun de ces mondes. Il se produit entre les différents mondes de production des évolutions dynamiques que nous allons analyser en identifiant les principales trajectoires à l'œuvre.

Cette analyse, qui a un caractère plus hypothétique, sera moins développée que celle du chapitre précédent. Si nous avons pu repérer de façon inductive les trajectoires les plus fréquentes et proposer quelques éléments d'explication, la construction d'un cadre théorique complet et adapté, qui intégrerait notamment les apports des théories évolutionnistes, reste à effectuer. De plus comme certains phénomènes sont très récents (le développement du monde de la création, certaines modalités du monde de production flexible), ils ne permettent pas de

² Ce type de cercle "vertueux" ne se limite pas aux solutions constituées autour de logiciel libre. On peut observer le même phénomène (développement interdépendant d'un progiciel et des sociétés proposant des services complémentaires) avec SAP pour les progiciels de gestion d'entreprise ou avec Oracle pour les progiciels de gestion de bases de données.

prendre le recul nécessaire pour pouvoir valider les hypothèses émises, ce qui nécessiterait des investigations supplémentaires.

Par contre, l'intérêt d'une telle analyse, même partielle, est de montrer comment certaines dynamiques ont déjà affecté différemment les trois grandes zones de production des logiciels que sont les Etats-Unis, le Japon et l'Europe (section II) et de mettre en évidence les perspectives d'évolution les plus souhaitables — mais pas nécessairement les plus probables — pour l'ensemble de l'économie du logiciel, ce qui peut motiver des actions volontaristes (section III). Auparavant les quatre trajectoires principales d'évolution sont analysées dans une première section.

Section I - Les évolutions dynamiques de l'économie du logiciel : quatre trajectoires principales

Toutes les évolutions que connaît l'économie du logiciel ne se traduisent pas par un changement de monde de production. Il existe en permanence de multiples démarches pour améliorer l'efficacité de la production des logiciels que l'on peut qualifier de rationalisations "mineures", dans la mesure où elles ne modifient pas en profondeur le cadre conventionnel qui est à la base d'un monde de production. Mais le plus important nous semble être constitué par les rationalisations "majeures" qui sont marquées par *un déplacement d'une production effectuée dans un monde de production vers un autre monde de production*. On peut distinguer, parmi les multiples possibilités théoriques³ existantes, quatre trajectoires qui résument les principaux changements observés dans l'économie du logiciel (cf. schéma XII) :

³ En théorie, parce qu'en pratique beaucoup de trajectoires sont impossibles.

Schéma XII : Les évolutions dynamiques de l'économie du logiciel

Avant d'analyser ces quatre trajectoires, quelques précisions sont nécessaires, notamment pour éviter des erreurs d'interprétations que pourrait induire leur représentation schématique. Si le passage d'un monde de production à un autre peut s'effectuer par la transformation de l'activité économique d'une entreprise, cette évolution n'est pas la plus fréquente. En effet, une telle transformation implique un changement radical de l'identité de l'entreprise concernée, dans ses objectifs, dans le type de produit qu'elle réalise, dans son organisation, dans ses rapports avec les utilisateurs, changement dont l'ampleur le rend difficilement acceptable. Il s'agit donc plus souvent de trajectoires de produits que d'entreprises, le passage d'un monde de production à un autre, s'effectuant par la croissance de l'activité des entreprises et l'apparition de nouvelles entreprises dans le monde de production de destination, accompagné éventuellement de la chute de l'activité, voire de la disparition d'entreprises, dans le monde d'origine. D'autre part, l'existence d'une trajectoire partant d'un monde de production ne condamne pas celui-ci à un déclin irrémédiable. Outre l'existence de relations qui peuvent être de complémentarité⁴ plus que de substitution entre les mondes (cf. supra), l'apparition permanente de nouveaux segments d'activité peut susciter de nouveaux développements du monde d'origine : par exemple, en même temps que certains logiciels sur mesure sont remplacés par des progiciels, de nouveaux domaines d'applications apparaissent qui au départ peuvent être développés sur mesure avant qu'une généralisation éventuelle voit l'apparition de progiciels.

