



L'innovation frugale, paradigme technologique naissant ou nouveau modèle d'innovation ?

Bernard Haudeville, Christian Le Bas

DANS **INNOVATIONS** 2016/3 n° 51 , PAGES 9 À 25

ÉDITIONS **DE BOECK SUPÉRIEUR**

ISSN 1267-4982

ISBN 9782807390027

DOI 10.3917/inno.051.0009

Date de mise en ligne : 23/09/2016

Article disponible en ligne à l'adresse

<https://shs.cairn.info/revue-innovations-2016-3-page-9?lang=fr>



Découvrir le sommaire de ce numéro, suivre la revue par email, s'abonner...
Scannez ce QR Code pour accéder à la page de ce numéro sur Cairn.info.



Distribution électronique Cairn.info pour De Boeck Supérieur.

Vous avez l'autorisation de reproduire cet article dans les limites des conditions d'utilisation de Cairn.info ou, le cas échéant, des conditions générales de la licence souscrite par votre établissement. Détails et conditions sur cairn.info/copyright.

Sauf dispositions légales contraires, les usages numériques à des fins pédagogiques des présentes ressources sont soumises à l'autorisation de l'Éditeur ou, le cas échéant, de l'organisme de gestion collective habilité à cet effet. Il en est ainsi notamment en France avec le CFC qui est l'organisme agréé en la matière.

L'INNOVATION FRUGALE, PARADIGME TECHNOLOGIQUE NAISSANT OU NOUVEAU MODÈLE D'INNOVATION ?¹

Bernard HAUDEVILLE

Université d'Aix Marseille
bernard.haudeville@gmail.com

Christian LE BAS

ESDES, Catholic University of Lyon
clebas@univ-catholyon.fr

Tyler Cowen (2011) dans son ouvrage *The Great Stagnation* de 2011 notait au cœur de son argumentation que la croissance économique aux USA et dans les pays industriels européens souffrait d'une croissance ralentie causée par la diminution du taux d'innovation. Les grandes innovations du début du XX^e siècle ont épuisé leurs effets sur la croissance économique. Même internet, qui fait beaucoup pour la curiosité intellectuelle, fait peu pour accroître le niveau de vie. Constat qui rejoint celui, tout aussi argumenté, de Gordon (2012) : la troisième révolution industrielle, celle des technologies de l'information et de la communication (en particulier internet), qui a eu un réel impact sur la productivité dans le passé immédiat, n'entraîne aujourd'hui que peu de changements sur la productivité du travail et sur le niveau de vie. Gordon note « *Invention since 2000 has centered on entertainment and communication devices that are smaller, smarter, and more capable, but do not fundamentally change labour productivity or the standard of living in the way that electric light, motor cars, or indoor plumbing changed it* ». (Gordon, 2012, p. 2). En clair, on entre dans un monde où l'innovation, en tant que moteur de la croissance, est beaucoup moins efficace².

1. Les idées contenues dans ce papier ont été présentées au workshop organisé par l'ESDES le 10 septembre 2015 sur l'innovation frugale. Nous remercions les participants pour leurs commentaires. Nous avons aussi beaucoup retenu des remarques des rapporteurs.

2. Dans les débats postérieurs à la parution du livre, un article de *The Economist* du 27 janvier 2011, remarquait que dans les pays pauvres la croissance économique poussera de plus en plus de personnes vers le haut du système éducatif et les laboratoires de recherche boostant l'innovation

C'est dans ce contexte que l'innovation frugale (IF par la suite) doit être replacée. Certes l'innovation frugale peut prendre une grande variété de formes et de configurations selon les pays et les secteurs d'activité, mais elle a un contenu unique et des conséquences spécifiques, que ce papier tente de décrire.

Le but de l'article est triple. D'abord, mieux cerner comment définir l'IF à travers une lecture de la littérature centrée sur ce type d'innovation (ce que nous faisons dans la section 1). Ensuite, développer une première hypothèse selon laquelle l'IF pourrait constituer un nouveau paradigme technologique au sens de Dosi (1982). L'innovation frugale tend, en effet, à concevoir des produits plus simples sans doute plus facilement réparables, avec des pièces plus facilement récupérables. Elle est alors parfaitement en adéquation avec les principes de l'économie circulaire et, pour faire vite, du développement durable. Elle est donc en phase avec l'économie de soutenabilité (section 2). Enfin, proposer une seconde hypothèse complémentaire à la première : avec l'IF se constitue un modèle d'innovation qui tranche fortement avec les précédents que nous passons en revue (c'est l'objet de la section 3). Elle pourrait constituer un nouveau modèle d'innovation, schéma qui serait en cohérence avec l'idée que l'IF contient un moteur de la croissance économique comme les innovations fordienues l'ont été dans le modèle de croissance fordiste. Répondant par des produits moins chers aux besoins de catégories de population les plus pauvres, dans les pays industriels comme dans les pays en développement, elle a nécessairement un rôle de soutien à la demande. Non seulement l'IF serait un moteur de croissance de la firme mais pourrait déboucher sur des enchaînements macro-économiques vertueux en restaurant les conditions d'une croissance durable.

L'INNOVATION FRUGALE, UNE ANALYSE DES DÉFINITIONS ET DES CONCEPTS VOISINS

Le concept d'innovation frugale (IF) est susceptible de recevoir des définitions différentes mais non contradictoires. Une première définition est typiquement économique : l'IF n'est pas seulement une question de coût, c'est principalement une question concernant la re-conception des produits et des procédés (Woolridge, 2010). La définition donnée par Basu *et al.*

technologique. C'est dire que l'innovation frugale n'est pas vue comme candidate potentielle pour faire repartir la machine de l'innovation. L'innovation dans les pays du sud est encore vue comme devant emprunter les formes prises au Nord ; c'est-à-dire le modèle du *science/technology push*. Par ailleurs, Cowen avance qu'une façon de booster l'innovation serait de relever le statut des chercheurs scientifiques ; on est donc loin de l'innovation frugale.

