

Mes recherches sur l'économie du logiciel m'ont conduit à mettre en évidence deux grandes **caractéristiques** de cette économie.

La première de ces **caractéristiques** est l'extrême **diversité** de l'économie des logiciels : pour ne prendre qu'un exemple (celui des systèmes d'exploitation), les deux phénomènes les plus marquants de l'économie du logiciel ces dernières années, ont été la formidable puissance financière de Microsoft d'une part, la croissance spectaculaire de la diffusion d'un logiciel libre, de fait gratuit, Linux d'autre part.

La deuxième **caractéristique** a un **caractère paradoxal** : Schématiquement la fonction principale d'un logiciels est d'améliorer la productivité et la qualité de l'activité des utilisateurs. Or, apparemment, l'économie du logiciel, quant à elle, se caractérise par la faiblesse des gains de productivité pour produire des logiciels et par une qualité insuffisante de la majorité des produits créés. Comment expliquer qu'un secteur dont l'objectif est d'améliorer les performances des autres secteurs soit lui-même, au moins en première analyse, si peu performant ? N'est-il pas surprenant que la production d'un outil destiné à rationaliser les activités, soit elle-même une activité si difficile à rationaliser ?

Il me semble que l'analyse de ces deux caractéristiques de l'économie du logiciel peut être enrichie en utilisant un **cadre théorique socio-économique** : la théorie des mondes de production de Salais et Storper. Ce cadre théorique peut permettre également d'appréhender les

évolutions dynamiques de l'économie du logiciel et notamment d'analyser la place et les perspectives de développement des logiciels libres. Auparavant je voudrais revenir sur les deux caractéristiques majeures de l'économie du logiciel.

### **La diversité**

La première caractéristique, la **diversité**, se manifeste sous l'angle des produits, des utilisateurs et des producteurs.

**Concernant les produits**, les logiciels sont de plus en plus variés du point de vue de leurs **fonctionnalités** au fur et à mesure que s'étendent les usages de l'informatique. Les logiciels sont également très divers concernant leur **échelle de production** : coexistent des **logiciels sur mesure**, dont le développement en réponse à un besoin précis peut être considéré comme une activité de services, et des **progiciels**, qui sont des **biens intangibles** : la production d'un nouvel exemplaire strictement identique à l'original étant une simple opération de copie à un coût de plus en plus dérisoire. De ce fait, les progiciels possèdent naturellement les déterminants des **biens collectifs purs** : **indivisibilité**, **bien non-rival**, et **non-exclusion de l'usage**. Pour ce dernier critère, il existe toutefois des possibilités pour restreindre le caractère de bien collectif du logiciel et le transformer en un produit vendable par l'élaboration de mécanismes destinés à empêcher la reproduction de ce

qui est par nature reproductible : soit par des dispositifs techniques à l'efficacité toujours limitée, soit par des dispositifs juridiques (protection par le droit d'auteur, ou les brevets).

**Concernant les utilisateurs**, ceux-ci n'accordent pas la même importance aux différentes caractéristiques d'un logiciel, et peuvent utiliser un même logiciel pour des activités très diverses. Schématiquement, il existe des **simples "usagers"** pour lesquels un logiciel est un outil qui étend leurs capacités de création, d'obtention et de traitement de l'information dans un domaine d'activité extérieur à l'informatique, et des **utilisateurs** qui détiennent une expertise technologique informatique et pour lesquels l'utilisation d'un logiciel constitue une véritable pratique qui peut être chargée d'émotion et de passion.

**Concernant les producteurs**, leur diversité peut être appréhendé selon trois dimensions :

La **première dimension** concerne la coexistence d'une production réalisée en interne, par les services informatiques des organisations utilisatrices, et de logiciels qui sont commercialisés par des prestataires divers (SSII, éditeurs de progiciels...).

La diversité des entreprises productrices de logiciels est également remarquable en ce qui concerne leur **taille**. Elle résulte de deux phénomènes : une **concentration** permanente, notamment pour les **progiciels**, où les mécanismes d'"autorenforcement" basé sur l'existence de rendements croissants d'adoption conduisent à une

situation de "monopole naturel" pour un type de logiciel donné.