A - INDUSTRIALISATION

La première de ces évolutions a été "l'industrialisation" de l'économie du logiciel, dont l'objectif était l'amélioration de la productivité dans la production des logiciels, par le passage de produits sur mesure à des produits standards (progiciels). La notion d'"industrialisation" est ambiguë et, comme nous le verrons, peut recouvrir des phénomènes assez différents. Nous avons néanmoins choisi ce terme, car d'une part c'est celui qui est très largement utilisé pour désigner le nécessaire passage d'un "stade artisanal" à un "stade industriel" dans la production des logiciels (Patrick Jaulent 1992, p. 14)⁵, et d'autre part, il est utilisé pour désigner dans les services une évolution assez proche de celle que représente la trajectoire *monde interpersonnel à monde fordiste* dans l'économie du logiciel. Par exemple, Faïz Gallouj décrit ainsi le processus d'industrialisation des services à partir d'une situation de "service "pur" où les caractéristiques de service sont obtenues en mobilisant exclusivement des compétences,

⁴ Dans ce cas, la croissance d'un monde de production peut servir de soubassement à l'essor d'un autre monde.

⁵ La nécessité d'une "industrialisation" de la production des logiciels revient de manière récurrente dans la littérature spécialisée. Pour se limiter à deux exemples, Eurostaf estime que "les SSII françaises passent d'une logique artisanale à une logique industrielle" (1996 A, p. 248) et Serge Bouchy explique que "l'ensemble de la démarche de génie logiciel vise à *industrialiser* la production des logiciels" (1994, p. 163).

celles du prestataire combinées à celles du client (coproduction) : le processus d'industrialisation se manifeste dans un premier temps, par la disparition progressive du client en tant qu'acteur de la production (affaiblissement, puis disparition de la relation de coproduction) et la mise en œuvre de technologies immatérielles. Ce processus converge vers un service assimilable à un quasi-bien, caractérisé par le recours croissant aux technologies matérielles et au self-service et par la disparition de la mobilisation directe de compétences "au contact" (1997, p. 67).

Si l'industrialisation implique que "la production du service s'autonomise vis à vis du client et du prestataire" (Faïz Gallouj, 1994, p. 118), l'affaiblissement de la relation de service qui en résulte peut parfois coïncider avec une amélioration du service rendu : "il existe pour une entreprise de service d'autres moyens de rendre un service jugé supérieur que l'approfondissement des connexions avec ses clients : le caractère adapté du cadre technique, spatial ou architectural de la prestation, la mise à disposition d'outils techniques utilisés en self-service () la diversité des offres et des solutions proposées, le professionnalisme supérieur, la réduction des dysfonctionnements et des erreurs,_" (Faïz Gallouj, 1997, p. 67).

Cependant, le plus souvent, la notion d'industrialisation est définie par analogie avec le "mode de production (organisation du travail et techniques) dominant dans la grande industrie de l'après-guerre" (Jean Gadrey, 1994 A) : elle "désigne un processus au cours duquel une catégorie d'organisation n'appartenant pas au monde industriel tend à se rapprocher de ce dernier, au moins sur certains plans jugés significatifs : concentration de moyens de production et de main d'œuvre, recours à des outillages et machines souvent perfectionnés pour leur époque et (...) capacité à produire en série des biens standardisés dans le cadre d'organisations mécanistes" ; elle "se réfère à des méthodes de gestion et de mesure des performances, souvent liées à la recherche prioritaire de gains de productivité et de réduction des coûts standard" (idem, p. 167, 168 et 171).

C'est plutôt cette vision de l'industrialisation, basée sur une accentuation de la division du travail au sein de grands établissements⁶, des "efforts de formalisation des savoir-faire [mobilisant] des ressources intellectuelles et financières importantes" (Serge Bouchy, 1994, p. 21) et des investissements lourds dans des ateliers de génie logiciel intégrés (comme AD Cycle produit par IBM) qui était défendue par de nombreux auteurs. Par exemple Jean Bres évoquait une vision de l'industrialisation de l'économie du logiciel explicitement similaire à celle qu'avait connue le secteur automobile : "on peut faire un parallèle entre le point où en est aujourd'hui l'informatique, et celui où en était l'industrie automobile avant qu'Henry Ford invente la chaîne : avant l'invention de la chaîne, des mécanos géniaux fabriquaient des

⁶ "Trop souvent encore, certaines tâches d'un projet ne peuvent être confiées qu'à un seul individu qui doit les mener du début à la fin" (Serge Bouchy, 1994, p. 146).

automobiles dans leur garage en les assemblant à la demande, et en faisant toutes les pièces une par une ; après Henry Ford, l'industrie automobile est passée à un stade industriel, où on utilise des machines outils, où la chaîne d'assemblage a permis d'enregistrer la connaissance dans une organisation et non plus dans la tête des gens. (...). On peut dire qu'il est indispensable que l'informatique réussisse la mutation qu'a réussie l'industrie automobile : passer à une approche beaucoup plus industrialisée, beaucoup plus standardisée ; de même que la chaîne représente à la fois des machines outils et une certaine organisation du travail, c'est avec à la fois des méthodes, et des outils, qui permettent de supporter ces méthodes, que l'informatique réussira à casser le cercle vicieux du manque de productivité" (1994, p. 6).