(2013) met l'accent sur la finalité sociale de l'IF : « *Frugal Innovation is a design innovation process in which the needs and context of citizens in the developing world are put first in order to develop appropriate, adaptable, affordable, and accessible services and products for emerging markets* ». Ils ajoutent « *Social enterprises are built around the idea of Frugal Innovation and entrepreneurship to solve sustainability challenges in Bottom of the Pyramid (BOP) markets* » (Basu et al., 2013, p. 70)³. Ainsi, dans leur approche, elle vise à servir les populations les moins nanties. Enfin le concept d'IF est parfois compris comme celui de *jugaad* innovation, c'est-à-dire une ingénierie spécifique visant à faire plus avec moins tout en minimisant l'usage des ressources naturelles rares (Radjou et al., 2013)⁴. Elle aboutit à un construit technologique peu sophistiqué mais qui répond directement (et totalement) à un besoin sans le simplifier. En cela elle est quelquefois assimilée au bricolage, au système D, à la débrouillardise. Enfin un document du cabinet A. D. Little décrit l'IF à partir de quelques grandes entrées : nouveaux segments/nouveaux besoins, « *low cost* » radicalement nouveau, retour à des applications dans des segments plus consistant, état d'esprit tourné vers une grande accessibilité (Eagar et al., 2011). L'innovation frugale peut aussi permettre l'inclusion des populations fragiles, et pas seulement sur le plan économique. L'innovation frugale n'est pas uniquement un concept *low-cost*, à bas prix. Elle offre trois autres dimensions à optimiser : la simplicité (accessible pour tous), la durabilité (importante pour l'environnement), et la qualité.

On trouve aussi dans la littérature le terme de *low-cost innovation* peut être plus précis que celui de *Cost innovation*. Selon Zeschky et al. (2011)⁵ : « *Low cost innovation are solutions that offer similar functionalities to Western products at lower costs for resource-constrained customers* » (Zeschky et al., 2011, p. 40). Elles correspondent plus à ce qu'on appelle « produits *low-cost* ». La *low-cost*

3. Une récente littérature traite l'IF en liaison avec ce que Prahalad (2005) appelait les entrepreneurs sociaux du Sud comme du Nord qui œuvrent pour améliorer les conditions économiques et sociales des couches sociales les plus défavorisées. À cause de l'importance que jouent les besoins de ces catégories sociales dans la définition de l'IF on peut considérer que l'IF se présente comme une variété d'innovation sociale qui est une façon créative et innovante de solutionner les problèmes sociaux souvent à travers l'activité d'entreprises et les compétences d'entrepreneurs. Selon la *Stanford Social Innovation Review* l'innovation sociale est une « *novel solution to a social problem that is more effective, efficient, sustainable, or just than existing solutions and for which the value created accrues primarily to society as a whole rather than private individuals* » (http://www.ssireview.org/articles/entry/rediscovering_social_innovation/).

4. Les six principes directeurs de l'IF pour Radjou et al. (2013) sont : la recherche des opportunités dans l'adversité, faire plus avec moins, penser et agir de façon flexible, viser la simplicité, intégrer les marges et les exclus, suivre son cœur. Ce qui est très proche de l'innovation *Jugaad* qui considère les aspects d'inclusion (répondre aux besoins des populations les plus pauvres) comme une dimension forte de l'innovation.

5. Le tableau 1 fournit une vue synthétique des définitions des concepts voisins de celui d'IF.

innovation serait un terme voisin de celui d'IF. Il s'oppose au mouvement accroissant de façon continue la complexité technologique des produits, et s'avère au contraire fondé sur le principe de simplification, pas plus de fonctionnalités que nécessaire tout en conservant une bonne qualité. Elle implique une bonne connaissance des besoins des consommateurs, une concentration sur les fonctionnalités absolument nécessaires, l'usage de composants déjà existants, une minimisation des coûts de fabrication/distribution.

Une partie de la littérature considère que l'IF est plutôt spécifique aux pays en voie de développement. Toutefois nombre de recherche traitent de la possible *reverse innovation*, c'est-à-dire de la possibilité de transférer vers le Nord des technologies (produits et procédés) et les méthodes frugales. Il n'est pas certain que les produits *low-cost* constituent des retombées dans le Nord des IF réalisées dans le Sud. Le *low-cost* du Nord n'est peut-être pas dans la continuité de l'IF du Sud car la notion de pauvreté dans les deux hémisphères n'est certainement pas la même d'une part, et que les besoins des consommateurs ne sont pas identiques dans les deux espaces économiques. La littérature souligne en revanche que les filiales dans le Sud de grandes firmes du Nord développent un volume significatif d'IF (Zeschky *et al.*, 2011). L'enjeu, il nous semble, est plus de savoir si, comme certains l'ont défendu, l'idée que l'IF pourrait s'intégrer aux normes de management occidentales pour définir de nouvelles perspectives d'innovation est pertinente. Pour Carlos Ghosn les pratiques *low-cost* de Renault seraient directement inspirées de la logique de l'IF (voir ses remarques sur le modèle Logan dans Radjou *et al.*, 2013). Il y a certainement de bonnes pratiques au sein de l'IF dont l'ingénierie de l'occident peut s'inspirer. Dans le même esprit l'IF peut être un complément à l'innovation structurée (Radjou *et al.*, 2013). Récemment Zeschky *et al.* (2014) ont proposé de distinguer l'IF, la *cost innovation*, la *good-enough innovation* et la *reverse innovation*. Leur recherche est susceptible de mieux poser les relations des emprunts entre les différentes catégories d'innovation à travers la production de nouveaux concepts. Deux caractéristiques sont choisies : le degré de nouveauté technologique et le degré de nouveauté du marché auquel s'adresse l'innovation. L'innovation *low-cost* (ou *low-cost innovation*) correspond à une innovation qui a les mêmes fonctionnalités que les produits existants et est moins chère compte tenu des contraintes de coûts des consommateurs. La *good-enough innovation* est associée à de nouvelles fonctionnalités (le produit est adapté à de nouvelles conditions de marché), en général il est reconfiguré pour correspondre à la demande de consommateurs à revenus plus bas. Elle reste positionnée sur une situation *low-cost*.