Mais, **en même temps**, de nouvelles entreprises, initialement très petites, apparaissent sans cesse, sur de nouveaux segments liés à de nouveaux types de matériels et à de nouvelles activités, où au départ les barrières à l'entrée sont faibles. *Coexistent ainsi durablement dans l'économie du logiciel de très grandes entreprises, souvent en position dominante sur un segment parvenu à maturité, et une multitude de petites entreprises spécialisées sur de nouvelles activités, la concentration ultérieure dans ces activités étant compensée par l'éclosion récurrente de nouveaux segments.*

Enfin, la diversité des producteurs de logiciels concerne également leur **activité principale**. Existente des entreprises qui se sont spécialisées dans la production de logiciels et de services informatiques, allant dans le cas des progiciels jusqu'à parfois réaliser l'essentiel de leur chiffre d'affaires par la vente d'un seul produit. En effet, l'économie des logiciels s'est développée par la spécialisation et par la désintégration verticale de l'industrie informatique, initialement très intégrée. Mais, par la suite, les perspectives de croissance et de profit dans cette activité, et la convergence fonctionnelle des technologies de l'information et de la communication autour de la numérisation des contenus, ont suscité de multiples opérations d'intégration. De fait, on trouve parmi les producteurs de logiciels, des constructeurs de

matériel informatique, des opérateurs de télécommunications, des sociétés de conseil et, plus récemment, des groupes de communication et des éditeurs de produits culturels...

### **Les trois questions critiques**

La deuxième caractéristique (paradoxale) conduit de nombreux auteurs à considérer que l'économie du logiciel est en **crise permanente**, en raison de trois problèmes récurrents qu'elle ne parvient pas à résoudre simultanément

- un manque de fiabilité des logiciels produits
- une relative inadaptation aux besoins des utilisateurs
- une évolution jugée insuffisante de la productivité dans la production des logiciels avec ses conséquences en terme de coûts et de délais.

J'ai étudié ces trois questions critiques de l'économie du logiciel en essayant de cerner précisément leur réalité et de séparer ce qui relève des spécificités des logiciels de ce qui relève des conditions économiques de leur production.

Concernant la **productivité**, il apparaît que celle-ci est manifestement **croissante** (quelle que soit les indicateurs utilisés). Toutefois cette croissance de la productivité reste inférieure à la croissance exceptionnelle de la productivité dans la production des matériels, ce qui fait qu'elle reste insuffisante face à l'augmentation de la demande des logiciels.

La réalité des problèmes de **fiabilité** et **d'adaptation** aux besoins des utilisateurs est attestée par la perception

des utilisateurs et par l'importance qu'ils occupent dans la presse spécialisée qui fourmille d'exemples spectaculaires. S'il apparaît clairement que des progrès existent sur ces deux dimensions de la qualité des logiciels, ceux-ci restent **insuffisants** par rapport aux exigences croissantes des utilisateurs, et à la complexité grandissante de ce qui est informatisé. La production des logiciels présente des **spécificités** qui rend particulièrement difficile la réalisation de logiciels qui seraient conjointement très fiables, bien adaptés aux besoins des utilisateurs et produits avec de hauts niveaux de productivité. En particulier la résolution d'une des questions critiques de l'économie du logiciel rend souvent impossible des progrès identiques sur les autres dimensions.

## **Mondes de production**

Pour analyser ces deux caractéristiques majeures de l'économie du logiciel, j'ai utilisé un **cadre théorique socio-économique** (la théorie des mondes de production). Elle me permet d'analyser *l'économie du logiciel* comme étant fondamentalement marquée par la *coexistence permanente de plusieurs mondes de production, qui reposent sur l'existence de conventions différentes, centrées sur un type de produit, et constituant des réponses différenciées aux questions critiques de l'économie du logiciel.* (**transparent I**)