Cette forme d'industrialisation s'est plus particulièrement développée au Japon avec la constitution de véritables usines à logiciel, analysées par Michael Cusumano (1991). Pour certains auteurs c'est ce modèle qui devait s'imposer, ses difficultés d'implantation résultant de l'ampleur des investissements nécessaires (en matériel, outils logiciels et formation) avec des délais de recouvrement mal définis, et des difficultés à le faire accepter par les informaticiens. En effet, ceux-ci se trouvaient dans une position de forces, d'une part en raison de l'étendue de leurs compétences techniques, d'autre part en raison de la relative pénurie d'informaticiens qu'une amélioration de la productivité insuffisante par rapport à la croissance des besoins, contribuait à maintenir. Une étude de l'OCDE en 1991 estimait ainsi que le principal frein résidait dans l'existence de "rigidités sociales et institutionnelles face aux technologies et aux méthodes nouvelles" (1991 A, p. 27). De nombreux programmeurs considèrent le génie logiciel comme une menace en raison de l'obsolescence de leurs compétences, dans une activité où il est plus long et plus coûteux de recycler le personnel en place que de former de nouvelles recrues (idem, p. 44). Ils ont de fortes réticences pour passer d'une situation où ils bénéficient d'une "large autonomie dans le travail" à une "organisation du travail plus formaliste, structurée et administrée" avec des possibilités "métrologiques de surveiller et noter le personnel" (idem, p. 29).

De toute évidence, c'est une autre forme d'industrialisation qui l'a emporté. Celle-ci a certes abouti à une production en grande série de biens standard mais effectuée par des entreprises aux caractéristiques organisationnelles distinctes de celles exposées précédemment, ce que nous avons appelé un "fordisme spécifique" (cf. chapitre VII). De ce fait, ce sont essentiellement de nouvelles entreprises avec des compétences, une organisation et une culture très différentes, qui vont s'imposer sur les marchés de progiciels, alors que les grandes entreprises de services informatiques et les grands constructeurs informatiques vont largement échouer malgré des tentatives répétées⁷. Cette forme d'industrialisation, qui s'est

⁷ Même s'il existe d'autres facteurs explicatifs, les échecs d'IBM, entreprise occidentale qui a le plus développé, dans le domaine du logiciel, les caractéristiques d'une "hiérarchie mécaniste industrielle", sont

d'abord développée pour les logiciels pour micro-ordinateurs avant de s'étendre à d'autres domaines de l'économie de l'informatique, a ainsi été à la fois une cause majeure et une conséquence du développement de l'informatisation, avec un cercle vertueux classique de baisse des prix, d'augmentation de la diffusion et d'économies d'échelles. Si son extension peut se poursuivre dans certains segments où s'effectuent encore beaucoup de développement sur mesure, et si des possibilités existent que des domaines nouveaux soient couverts d'emblée par des progiciels, il n'en demeure pas moins que les progiciels ne peuvent répondre par définition qu'à des besoins standardisés. Or les problèmes standard ne correspondent qu'à une partie vraisemblablement décroissante des problèmes que des logiciels sont et seront amenés à résoudre ; ceux-ci sont de plus en plus complexes en se rapprochant de plus en plus des situations concrètes où une machine doit agir automatiquement ou aider l'utilisateur à prendre une décision. L'existence de besoins plus spécifiques explique l'attrait du monde de production flexible, qui permet d'obtenir une prestation sur mesure tout en minimisant les coûts, les délais de production et les défauts des logiciels produits dans le monde interpersonnel. Celui-ci peut être atteint à partir des trois autres mondes de production, ce qui correspond aux trois autres trajectoires mises en évidence.

B - FLEXIBILISATION

La première des ces trajectoires, que nous appelons *flexibilisation*, consiste à passer du monde fordiste au monde de la production flexible, par une "adaptation de plus en plus fine de l'offre à la demande [qui] implique un mouvement d'individualisation à partir de la production de masse" (Albert Bressand et Kalypso Nicolaidis, 1988, p. 149). Cette trajectoire, qui a fait l'objet de multiples analyses convergentes, est souvent privilégiée dans sa capacité supposée à surmonter la crise actuelle analysée comme étant la crise du fordisme. Le fordisme serait remis en cause dans son aptitude à continuer à générer de forts gains de productivité et dans sa capacité à répondre à des demandes plus volatiles et plus diversifiées. La production d'une gamme plus diversifiée de produits livrés en juste à temps, les techniques d'association (*bundling*) de biens et de services dont certains sont standardisés et les transformations qui les accompagnent permettraient d'obtenir simultanément une plus grande efficacité des producteurs et une meilleure adéquation aux besoins des utilisateurs.