L'innovation frugale est fondée sur de nouvelles architectures de produits. En cela elle est déstabilisante ou perturbatrice (*disruptive*⁶), bien que produite avec de faibles ressources et pour des marchés de consommateurs à faibles revenus. Elle apparaît ainsi beaucoup plus « nouvelle » que les deux autres catégories du point de vue du contenu technologique, comme du point de vue des perspectives de marché, car elle peut avoir des applications entièrement nouvelles (Zeschky *et al.*, 2014). Cela conforte l'idée qu'elle correspond bien à un nouveau paradigme technologique. Ces trois types apparaissent clairement comme des alternatives à l'innovation classique. Le premier type est plutôt du type innovation de procédés alors que les deux autres affectent aussi bien les procédés (ce qui a pour conséquence des coûts plus bas) que les produits. Par rapport à ces trois types d'innovations, *l'innovation inverse* renvoie plus à une question de marchés qu'à celle du contenu technologique. En cela on peut dire qu'elle peut renvoyer à de l'innovation *low-cost*, de l'innovation *good-enough* et à l'innovation frugale. Alors que dans le passé la voie standard du transfert de technologies était du Nord vers le Sud, aujourd'hui l'innovation inverse témoigne précisément d'un renversement⁷ : les idées viennent des économies en développement ou émergentes pour produire des biens vendus sur les marchés globaux, et peut-être avant tout sur les marchés du Nord. Remarquons que si l'innovation frugale colle trop fortement à son environnement du Sud il devient plus difficile « de l'inverser » ou alors elle peut offrir de nouvelles opportunités de marché dans le Nord.

Pour Brem et Ivens (2013), les notions d'innovation frugale et d'innovation inverse se réfèrent à un concept d'innovation identique : bas coûts de développement, faible sophistication technologique, réponse aux besoins fondamentaux de consommateurs et donc à des prix peu élevés. La différence provient des marchés. Les produits correspondants à l'innovation frugale sont en général développés pour le marché domestique et n'ont pas vocation à être distribués au niveau mondial. En revanche, l'innovation inverse « *has the goal to develop market-oriented products in and for emerging economies through globalized innovation teams, which are meant to be sold worldwide from the beginning* » (Immelt *et al.*, 2009, p. 57). Nunes et Breene (2011) sont plus clairs quand ils avancent que la différence entre les deux est liée au fait que les produits de l'innovation inverse sont en premier développés pour les

6. On traduit souvent ce terme anglais par innovation de rupture. Le terme apparaît trop fort. Le terme innovation perturbatrice semble préférable.

7. « *More and more, companies are redeploying their resource-constrained innovations to Western markets, to attract cost-minded customers or to fill gaps in these large, developed markets* » (Zeschky *et al.*, 2014).

marchés des économies émergentes, puis modifiés pour être vendus dans les pays développés.

Du point de vue de l'innovateur, l'innovation frugale est susceptible d'avoir un impact sur le rendement de l'innovation et la quasi rente qui lui est associée. Il y a tout d'abord l'effet direct de l'apparition de nouvelles concurrences que peuvent représenter les alternatives « frugales » de l'innovation, qui vont avoir une incidence négative sur le pouvoir de marché et la quasi rente. Mais, indirectement, pour les firmes qui auront su s'inscrire dans une démarche de frugalité, de nouvelles opportunités d'innovation seront ouvertes et l'accès à des marchés jusque-là hors de portée en raison du faible niveau de revenu de la population, deviendra possible.

On voit apparaître dans la récente littérature le concept d'innovation soutenable. L'innovation frugale une innovation soutenable ? L'innovation *soutenable ou durable* est un concept d'innovation sans doute plus large et plus englobant que l'innovation frugale. Les travaux récents de Ketata *et al.* (2014) ont beaucoup fait progresser notre connaissance de l'innovation *durable*. La définition qu'ils proposent est la suivante : « *Sustainable innovation... incorporates social issues as well as the needs of future generations which most certainly have a number of overlaps with the environmental dimension* » (Ketata *et al.*, 2014, p. 60). En d'autres termes l'innovation soutenable est un mix d'innovation sociale et d'innovation environnementale. La définition retenue par Yoon et Tello (2009) est un peu plus large : « *By sustainable innovation, we specifically refer to innovation activities that contribute to the triple bottom line of sustainable development: economic, ecological and social benefits. Thus, sustainable innovation can reasonably be defined as the development of new products, processes, services and technologies that contribute to the development and well-being of human needs and institutions while respecting the worlds' natural resources and regenerative capacity* » (Yoon, Tello, 2009, p. 88)⁸. En clair, l'entreprise innovante qui inscrit sa pratique de l'innovation dans la logique du développement durable doit être considérée comme un innovateur durable. Pour l'observateur, l'innovation durable apparaît comme un concept plus opérationnel que celui (plus large) de développement durable (Wolf, 2010). Selon Ketata *et al.* (2015) la problématique de l'innovation soutenable intègre donc explicitement le développement durable et constitue sans doute un micro fondement à l'économie circulaire. Cela est cohérent avec l'idée que les entreprises sont sous la pression croissante des diverses parties prenantes (Christmann, Taylor, 2002 ; Ottman *et al.*, 2006), et en

8. Voir aussi Boersema et Bertels (2000) et Wheeler et Elkington (2001).

particulier des consommateurs qui sont demandeurs de produits durables ou éco-efficents⁹.