Cette typologie est basée sur la prise en compte des multiples **incertitudes** dans les relations entre acteurs économiques. Ces incertitudes peuvent être surmontées

par l'existence de **conventions**. Selon le type de produit et de processus de production, les formes d'incertitude et les conventions requises pour les surmonter sont différentes, ce qui implique la possibilité de plusieurs mondes de production. En adaptant légèrement les catégories de Salais et Storper, je distingue quatre mondes de production à partir du croisement de deux critères : premièrement, le **degré de dédicace** du produit ; à des produits dédiés, spécifiques, où la production est "tirée" par la demande, sont opposés des produits génériques, anonymes quant à leur destination, où la production est "poussée" vers le marché ou les usagers ; deuxièmement, l'absence ou l'existence de phénomènes de **standardisation** dans la fabrication du produit, en soulignant que la standardisation ne s'étend pas nécessairement au produit lui-même mais peut se limiter aux méthodes et aux composants utilisés.

### ***Le monde interpersonnel***

Le **monde interpersonnel** est celui de la production sur-mesure et du service personnalisé. En ce qui concerne l'économie des logiciels, ce monde correspond à la production "ex-nihilo" d'un logiciel sur mesure, développé en fonction des besoins spécifiques du client-utilisateur. Le travail pour mettre au point une application de ce type est important, d'où une **productivité** assez faible. La fiabilité du logiciel implique des tests exhaustifs de tous les cas possibles, qui alourdissent fortement les coûts et les délais de production. De ce fait la **fiabilité** de ce type de logiciel

est en général limitée, ou quand il s'agit d'une dimension critique du logiciel considéré (espace, armement, banque...), les efforts pour augmenter la fiabilité dégradent encore la **productivité**. L'adaptation des logiciels produits aux besoins des utilisateurs dépend étroitement de la qualité des relations entre utilisateurs et producteur, de leurs compétences et notamment de leurs capacités de communications. Pendant longtemps, l'importance du pouvoir des informaticiens a nui à cette adaptation.

### ***Le monde fordiste***

A l'opposé de ce premier monde se trouve le **monde fordiste**. Ce monde abondamment analysé est celui de la production de masse destinée à des marchés étendus et composés de demandeurs considérés comme anonymes. La production des logiciels peut être considérée comme relevant du monde fordiste avec deux **particularités** : d'une part, comme pour tout bien intangible, l'essentiel des coûts réside dans le développement de "**l'original**" ; d'autre part, la force des rendements croissants d'adoption conduit à des situations de **verrouillage** technologique des utilisateurs, dont l'origine peut être un ensemble de circonstances exceptionnelles et transitoires. Dans ces situations, où les anticipations sont souvent déterminantes et peuvent être "autoréalisantes", les entreprises qui s'imposent sont celles qui ont su adopter des méthodes de développement très **rapides**. Mais de ce fait, les logiciels produits peuvent être d'une **qualité**



jugée insuffisante, ce qui ne les empêche pas de conserver leur **domination** sur le marché, confirmant les analyses selon lesquelles une solution technologique peut se maintenir durablement, même si celle-ci n'est pas (ou plus) jugée optimale par une majorité de participants. Certes, le **verrouillage** des utilisateurs peut être plus ou moins élevé selon le type de matériel et de produit. Ainsi, dans le cas des **applications pour micro-ordinateurs**, si pour chaque produit une entreprise leader a toujours largement dominé le marché, celle-ci n'a pas toujours été la même. Une entreprise introduisant des **innovations** qualitatives **significatives** peut s'emparer du marché, en raison de "l'excès d'inertie de la firme dominante" : celle-ci confrontée initialement à un **exit** limité et progressif de ses clients les plus exigeants au profit de la nouvelle entreprise innovatrice, subit en conséquence une **voix** moins importante de ses utilisateurs sur des marchés par ailleurs en forte croissance, ce qui ne l'incite pas à réagir jusqu'à ce que le nouveau produit atteigne une masse critique qui fait basculer brutalement l'essentiel du marché. Toutefois ce processus, qui s'est répété à plusieurs reprises pour les applications micro-informatiques, permettant des améliorations réelles des progiciels commercialisés, ne se déroule plus actuellement. En raison du rapprochement entre les différentes informatiques et de la tendance à l'intégration de progiciels qui étaient différenciés, les situations de verrouillage technologique deviennent

moins réversibles, ce que montre la position de plus en plus dominante de **Microsoft** sur une part croissante de l'économie du logiciel.