Dans l'économie du logiciel, cette trajectoire se concrétise par la fourniture autour d'un progiciel, de services liés d'installation, de paramétrage, de formation, de maintenance, jusqu'à la réalisation de développements complémentaires sur mesure permettant d'individualiser le progiciel en fonction des besoins spécifiques de l'utilisateur. L'aboutissement de cette trajectoire réside dans la fourniture d'une solution globale et personnalisée intégrant des

logiciels, du matériel et des services. Ces différentes activités, complémentaires de la production des logiciels, peuvent être réalisées soit par des sociétés spécialisées, qui se sont créées pour exercer cette activité ou qui se sont reconverties à partir d'activités en déclin comme le "service bureau", soit comme activité au départ secondaire de la part de producteurs de logiciels (Oracle par exemple) ou de constructeurs d'ordinateurs (IBM par exemple), ce que traduit la part croissante prise par les services dans leur activité. Les prestations plus ambitieuses, comme l'intégration de systèmes, sont fréquemment réalisées par des partenariats entre des entreprises complémentaires.

Cette trajectoire a été privilégiée dans les explications de la montée du monde de production flexible car elle est largement dominante dans le cas des biens industriels. Il existe toutefois d'autres possibilités pour parvenir à une production "sur mesure de masse" concernant des prestations logicielles.

C - OBJECTIVATION

La première de ces possibilités est représentée par une trajectoire aboutissant au monde de production flexible, à partir du monde de production interpersonnel. Celle-ci consiste, à partir de la production d'une prestation réalisée initialement complètement sur mesure, à appliquer des techniques de dissociation (*unbundling*) qui permettent d'extraire des composants et des méthodes suffisamment "impersonnels" pour pouvoir être réutilisés pour la production d'autres produits plus ou moins différenciés. Nous appelons *objectivation*⁸ cette trajectoire pour rendre compte de la transformation de stades d'un processus de production dédié au départ à un utilisateur particulier, en méthodes et composants standardisés, utilisés pour la production de produits destinés à des utilisateurs divers. Cette évolution permet de dégager des gains de productivité (en objectivant des méthodes réutilisables ou des composants qui sont facilement reproductibles) tout en maintenant une adaptation aux besoins particuliers du client-usager. C'est par exemple le cas d'une société de service qui développe un système expert en coproduction avec un client et qui réemploie la méthode élaborée et des modules logiciels pour proposer des systèmes expert à d'autres clients dans des domaines d'application différents.

Cette évolution correspond à une "rationalisation de type cognitif qui s'appuie sur la *typification* des cas, la *formalisation relative* des procédés (ou méthodes intellectuelles) de résolution de problèmes et le recours à un *répertoire de "routines"* que les individus peuvent avoir acquis à titre personnel mais qui existent souvent en tant que compétences collectivement diffusées dans et par l'organisation" (Jean Gadrey, 1994 A, p. 172). De ce point

⁸ La notion d'objectivation a été initialement introduite par Faiz Gallouj (1994) pour désigner une forme particulière d'innovation dans les services.

de vue, elle diminue la dépendance que M. Gibbs (1994) juge excessive envers les connaissances tacites des programmeurs, et qui serait responsable de la faiblesse des gains de productivité. Cette forme de rationalisation peut être qualifiée, en reprenant les termes de Jean Gadrey (1994 A) de "rationalisation professionnelle" - même si elle a une base technique plus importante que dans les "professions" analysées par la sociologie des professions - opposée à une "rationalisation industrielle" dont nous avons souligné la relative inefficacité dans la production des logiciels.

L'existence de cette trajectoire *directe*, entre le monde de production interpersonnel et le monde de production flexible, constitue une certaine originalité de l'économie du logiciel, même si elle peut s'observer également dans certains services professionnels. En effet, dans l'industrie et dans la plupart des services, l'évolution consiste plutôt en un passage du monde interpersonnel au monde fordiste, puis du monde fordiste au monde de production flexible⁹. Par contre pour la production de logiciels, cette évolution peut s'effectuer directement¹⁰, y compris par la transformation de l'activité d'une entreprise¹¹, voire par la constitution d'une société indépendante à partir des services internes d'une entreprise (forme d'externalisation), qui va généraliser à un marché élargi les développements et les compétences provenant d'une activité au départ uniquement interne (exemple d'EDS par rapport à General Motors).