Tableau 1 – Différents concepts d'innovation : définition et impacts

Types d'innovation	Définition	Impacts économiques généraux	Implications stratégiques pour les firmes	Références
Innovation frugale	Nouvelle conception des produits	Réduction des coûts + réponde aux besoins du BOP	Nouveaux segments de marché desservis	Basu <i>et al.</i> (2013) Radjou <i>et al.</i> (2013)
Low-cost innovation	Même fonctionnalité que les produits du Nord mais coûts moindres	Minimisation des coûts par baisse du nombre de fonctionnalités	Attaque de nouveaux segments de clientèle	Zeschky <i>et al.</i> (2014)
Good-enough innovation	Nouvelles fonctionnalités	Bonnes correspondances avec la demande des consommateurs	Similaire à la <i>low cost innovation</i>	Zeschky <i>et al.</i> (2014)
Innovation inverse	Transfert des idées du Sud vers le Nord	Ce sont les marchés qui priment et non la technologie	Au cœur des stratégies des FMN du Sud comme du Nord (en concurrence)	Brem et Ivens (2013)
Innovation durable	Mix d'innovations environnementales et sociales	Participe de l'économie circulaire	Les firmes se positionnent sur les produits vers et la RSE	Ketata <i>et al.</i> (2014)

Les propriétés de l'innovation soutenable ont récemment fait l'objet d'un examen en profondeur¹⁰. Pour Schaltegger et Wagner (2011) ce type d'innovation est fortement lié à l'entrepreneuriat soutenable. Elle a un effet de long terme conséquent sur les performances des firmes (Kim, 2015). L'innovation durable est considérée comme porteuse de plus d'enjeux que les autres types d'innovation car elle entremêle plusieurs dimensions (technologique, social, environnementale, etc.) ou plusieurs couches de complexité (Hall, Vredenburg, 2003). Cela a des conséquences en termes de management et d'organisation. Par exemple, Ketata *et al.* (2014) notaient « Sustainable innovation activities... require a broader scope as they are related to different functional dimensions... they can involve nearly all organizational functions as well as the whole supply chain » (Ketata *et al.*, 2014, p. 63). Il s'avère de plus

9. Pour Brem et Ivens (2013) l'innovation frugale et l'innovation inverse pourraient être intégrées dans une réflexion sur le management stratégique qui considérerait la durabilité dans les processus de création de valeur.

10. Elles correspondent pleinement à la *Sustainability Economics* de Ayres (2008). C'est-à-dire « ... a quest for sustainability is already starting to transform the competitive landscape, which will force companies to change the way they think about products, technologies, processes, and business models » (Ayres, 2008, p. 281).

que l'expertise du Manager est d'une particulière importance pour mettre au point et réaliser des projets d'innovation soutenable alors que les stratégies relatives aux innovations *conventionnelles ne sont pas pleinement applicables* (Hall, Vredenburg, 2003). S'agissant des déterminants de l'innovation soutenable Yoon et Tello (2009) identifient les facteurs internes suivants : les pressions des actionnaires comme des salariés, l'identité de la firme, la taille de la firme, les capacités¹¹. Parmi les drivers externes à la firme on trouve la demande des consommateurs, la réglementation publique, l'activisme des groupes de pression. Plusieurs drivers internes sont directement associés à la responsabilité sociale des entreprises.

L'INNOVATION FRUGALE ÉLÉMENT D'UN PARADIGME TECHNOLOGIQUE NAISSANT

Paradigme : définition

Nous développons ici notre première hypothèse considérant l'innovation frugale comme un élément constitutif d'un paradigme technologique naissant.

Dosi (1982) s'inspirant des modèles de philosophie des sciences de Kuhn, fournit une analyse aussi brillante que fine, de ce qu'est et implique la notion de paradigme technologique : « *A 'technological paradigm' defines contextually the needs that are meant to be fulfilled, the scientific principles utilized for the task, the material technology to be used. In other words, a technological paradigm can be defined as a 'pattern' of solutions of selected techno-economic problems based on highly selected principles derived from natural sciences, ... jointly with specific rules aimed to acquire new knowledge and safeguard it, whenever possible, against rapid diffusion to the competitors* » (Dosi, 1982, p. 150). Cette notion peut être associée à l'idée d'une heuristique positive, autrement dit, elle incorpore de fortes instructions quant à la direction des changements technologiques que l'on doit poursuivre. Ce qui implique aussi que certaines options soient négligées ou rejetés.