### ***Le monde de la création***

C'est dans le monde de la création que **l'incertitude** est la plus importante ; cette incertitude englobe l'émergence même d'un produit au terme du processus de création, son aptitude à satisfaire des besoins actuels ou futurs à un coût acceptable, et la capacité du producteur à bénéficier du fruit de sa production. Face à une incertitude aussi radicale, l'activité ne peut s'effectuer que si le **marché** ne joue pas un rôle déterminant, que ce soit pour l'allocation des ressources ou pour l'évaluation de la réussite avec une place importante accordée au jugement des pairs.

*C'est le monde de la création originale d'œuvres nouvelles, de nouvelles technologies et de nouvelles familles de produits, de leur conception ainsi que de la définition des besoins qu'ils satisfont. Les compétences mobilisées sont l'inspiration et les capacités à la recherche et à l'invention, le moteur de la concurrence étant le prestige résultant de l'originalité de la création.*

Dans l'économie du logiciel, le monde de la création correspond au développement des **logiciels libres**. Le fait de fournir librement les logiciels développés correspond à une **tradition éthique** qui remonte aux origines de l'informatique, notamment en milieu universitaire, *dans une activité où il n'existe pas de séparation nette entre la recherche fondamentale et la*

*recherche appliquée, et où les investissements matériels sont limités.* L'essor **d'Internet** a favorisé la croissance des logiciels libres, en facilitant la connaissance et la diffusion de ces logiciels, et en permettant la mise à contribution de communautés de développeurs dispersés géographiquement. Réciproquement, les logiciels libres ont joué un rôle décisif dans le déploiement d'Internet : les standards à la base d'Internet s'appuient sur des logiciels libres et les principaux outils logiciels nécessaires à son fonctionnement sont des logiciels libres.

Des informaticiens ont notamment créé des logiciels libres quand ils ne trouvaient pas sur le marché les logiciels dont ils avaient besoin ou qu'ils jugeaient insuffisantes les qualités des produits proposés. L'aspect "**désintéressé**" de cette création peut s'expliquer par la nature de l'activité de développement de logiciel, que certains comparent à une activité artistique, où le plaisir de créer et d'être reconnu peut constituer une motivation suffisante. La libre diffusion du code source du logiciel correspond aussi à une recherche **d'efficacité** : le problème que souhaite résoudre l'utilisateur étant commun à un certain nombre d'utilisateurs potentiels compétents, il devient ainsi possible de les transformer en co-développeurs permettant une amélioration rapide du produit. De ce fait, plusieurs logiciels libres ont atteint un très haut niveau de **fiabilité** et **d'adaptation** à certains besoins de la communauté informatique, mais

plus de difficultés pour répondre aux besoins des simples usagers.

### ***Le monde de la production flexible***

Dernier monde (au sens de son apparition historique), le monde de production flexible s'étend de la production d'une gamme diversifiée de biens et de services standards livrés en juste-à-temps jusqu'à un véritable sur-mesure de masse.

Concernant l'économie du logiciel, le monde de production flexible recouvre deux activités :

- la fourniture autour d'un progiciel commercial ou d'un logiciel libre de **services divers** (*installation, paramétrage, adaptation, formation, aide à l'utilisation, maintenance et évolution*).

- plus récemment, le développement de **logiciels sur mesure** en réutilisant des modules logiciels déjà développés et testés (ce que facilitent les conceptions "orienté objet").

Par rapport à un logiciel complètement développé sur mesure, l'utilisation de composants standardisés permet une **productivité** supérieure et assure une **fiabilité** plus importante.

### **Dynamique**

La coexistence durable de différents mondes de production dans l'économie du logiciel, qui dans certains cas sont **complémentaires**, ne doit pas masquer les profondes évolutions de ce secteur.