D - VALORISATION

La dernière trajectoire identifiée correspond au passage du monde de la création au monde de la production flexible. Nous l'appelons *valorisation* pour désigner la création d'activités marchandes à partir d'une production réalisée dans un cadre essentiellement non marchand. De façon générale, des formes de valorisation d'activités non marchandes existent couramment dans l'ensemble de l'économie, qu'il s'agisse de l'utilisation d'inventions par des entreprises existantes, ou du processus qui peut conduire un acteur du monde de la création, à partir de la valorisation marchande d'une de ces productions, à ne plus développer qu'une activité dérivée de cette invention en fonction des demandes du marché, en négligeant son activité créatrice d'origine, ou en la maintenant dans un rôle subordonné (création d'entreprise,

⁹ Ces trajectoires se succèdent certainement plus rapidement dans les services que dans l'industrie, ce qui n'est pas sans poser des problèmes : par exemple, le passage interpersonnel à fordiste se traduit fréquemment par la domination d'un travail largement prescrit par des services spécialisés parfois jusque dans les moindres détails, alors que le passage fordiste à flexible nécessite à l'inverse implication et initiatives des salariés.

¹⁰ Cette évolution directe correspond à celle que préconise Serge Bouchy : "en terme d'objectifs, il faut tout faire aujourd'hui pour que la profession de l'ingénierie informatique se normalise en "sautant" un stade de l'évolution industrielle (celui de la fabrication en usine, assurée par des individus), en passant très vite à l'ère des individus peu nombreux mais très efficaces, assistés par des outils robotisés au maximum. Il serait judicieux de voir la profession informatique utiliser pour son propre compte les outils de "conception assistée par ordinateur" qu'elle cherche tant à faire utiliser par les autres" (1994, p. 146).

¹¹ Dans ce cas, il ne s'agit plus seulement d'une trajectoire de produits mais d'une trajectoire d'entreprises.

filialisation d'un département de recherche d'une entreprise, création de structures ad hoc pour démarrer une production à partir d'une création aux perspectives commerciales prometteuses...)¹². Ce phénomène a été particulièrement marqué dans l'ensemble de l'industrie informatique, qu'il s'agisse de la valorisation des nombreuses inventions effectuées dans des centres de recherche, ou de la création de nouvelles entreprises par des chercheurs.

De ce point de vue, l'originalité de l'économie du logiciel réside dans l'invention de licences spécifiques, dont la plus connue est la *Licence Publique Générale* (GPL). En effet, pour une activité où, comme nous l'avons déjà analysée la distance peut être faible entre une invention et un produit commercialisable, ces licences en rendant obligatoire la diffusion du code-source, visent à interdire la transformation des logiciels libres en des logiciels commerciaux et donc empêchent le développement d'une trajectoire du monde de la création vers le monde fordiste¹³. Par contre, elles permettent le déploiement d'activités marchandes basées sur des logiciels libres, ce dont témoignent les succès - y compris financiers - des sociétés qui se sont créées autour de Linux. L'existence des logiciels libres a favorisé l'extension du monde de la production flexible, dans sa composante constituée de prestations diverses intégrant des services sur mesure à des logiciels. La fourniture de composants logiciels libres pourrait renforcer cette trajectoire en favorisant le développement de logiciels sur mesure à partir de composants logiciels standardisés (deuxième modalité du monde de production flexible), dont les potentialités semblent particulièrement importantes.

Section II - Des évolutions dynamiques différentes selon les zones géographiques de production des logiciels

Ces évolutions dynamiques, et notamment l'intensité variable de l'industrialisation de l'économie du logiciel, expliquent l'importance relative différente des mondes de production du logiciel entre les Etats-Unis d'une part, l'Europe occidentale et le Japon d'autre part. Nous nous limiterons à l'étude de ces trois zones qui représentent encore plus de 90 % du marché mondial du logiciel et des services informatiques, même si leur importance relative diminue sensiblement (de 91,4 % en 1994 à 90,3 % en 1996).

Tableau LIV ***Répartition du marché mondial du logiciel et des services informatiques***

¹² Les exemples de ce type d'évolution sont les plus spectaculaires aux Etats-Unis (par exemple la création de Sun par des chercheurs de Berkeley) mais il en existe également en France, comme les petites entreprises de génie logiciel issues des recherches menées par l'INRIA (Eurostaf, 1996, p.126).

¹³ C'est ce qui s'était produit pour certains logiciels publics, non couverts par des licences, et qui sont devenus des logiciels "fermés" et commercialisés, comme Mosaïc, premier logiciel de navigation sur Internet.