Notre hypothèse est que l'IF correspond tout à fait à un paradigme technologique au sens de Dosi (1982). Un paradigme scientifique dominant, auquel adhèrent des communautés entières de scientifiques, constitue un cadre communément accepté permettant de résoudre collectivement des questions relatives aux sciences. Un paradigme technologique constitue la

11. Pour Ketata *et al.* (2014) l'investissement dans la formation de la main-d'œuvre est plus important que l'intensité (par rapport au chiffre d'affaires) de l'investissement de R&D.

matrice d'une série de solutions techniques à des problèmes qui ont été au préalable sélectionnés. Il constitue à la fois une heuristique négative (les trajectoires de recherche à éviter) et une heuristique positive (les trajectoires de recherche qui doivent être suivies). C'est un vrai programme de recherche, qui comme tel s'applique à différents types de technologies, ou à différents types de problèmes indiquant la direction des progrès techniques à rechercher. Une telle heuristique va puissamment guider le travail des ingénieurs et des chercheurs. La mécanisation (voire l'automatisation) dans la problématique des technologies *labour-saving*, l'exploitation des rendements croissants à l'échelle¹² ou la miniaturisation pour les technologies de l'information représentent également des paradigmes technologiques distincts. Au sein d'un paradigme la conception est sans cesse modifiée par des innovations incrémentales, mais celles-ci s'inscrivent dans les limites fixées par le paradigme. Ces innovations tendent, en fait, à adapter le paradigme aux conditions locales ou contextuelles.

Spécificités de l'IF

Ce qu'il y a de nouveau (si bien sûr notre hypothèse d'une IF constitutive d'un paradigme est pertinente), c'est que l'IF n'a pas un contenu technologique fort (mesurable par un indicateur d'*intensité technologique* comme le poids de la recherche-développement) comme pour les principaux autres paradigmes technologiques. On tient là une originalité forte de l'IF. Il est également probable que son émergence ne ressemble en rien à ce que l'on sait de l'émergence des paradigmes technologiques que Dosi (1982) fut le premier à décrire, c'est-à-dire comment il s'établit et comment il est préféré à d'autres. Dans le cas de l'IF on repère l'importance des dimensions sociales ou sociétales fortes associée à une faible implication de la « poussée » de la Science. Deux facteurs qui soulignent sa structure atypique. L'histoire des inventions nous indique d'ailleurs que parmi les grands inventeurs des XVIII^e et XIX^e siècles l'ingéniosité et le savoir-faire étaient essentiels. Les principaux inventeurs de la révolution industrielle étaient des « bricoleurs » plus que des scientifiques. MacCormick et Franklin furent des praticiens de type Jugaad (Radjou *et al.*, 2013). Il y a donc une lignée d'innovateurs en Occident, principalement dans le passé, dont les logiques de production d'innovations étaient proches de celles de l'IF. Ce qui fait dire à Radjou *et al.* (2013) que l'Occident a perdu son Jugaad. Dans les industries *low-tech* (ou *middle-tech*) il n'y a pas en général (ou très peu) d'apprentissage par la

12. Elles constituent une forme des *trajectoires technologiques naturelles* pour Nelson et Winter (1982), il s'agit d'un concept voisin de la notion de paradigme.

science et la technologie, au moins dans les entreprises industrielles. Cela est moins vrai pour les centres techniques (Von Tunzelmann, Acha, 2005). En conséquence l'innovation et plus généralement les activités technologiques s'opèrent de façon pragmatique via le *learning by doing* ou le *learning by using*. C'est sans doute à ce niveau que l'IF, comme développant un nouveau paradigme, peut être trouvé. Souvent dans ces secteurs, l'application de grandes découvertes scientifiques requière des capacités propres aux firmes, comme des activités d'ingénierie et des innovations d'organisation et non pas de la recherche-développement formelle.

Ici dans le cas de l'IF le contenu du paradigme est la recherche de dispositifs techniques impliquant une simplicité de fonctionnement, mais fonctionnant efficacement (pas de perte de fonctionnalités autre que des fonctionnalités mineures), et capables de répondre très exactement à des besoins sociaux de façon économique (*low price*). De ce fait l'existence de ce paradigme apporte de nouvelles possibilités pour des firmes ou des économies nationales qui se situent à distance respectable de la frontière des connaissances ou ne bénéficient pas d'un stock important de connaissances ou de compétences techniques. Alors que l'importance du stock de connaissances accumulées semblait permettre la reproduction quasi indéfinie de l'avantage compétitif des firmes les plus avancées, la prise en compte de l'innovation frugale s'analyse comme une ouverture vers d'autres acteurs et d'autres talents.

La puissance d'un paradigme va bien au-delà d'un projet de recherche particulier, il peut organiser le travail de toute une communauté de scientifiques et d'ingénieurs qui partagent des valeurs et des visions identiques (Geroski, 2003). Il aide à définir les priorités et établir des outils méthodologiques. Il n'est donc pas étonnant que de nombreux chercheurs indiens travaillent au sein de ce paradigme technologique nouveau. Par rapport à ce qu'avance le management de l'innovation, qui retient comme catégories structurantes les concepts d'innovation majeure et d'innovation mineure, l'IF ne constitue pas une innovation mineure. En effet elle n'est pas destinée à améliorer les fonctionnalités des technologies existantes, elle ouvre au contraire une autre façon d'innover. En cela on pourrait plutôt la rapprocher de l'innovation majeure qui implique une recomposition ou une autre conception de l'objet (ou du procédé). Toutefois, elle se distinguerait de l'innovation majeure si on prenait comme critère le volume des ressources en recherche-développement consommées. L'IF consomme nécessairement moins de ressources que l'innovation majeure. Si on définit la complexité technologique par le nombre d'éléments constituant la technologie, l'IF vise plutôt à réduire la complexité. En cela elle constitue un puissant moteur de réduction des coûts.