On peut distinguer quatre trajectoires qui résument les principaux changements observés dans le secteur (cf. *(transparent II)*) :

### ***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. Cette amélioration a résulté essentiellement de la part croissante prise par les progiciels au détriment des logiciels sur mesure. Cette substitution ne s'est pas effectuée sans **difficulté**, en raison des réticences initiales des utilisateurs qui estimaient que leurs besoins étaient trop spécifiques. Le facteur décisif a été l'évolution du rapport de coût matériel/logiciel, ce qui explique que les progiciels ont d'abord concerné la micro-informatique où la diminution des prix des ordinateurs a été particulièrement spectaculaire. Ce sont principalement de **nouvelles entreprises**, à la culture très différente, qui se sont imposées dans cette activité où une production de masse, source d'économies d'échelle, ne nécessite pas la standardisation des composants et une organisation mécaniste. *L'industrialisation de l'économie du logiciel, en permettant une diminution spectaculaire du prix des logiciels, a ainsi été à la fois une **cause** majeure et une **conséquence** du développement de l'informatisation.* Cette industrialisation s'est effectuée le plus rapidement

aux **Etats-Unis**, ce qui a renforcé leur **domination** sur l'économie du logiciel. Les **perspectives** de progression du monde fordiste dans l'économie du logiciel sont importantes : poursuite de la substitution des progiciels aux logiciels sur mesure, activités nouvelles effectuées d'emblée par des progiciels, et extension à de nouveaux utilisateurs qui utiliseront des progiciels déjà existants. Par contre, une **concentration** excessive dans un nombre croissant de segments, peut nuire à la **diversité** des progiciels existants et à leur **amélioration** qualitative, en raison de l'affaiblissement de la concurrence. De plus, par définition, les progiciels ne peuvent répondre qu'à des besoins standardisés, d'où les atouts du développement du monde de production flexible. Celui-ci peut résulter de trois processus distincts.

### ***Flexibilisation***

La première possibilité, que j'appelle **flexibilisation**, correspond à une évolution à l'œuvre dans l'ensemble de l'économie, qui à partir d'une production de type fordiste consiste à adapter les produits à des demandes plus volatiles et plus diversifiées. Dans l'économie des logiciels cette évolution 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 de personnaliser le progiciel en fonction des besoins spécifiques de l'utilisateur. Ces prestations peuvent être fournies par l'éditeur du

progiciel ou plus fréquemment par des sociétés indépendantes mais souvent liées au producteur du progiciel.

### ***Objectivation***

Il existe une deuxième possibilité, qui peut éventuellement se combiner avec la précédente, pour réaliser des prestations personnalisées avec un niveau de productivité supérieur à celui du monde interpersonnel. Elle consiste à partir d'une prestation réalisée initialement complètement sur mesure pour un utilisateur particulier, à extraire des méthodes ou des composants logiciels suffisamment "impersonnels" pour pouvoir être affectés à des prestations pour des utilisateurs différents. J'appelle "**objectivation**" ce passage du monde interpersonnel au monde de production flexible par standardisation d'une partie des méthodes et des composants utilisés.

### ***Valorisation***

La troisième possibilité de développement du monde de production flexible réside dans une "**valorisation**" des logiciels libres, par l'extension d'activités marchandes liées à des logiciels développés dans un cadre essentiellement non-marchand. En effet, si les licences qui sont à la base des logiciels libres ont pour objectif d'éviter la transformation de ces logiciels en progiciels commerciaux, elles n'empêchent nullement la vente de "solutions" intégrant des logiciels libres, ce dont témoigne les succès -y compris financiers- des sociétés

qui se sont créées autour de Linux. La disponibilité du code source peut expliquer une qualité et une variété importantes des services fournis.

Une autre dimension de la valorisation de la production effectuée par le monde de la création réside dans ce qui est souvent présenté comme une solution majeure pour répondre à l'amplification et à la diversification des besoins en logiciels : le développement de logiciels sur mesure à partir de composants logiciels standardisés qui permet l'adaptation du logiciel lui-même (et pas simplement des services liés) aux besoins précis de l'utilisateur, tout en permettant des niveaux de productivité et de fiabilité relativement élevés par la réutilisation systématique des composants logiciels. Pour que cette réutilisation soit pleinement efficace, il est nécessaire qu'elle dépasse le cadre de l'organisation qui a produit ces composants logiciels. Or, le développement de **marchés** de composants logiciels, régulièrement annoncé, est dans la plupart des cas resté à un stade embryonnaire. En effet, la réutilisation de composants nécessite de disposer du code-source du logiciel, notamment pour éliminer les effets inattendus résultant de l'assemblage des composants logiciels ; mais dans ce cas, il devient quasi impossible pour le producteur de facturer la fourniture de ces composants, sauf en la liant à la réalisation d'autres prestations. Par contre, une possibilité intéressante est que ces composants logiciels soient développés sous forme de composants logiciels libres.