	1994		1996	
	Milliards de FF	en %	Milliards de FF	en %
Etats-Unis	647	43,8	790	45,4
Europe Occidentale	484	32,7	540	31,0
Japon	221	14,9	241	13,9
Europe de l'Est	9	0,6	12	0,7
Reste du monde	118	8,0	157	9,0
Total monde	1 479	100,0	1 740	100,0

Source : EITO, in Eurostaf, 1996 A, p. 20.

A - LA DOMINATION DES ETATS-UNIS GRACE A UNE INDUSTRIALISATION PLUS RAPIDE DE L'ECONOMIE DU LOGICIEL

La force des Etats-Unis dans l'économie du logiciel s'explique principalement par leur domination dans le domaine des progiciels. En 1993, aux Etats-Unis les progiciels représentaient 29 % des dépenses consacrées au logiciel par les utilisateurs des technologies de l'information, alors qu'ils ne représentaient que 10 % au Japon et 24 % en Europe (OCDE, 1998 A, p. 7)¹⁴. Mais c'est surtout en termes d'offre de progiciels que la suprématie des entreprises américaines est écrasante, ce que montre l'analyse des échanges internationaux de progiciels. Certes la mesure des échanges internationaux de logiciels est délicate : selon les cas, ils peuvent être enregistrés comme des exportations de biens (quand le progiciel est vendu avec un ordinateur exporté), comme des exportations de services professionnels (quand il est vendu à une firme étrangère qui le commercialise) ou comme des revenus d'investissement (quand il est vendu par une branche de la firme située à l'étranger) et les statistiques des Douanes basées sur les supports qui passent la frontière n'appréhendent que partiellement la

¹⁴ David C. Mowery à partir de données OCDE et IDC de 1985, estime que les progiciels représentaient 70 % du marché aux Etats-Unis, 50 % en Europe et 10 % au Japon et que si la croissance des progiciels était au départ plus forte aux Etats-Unis, elle était devenue plus rapide en Europe et au Japon (1996 , p. 5 et 7).

réalité des échanges effectués¹⁵. S'il faut donc interpréter les données avec prudence, "plus comme un ordre de grandeur que comme des données précises" (OCDE, 1998 A, p. 27), les différences constatées entre les Etats-Unis d'une part, l'Europe et le Japon d'autre part, sont suffisamment importantes pour être éloquents.

Tableau LV
Décomposition du marché mondial des progiciels en 1991
(en millions de dollars)

Origine des produits consommés	Zones de consommation				Total des produits consommés par région d'origine	Part de la région d'origine dans la consommation mondiale
	Etats-Unis	Europe	Japon	Reste du monde		
Etats-Unis	19,93	13,28	2,95	3,81	39,98	78,3 %
Europe	0,49	7,38	0,37	0,00	8,24	16,1 %
Japon	0,00	0,12	2,09	0,00	2,21	4,3 %
Reste du monde	0,12	0,37	0,00	0,12	0,62	1,2 %
Consommation de la région	20,54	21,16	5,41	3,94	51,05	100,0 %
Part de la consommation mondiale	40,2 %	41,4 %	10,6 %	7,7 %	100,0 %	

Source : Données IDC, in OCDE, 1998 A, p. 30

En effet, le contraste est saisissant entre les Etats-Unis où les produits d'origine intérieure couvraient 97 % du marché intérieur, et l'Europe et le Japon où les taux de couverture étaient respectivement de 34,9 % et de 38,6 %. De plus, les exportations de

¹⁵ Par exemple aux Etats-Unis, les données sur les échanges sont collectées à partir du contenu de la déclaration de l'expéditeur à l'exportation, mais qui n'est obligatoire que pour des produits de plus de 2 500 dollars. De ce fait, l'exportation de nombreuses copies d'un progiciel dont la valeur unitaire est inférieure à cette somme peut ne pas être appréhendée. De même, les compagnies américaines peuvent exporter une copie unique d'un disque (la "copie d'or") directement à un distributeur dans un pays étranger, qui réalise alors des copies autorisées du logiciel et les vend aux utilisateurs finaux du produit, transactions qui n'apparaîtront pas dans les données sur les échanges (OCDE, 1998 A, p. 46). Ajoutons que le développement récent de la vente de logiciels téléchargés sur Internet va rendre les échanges internationaux encore plus difficiles à mesurer.

logiciels des Etats-Unis ont fortement augmenté au cours des années 90, avec un taux de croissance moyen de 23 % par an entre 1990 et 1994 (OCDE, 1997 B, p. 61).