Le rapport de l'IF aux savoirs traditionnels mérite d'être posé. Les savoirs traditionnels si importants dans les pays en développement sont associés à des pratiques artisanales ou techniques élémentaires efficaces et demandant beaucoup de savoirs tacites¹³. Ils sont parfois reconnus comme un levier possible de croissance et de développement industriels ? La catégorie d'IF, en tant que paradigme technologique, est plus générale elle peut s'appliquer à tout ensemble technologique, quelle que soit l'intensité ou la complexité technologiques. Même pour des technologies traditionnelles il est sans doute tout à fait possible de faire plus frugal (même si elles sont en général plus frugales que les technologies industrielles modernes). Qui plus est, recourir à l'IF ne signifie pas revenir à des technologies traditionnelles. Même s'il se peut que des éléments de technologies traditionnelles fassent partie de la recombinaison vers plus de frugalité.

IF et durabilité

Dernier élément à prendre en compte. Il y a une demande pour que l'innovation soit plus beaucoup socialement acceptable du point de vue environnemental (Hansen *et al.*, 2009). L'IF répond il nous semble à certaines caractéristiques de l'innovation environnementale¹⁴, et ce même si son objectif premier n'est pas de générer des retombées positives pour l'environnement. L'économie de ressources, l'utilisation de matériaux bon marché et d'origine locale, le caractère économe de la mise en œuvre, la possibilité de réparer en cas de panne, la récupération des éléments en fin de vie et leur recyclage s'inscrivent clairement dans une perspective de développement durable. Elle renvoie également à des dimensions de l'innovation *soutenable* (Ketata *et al.*, 2014), car elle intègre une préoccupation sociétale à travers l'accroissement du niveau de consommation des populations les plus pauvres. Aussi pouvons-nous convenir, au moins à titre d'hypothèse, que l'IF comme paradigme possède des propriétés liées au développement durable.

13. Sur les savoirs traditionnels voir la publication de l'INPI (2015).

14. Nous donnons ici la définition devenue standard de l'innovation environnementale de Kemp (2010) : « ... a new or significantly improved product (good or service), process, organizational method or marketing method that creates environmental benefits compared to alternatives. The environmental benefits can be the primary objective of the innovation or the result of other innovation objectives. The environmental benefits of an innovation can occur during the production of a good or service, or during the after sales use of a good or service by the end user » (Kemp, 2010, p. 399).

L'INNOVATION FRUGALE ET LA THEORIE DE L'INNOVATION

L'économie de l'innovation au cours de son développement a formalisé successivement plusieurs modèles d'innovation. Par exemple le modèle linéaire (Bush, 1946) ou modèle du « pipeline » dans lequel c'est l'avancée des connaissances qui permet de créer de la valeur. Il est associé au schéma dit de « Science Push » retenant que les avancées scientifiques « poussent » à des découvertes technologiques. Un second schéma, linéaire encore, est suggéré à travers un effet *demand pull*. Ainsi les travaux de Schmookler dans les années 1960 ont démontré l'existence d'un impact de la demande sur la capacité d'innovation des firmes. Plus récemment, on souligne que le volume de la demande et sa croissance ont un effet plus marqué sur l'innovation produit et beaucoup moindre sur l'innovation de procédé (Cabagnols, Le Bas, 2001). De même les petites séries poussent à des innovations de produit et empêchent les innovations de procédé (Pavitt, 1984). En revanche, une élasticité prix de la demande élevée pousse à l'innovation de *process*, car une réduction des coûts peut entraîner une demande plus élevée. Plus tardivement, on a conçu l'innovation comme un processus complexe et interactif. Dans ce contexte, le modèle d'innovation en chaîne (Kline, Rosenberg, 1986) privilégie fortement les interactions. En revanche dans le modèle d'innovation par fusion (Kodama, 1988) ou par recombinaison¹⁵ tous les éléments sont préexistants mais dispersés. Ils sont ensuite réarrangés de façon novatrice. Ces modèles ne sont ni successifs, ni exclusifs, mais coexistent dans la plupart des économies avancées et même parfois au sein de chaque secteur.

Rothwell (1994) a suggéré une analyse historique fondée sur une séquence de modèles d'innovation, deux autres générations de modèles sont décrites. Le modèle en ligne parallèle (*parallel lines model*) souligne l'importance des relations amont avec les offreurs (ou équipementiers) et aval avec les clients. Mais liaisons ou alliances sont également déterminantes. La cinquième génération voit plutôt l'innovation comme un processus impliquant plusieurs acteurs (en réseau) mis en relation via les technologies de l'information et internet. Toutefois, un haut niveau d'intégration intra-firme ou inter-firmes reste nécessaire.

Faut-il alors rajouter un nouveau modèle représenté par l'IF qui se caractérise, entre autres par un plus faible niveau d'intensité technologique ? Un sixième modèle à la fin de la séquence de Rothwell (1994) ? La réponse est

15. Voir Fleming (2001, 2007), Fleming et Sorenson (2004). La croissance du savoir par recombinaison est également modélisée par Weitzman (1998).

sans doute positive¹⁶. En raison de l'importance des marchés potentiels associés à l'IF, qui se comptent en centaines de millions de consommateurs, mais aussi en raison de l'ampleur des effets retour qu'elle entraîne sur les pratiques des firmes des pays avancés via la *reverse innovation*¹⁷. Il convient dès lors de l'analyser et de décrire ses conditions de fonctionnement du point de vue de la firme qui innove qu'elle soit originaire d'un pays avancé, d'un pays émergent ou d'un pays en développement. La part de l'IF qui provient d'individus ou de petits groupes non structurés est plus difficile à appréhender avec les seuls outils de l'économiste.