## **Une illustration : potentialités et difficultés du développement du monde de production des logiciels libres.**

Je voudrais illustrer cette analyse en étudiant les perspectives des logiciels libres. Le développement du monde de la création dans l'économie du logiciel, apparaît **bénéfique** pour garantir une certaine **diversité** des logiciels produits et pour favoriser **l'avènement** d'un véritable "sur mesure de masse" dans la production des logiciels. Toutefois, il n'est nullement évident que cette évolution se réalise **spontanément**. De façon apparemment paradoxale, l'essor actuel des logiciels libres risque d'aboutir à une situation où les facteurs favorables sont dominés par les facteurs défavorables à leur développement (cf. transparent III).

En effet, **premièrement**, la motivation pour les acteurs du "monde de la création" à développer des logiciels libres risque d'être beaucoup moins importante pour des activités moins exaltantes et moins prestigieuses que les créations déjà effectuées, *et pour le développement de produits dont les producteurs ne sont pas les utilisateurs principaux initiaux (logiciels de bureautique et de gestion, bibliothèques publiques de composants logiciels pour les applications métiers...)*. **Deuxièmement**, la croissance des logiciels libres élargit le marché des producteurs de matériel et de services complémentaires. Mais cet élargissement peut entraîner l'accroissement des comportements de "**cavalier libre**",

qui permet à des sociétés de bénéficier de l'existence de logiciels libres sans contribuer à leur développement, *en raison d'une série de phénomènes liés. On peut citer :*

- *L'apparition d'acteurs à la culture très éloignée du logiciel libre (par exemple IBM) à la différence des sociétés de services initialement présentes,*
- *La transformation possible des valeurs culturelles de ces sociétés en conséquence de leurs succès*
- *Le durcissement de la concurrence sur ce marché et la vente à des utilisateurs plus diversifiés, moins sensibilisés aux enjeux des logiciels libres et pour lesquels le prix de la solution proposée est un critère déterminant*

**Troisièmement**, l'extension du champ des logiciels libres à de nouveaux produits risque d'atténuer voire d'annuler le **soutien** que pouvaient apporter certains éditeurs de logiciels (souvent en position de faiblesse) si les logiciels libres, de produits complémentaires à leurs propres produits, deviennent des produits concurrents.

**Quatrièmement**, la menace que peuvent constituer les logiciels libres pour les intérêts de certains producteurs de logiciels commerciaux puissants, suscite des **réactions**, notamment par le dépôt de brevets, soit pour empêcher le développement des logiciels libres (Microsoft), soit pour les dévoyer en créant des logiciels qui n'ont guère de libres que le nom (Sun).

En conséquence, un soutien délibéré des pouvoirs publics peut s'avérer nécessaire à un nouveau développement du logiciel libre. Outre des dispositions juridiques (maintien et extension de la non brevetabilité des logiciels), ce soutien peut se traduire efficacement par l'incitation à l'utilisation des logiciels libres dans les administrations (notamment dans l'enseignement), par l'octroi de subventions à des équipes développant des logiciels libres, par l'aide à la constitution d'organisations souples sur des projets permettant de définir des spécifications et d'harmoniser les développements effectués. Les moyens nécessaires, financièrement limités, doivent être rapportés à l'importance de l'enjeu pour l'évolution de l'ensemble de l'économie du logiciel.

### Perspectives de recherche

Cette évaluation de la situation est peut-être trop pessimiste. Je voudrais notamment étudier concrètement sur un ou deux exemples comment peuvent s'instaurer et se maintenir des relations mutuellement profitables entre développement des logiciels libres et des sociétés dont les prestations sont basées sur les logiciels libres.