Parmi les sociétés européennes produisant des logiciels, les plus importantes sont des sociétés françaises et allemandes. Le secteur du logiciel français a longtemps été "un sujet de fierté nationale et une source traditionnelle d'emplois à forte valeur ajoutée" (Club de l'Arche, 1993, p. 5). Dans le domaine des logiciels sur mesure et des services informatiques, certaines SSII françaises fortement concentrées et ayant pour principaux actionnaires des banques ou des grandes entreprises et des organismes publics, se sont rapidement développées et ont réussi à s'implanter sur les marchés internationaux (Pascal Petit, 1994, p. 301)¹⁶. Mais si les entreprises françaises disposent d'un parc logiciel encore largement dominé par les logiciels spécifiques, la part des progiciels augmente rapidement : elle passe de 32 % de la dépense informatique française en 1994 à 42,5 % en 1999 (Eurostaf, 1996 A, p. 94). Or à l'exception notable du segment particulier constitué par les progiciels de jeux, et d'une entreprise, Business Objects, pour les progiciels d'aide à la décision, peu d'entreprises françaises ont réussi à s'imposer sur les marchés des progiciels. Les principaux éditeurs de progiciels en France sont américains (IBM, Microsoft, Computer Associates, Oracle) et si, aux logiciels importés des Etats-Unis, on ajoute ceux développés en France par des entreprises américaines, le total atteint 70 % de la valeur du marché français des progiciels (OCDE, 1998, p. 28). Selon le Club de l'Arche, "le secteur du logiciel français traverse aujourd'hui une crise profonde, () essentiellement structurelle, avec une offre centrée sur les services et le "sur mesure", alors que la demande s'oriente inexorablement vers le "prêt à l'emploi" et les produits standardisés" (1993, p.5)¹⁷.

En Allemagne, les SSII se sont développées dans les années soixante et soixante dix avec des liens particulièrement étroits avec les entreprises industrielles. Les sociétés allemandes sont moins concentrées et moins internationalisées que les sociétés françaises : la plupart sont fortement tournées vers le marché intérieur et dépendent d'un petit nombre de clients et les quelques deux mille sociétés de services informatiques allemandes sont en concurrence avec plus de dix mille petites sociétés indépendantes qui sont souvent des "artisans" de l'informatique (Eurostaf, 1996 A, p. 40-41). Par contre une entreprise allemande (SAP) a réussi à devenir un des principaux producteurs de progiciels de gestion d'entreprise.

¹⁶ Robert Salais et Michael Storper estiment que la plus importante d'entre elles, Cap Gemini Sogeti, est le seul exemple en France, "d'une PME qui ait réussi à devenir une grande firme de haute technologie" (1993, p. 229).

¹⁷ De façon quelque peu catastrophiste, le Club de l'Arche souligne qu'il est indispensable "d'aider ce secteur à sortir de l'impasse, impasse qui, si l'on n'y prend garde, risque de se transformer dans ce secteur en une crise analogue à celle de la sidérurgie, avec, à la clef, des dizaines de milliers de chômeurs supplémentaires" (1993, p. 5).

Une idée très répandue est celle de la faiblesse intrinsèque du Japon en matière de logiciels, comparée à sa réussite en électronique. Par exemple, Philippe Breton estime que "l'une des caractéristiques de l'informatique japonaise, très axée sur l'électronique, a été longtemps sa pauvreté en matière de production de logiciels, pratiquement tous importés jusqu'à une date récente" et va jusqu'à se demander s'il n'existe pas un "facteur culturel", "les programmeurs japonais n'auraient, dit-on, guère de sympathie pour la stricte logique binaire" (1987, p. 199). En réalité, les insuffisances japonaises concernent uniquement les progiciels¹⁸, le "développement du logiciel [étant] contrôlé par les constructeurs qui privilégient les programmes sur mesure pour les ordinateurs centraux plutôt que des solutions standardisées pour les micro-ordinateurs et les réseaux de stations de travail" (Charles Goldfinger, 1994, p. 53). De plus, les logiciels japonais sont beaucoup plus produits "en interne" que dans les autres pays, ce que confirment les résultats d'une étude sur les programmes d'application utilisés par les entreprises japonaises : "deux millions de programmes sont des programmes "maison", plus d'un demi-million sont fournis par des sociétés de logiciels et moins de 250 000 sont créés par des constructeurs d'ordinateurs" (OCDE, 1993, p. 94). En conséquence, les progiciels ne représentent que 15 % de l'ensemble du marché des logiciels japonais en 1995, proportion qui a peu varié depuis 1990 (OCDE, 1997 B, p. 22), et la récente accélération de la croissance du marché des progiciels japonais due à la demande soutenue d'ordinateurs personnels et au succès croissant du multimédia, a surtout profité aux entreprises américaines (idem).