Il est commode de partir de ce que le modèle d'IF n'est pas une version *low-cost* d'un bien ou d'un service obtenue en serrant les coûts ou avec une version *light*. L'écart des propensions à payer allant du simple au double voire souvent au décuple dépasse largement les gains possibles. C'est donc bien l'architecture du projet, la façon dont le produit est conçu qui est en cause¹⁸. Un même type de solution technique ne peut généralement pas générer une innovation et sa version frugale. Cela signifie que l'entreprise qui vise le créneau de l'IF doit avoir un projet bis visant le même besoin à partir de solutions alternatives moins coûteuses, plus économes en ressources, plus faciles d'utilisation. Un premier enseignement est donc la nécessaire duplication des projets avec si possible une décentralisation dans un pays cible. Un deuxième enseignement porte sur les caractéristiques du projet bis qui doit valider un certain nombre de principes: parcimonie des fonctionnalités par élimination de tous les aspects secondaires voire inutiles (on rejoint la philosophie du *good enough*), simplicité du mode de fonctionnement, robustesse, capacité à fonctionner en environnement défavorable, économie de fonctionnement. Par contraste, l'innovation non frugale sera marquée par la performance technique, la fiabilité, le confort d'utilisation, voire son prix (effet de démonstration). Certes l'IF comme nouveau modèle d'innovation pourra prendre appui sur les moteurs de deux autres modèles d'innovation: plus d'intégration des activités d'innovation au sein de la firme et une connectivité forte avec les fournisseurs et clients (4^e pour Rothwell), et l'usage intensif des technologies de l'information et de la communication (5^e pour Rothwell). En définitive, il s'agit plus d'un dépassement (avec des inflexions éventuelles) des modèles antérieurs que d'une opposition frontale avec eux¹⁹.

16. Kotsemir et Meissner (2013) avance que le modèle d'*open innovation* pourrait être le modèle de la 6^e génération.

17. Hobday (2005) remarque que ce type de modélisation a des limites en ce que l'innovation dépend de la culture et du contexte de la firme mais aussi du leadership, de l'ingéniosité et de la vision du futur.

18. Voir plus haut nos remarques sur l'IF comme innovation majeure.

19. Elle implique souvent aussi des changements dans la chaîne de valeur. Ce point ne peut être traité ici nous renvoyons au travail de Egar *et al.* (2011).

Le transfert de l'IF dans les pays avancés (schéma de l'innovation inverse) conduit à un modèle de différenciation verticale classique (Shaked, Sutton, 1982). Dans ce type de modèle, les différentes variétés d'un produit se distinguent par leur niveau de qualité. Les entreprises choisissent un niveau de qualité, puis un niveau de prix qui ne traduit pas directement le niveau du coût de production, mais correspond à ce que certains consommateurs sont prêts à payer pour ce niveau de qualité. Face à une demande hétérogène concernant les aspirations en matière de qualité et à des capacités ou des volontés de payer différentes, ce type de modèle permet de maximiser la quasi rente qui peut être extraite par l'ensemble des firmes opérant sur le marché.

Dernier élément enfin, à côté de l'IF qui trouve son origine dans l'entreprise, donc dans un cadre formel, structuré, il y a tout ce qui relève plutôt de l'informel et correspond mieux à l'idée du « jugaad ». C'est un *milieu innovateur* sans doute potentiellement très riche. L'économiste n'est pas forcément le mieux placé. La sociologie, à travers les réseaux d'expérience, les communautés d'usage, les sciences cognitives et la capacité à trouver des solutions pratiques à des problèmes répétitifs, ont sans doute beaucoup à nous dire sur ce type d'ingéniosité au cœur du modèle d'IF.

CONCLUSION

Au terme de cette recherche notre hypothèse centrale s'est affinée. On doit concevoir l'IF *à la fois* comme un nouveau paradigme technologique émergent au sens de Dosi (1982) quand on la regarde du point de vue de sa structure technologique, et comme un nouveau modèle d'innovation quand on apprécie finement ses conséquences micro-économiques voire macro-économiques. En cela ce travail offre des bases beaucoup solides pour des travaux ultérieurs.

Par rapport aux modèles d'innovation qui sont dotés de leur dynamique propre, le modèle d'IF dispose d'une capacité de diffusion particulièrement étendue. Par son universalité et la relative réduction de l'avantage des pays avancés en matière de production de connaissances et de niveau technologique qu'il réalise, il ouvre des perspectives nouvelles aux économies émergentes et plus généralement aux pays en développement pour accroître leur présence sur des marchés de produits innovants et réduire ainsi leur dépendance par rapport à l'exploitation des ressources naturelles.

En termes de prolongements citons deux perspectives. Nous voyons combien la prise en compte de l'IF pourrait apporter à une approche sectorielle

en termes d'Economie Industrielle. Elle pourrait affecter sans doute de façon durable le type de concurrence par l'innovation et constitue un vecteur d'entrée dans l'industrie. Par ailleurs le rapprochement seulement envisagé ici entre IF et innovation environnementale devrait être plus étudié en liaison avec une problématique du développement durable.