B - EXPLICATIONS ET PERSPECTIVES

Comment expliquer que l'industrialisation de l'économie du logiciel ait été plus précoce et plus rapide aux Etats-Unis qu'en Europe ou au Japon ?

Une explication souvent avancée est que le régime de protection des droits de la propriété en matière de logiciels, est plus fort aux Etats-Unis qu'en Europe et au Japon. Logiquement, les tenants de cette explication proposent de renforcer cette protection, par exemple en donnant la possibilité de déposer des brevets sur des logiciels, pour stimuler la production des progiciels. Au contraire, Robert Merges montre, dans une étude comparative sur les droits de propriété dans l'économie du logiciel, que c'est plus la structure de l'industrie qui influence le régime légal que l'inverse (1996, p. 282). Il insiste sur le nombre de facteurs en interdépendance, et sur l'impossibilité d'isoler un seul facteur explicatif, ce qui rejoint les approches en termes de systèmes nationaux d'innovations (Jorge Niosi, Bertrand Bellon, Paolo Saviotti, Michaël Crow, 1992). Ces approches expliquent la diversité des trajectoires nationales à partir de l'existence de schémas d'interrelations ayant une certaine cohérence, qui

¹⁸ Jean-Pierre Brulé estime que "les Japonais n'ont toujours pas conçu un seul progiciel d'envergure mondiale" (1993, p.292).

se sont constitués historiquement différemment, en soulignant que "ce n'est pas un type d'institutions qui crée un système, mais un ensemble d'interactions entre la série d'institutions, ainsi que les réponses qu'elles reçoivent de leur environnement" (idem, p. 235-236).

Ainsi au Japon, le succès des entreprises japonaises dans les différents segments du matériel informatique s'est opéré avec des architectures concurrentes. Cette "fragmentation architecturale", caractérisée par l'absence d'un modèle dominant dans le matériel, a découragé le développement de progiciels (David C. Mowery, 1996, p. 308). Les logiciels sur mesure sont développés au sein de l'entreprise ou par des entreprises indépendantes faisant partie du groupe (*keiretsu*), chaque entreprise de logiciel ayant tendance à fournir une seule entreprise (Robert Merges, 1996, p. 278). Ce modèle est cohérent avec une protection légale faible, qui facilite le transfert de technologies de pays étrangers. Ce n'est qu'en 1985 et sous la pression des Etats-Unis qu'est effectuée une intégration du logiciel à la loi sur le copyright, et cette protection connaît des limites significatives. Par contre, les logiciels sur mesure étant développés dans de grandes structures très performantes ("usines à logiciel"), la différence entre les prix des logiciels sur mesure et les prix des progiciels est moins importante qu'ailleurs (OCDE, 1994, p. 31). En termes de trajectoires, on peut dire que c'est le succès momentané des entreprises japonaises sur une forme d'industrialisation "traditionnelle" qui a constitué un obstacle pour accéder à la forme d'industrialisation la plus prometteuse, à savoir la substitution de progiciels à des logiciels sur mesure.

A l'inverse la taille du marché américain (en termes de nombres d'ordinateurs installés d'un même type) et les "avantages dus à la flexibilité des universités américaines" ont accentué pour les entreprises américaines de progiciels les avantages dont disposent les *first movers* (David C. Mowery, 1996, p. 305). L'Europe se caractérise par une situation intermédiaire entre les Etats-Unis et le Japon. En effet, s'il existait, comme au Japon, des constructeurs nationaux incompatibles soutenus par leur gouvernement ce qui pouvait constituer des niches pour des producteurs de logiciels, ce facteur a été moins important vu la faiblesse de l'industrie du matériel informatique européenne, et le marché européen du logiciel est rapidement devenu beaucoup plus ouvert (David C. Mowery, 1996, p. 310). La question qui se pose est de savoir s'il faut continuer à essayer de transformer - comme cela a été fait en vain jusqu'à maintenant - des sociétés de services informatiques européennes en éditeurs de progiciels qui devront affronter la concurrence d'entreprises principalement américaines solidement installées, ou s'il ne serait pas préférable de les encourager à développer des activités qui permettent d'apporter des solutions personnalisées autour des progiciels existants (trajectoire "d'objectivation") ? Et s'il peut exister des craintes quant aux dépendances excessives que créerait le fait que les progiciels sont développés par des entreprises étrangères, le meilleur moyen de les surmonter n'est-il pas de créer ces prestations autour de logiciels libres, ce qui conduit à s'interroger sur la poursuite de leur développement ?