RÉFÉRENCES

- AYRES, R. U. (2008), Sustainability Economics: Where Do We Stand?, *Ecological Economics, Special Section: Biodiversity and Policy*, 67(2), 281-310.
- BASU, R. R., BANERJEE, P. M., SWEENEY, E. G. (2013), Frugal Innovation: Core Competencies to Address Global Sustainability, *Journal of Management for Global Sustainability*, 1(2), 63-82.
- BREM, A., IVENS, B. (2013), Do Frugal and Reverse Innovation Foster Sustainability? Introduction of a Conceptual Framework, *Journal of Technology Management for Growing Economies*, 4(2), 31-50.
- BREM, A., WOLFAM, P. (2014), Research and Development from the Bottom of Up – Introduction of Terminologies for New Products Development in Emerging Markets, *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 3(9), 1-22.
- CABAGNOLS, A., LE BAS, C. (2001), The Determinants of the Type of Innovative Behaviour at the Firm Level, in Kleinknecht, A., Mohnen, P. (eds), *Innovation and Firm Performance: Econometric Explorations of Survey Data*, London, Palgrave Macmillan UK, 112-149.
- COWEN, T. (2011), *The Great Stagnation: How America Ate All The Low-Hanging Fruit of Modern History, Got Sick, and Will (Eventually) Feel Better*, Dutton.
- DOSI, G. (1982), Technological Paradigms and Technological Trajectories: A Suggested Interpretation of the Determinant and Direction of Technological Change, *Research Policy*, 11(3), 147-162.
- EAGAR, R., VAN OENE, F., BOULTON, C., ROOS, D., DEKEYSER, C. (2011), The Future of Innovation Management: the next 10 years, *Prism*, 1, 21-37.
- FLEMING, L. (2001), Recombinant Uncertainty in Technological Search, *Management Science*, 47(1), 117-132.
- FLEMING, L. (2007), Breakthroughs and the “Long Tail” of Innovation, *MIT Sloan Management Review*, 49(1), 69-74.
- FLEMING, L., SORENSON, O. (2004), Science as a Map in Technological Search, *Strategic Management Journal*, 25(8-9), 909-928.
- GEROSKI, P. (2003), *The Evolution of New Markets*, Oxford, Oxford University Press.
- GORDON, R. (2012), Is US Economic Growth Over? Faltering Innovation Confronts the Six Headwinds, *CEPR Policy Insight*, 63, 1-13.
- HANG, C. C., CHEN, J., SUBRAMIAN, A. M. (2010), Developing Disruptive Products for Emerging Economies: Lessons from Asian Cases, *Research-Technology Management*, 53(4), 21-26.

- HANSEN, E. G., GROSSE-DUNKER, F., REICHWALD, R. (2009), Sustainability Innovation Cube: A Framework to Evaluate Sustainability-Oriented Innovations, *International Journal of Innovation Management*, 13(4), 683-713.
- HOBDAY, M. (2005), Firm-Level Innovation Models: Perspectives on Research in Developed and Developing Countries, *Technology Analysis & Strategic Management*, 17(2), 121-146.
- IMMELT, J., GOVINDARAJAN, V., TRIMBLE, C. (2009), How GE is Disrupting Itself, *Harvard Business Review*, 87(10), 56-65.
- INPI, (2015), *Développement durable et propriété intellectuelle*, Paris.
- KEMP, R. (2010), Eco-Innovation: Definition, Measurement and Open Research Issues, *Economia Politica*, (3), 397-420.
- KETATA, I., SOFKA, W., GRIMPE, C. (2014), The Role of Internal Capabilities and Firms' Environment for Sustainable Innovation: Evidence for Germany, *R&D Management*, 45(1), 60-75.
- KOTSEMIR, M., MEISSNER, D. (2013), Conceptualizing the Innovation Process: Trends and Outlook, *Research Papers n° WP BRP 10/STI/2013* (April 12), Higher School of Economics.
- MANSFIELD, E., ROMEO, A. (1984), "Reverse" Transfer of Technology from Overseas Subsidiaries to American Firms, *IEEE Transactions on Engineering Management*, 31(3), 122-127.
- NELSON, R., WINTER, S. G. (1982), *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Cambridge, Mass., Harvard University Press.
- NIDUMOLU, R., PRAHALAD, C. K., RANGASWAMI, M. R. (2009), Why Sustainability Is Now the Key Driver of Innovation, *Harvard Business Review*, 87(9), 57-64.
- NUNES, P. F., BREENE, T. S. (2011), *Jumping the S-Curve: How to Beat the Growth Cycle, Get On Top, and Stay There*, Harvard, Harvard Business Review Press.
- PRAHALAD, C. K. (2005, 2004), *The Fortune at the Bottom of the Pyramid: Eradicating Poverty Through Profits*, Warton School Publishing.
- RADJOU, N., PRABHU, J., AHUJA, S. (2013), *L'Innovation jugaad. Redevenons ingénieurs !*, Paris, Éditions Diatèino.
- RICHARD, J., PLOT, E. (2014), *La gestion environnementale*, Paris, La Découverte.
- ROTHWELL, R. (1994), Towards the Fifth-generation Innovation Process, *International Marketing Review*, 11(1), 7-31.
- SHAKED, A., SUTTON, J. (1982), Relaxing Competition through Product Differentiation, *The Review of Economic Studies*, 49(1), 3-13.
- SWANN, P. (2014), *Common Innovation. How We Create the Wealth of Nations*, Cheltenham, Edward Elgar Publishing.
- VON TUNZELMANN, N., ACHA, V. (2005), Innovation in "Low-Tech" Industries, in Fagerberg, J., Mowery, D. C., Nelson, R. R. (eds), *The Oxford Handbook of Innovation*. Oxford, Oxford University Press, 407-432.
- WEITZMAN, M. L. (1998), Recombinant Growth, *The Quarterly Journal of Economics*, 113(2), 331-360.

WOLF, D. (2010), *Développement durable. Théories et Applications au Management*, Paris, Dunod (2nd éd.).

WOOLDRIDGE, A. (2010), The World Turned Upside Down, *The Economist*; Apr 15th.

YOON, E., TELLO, S. (2009), Drivers of Sustainable Innovation: Explanatory Views and Corporate Strategies, *Seoul Journal of Business*, 15(2), 265-122.

ZESCHKY, M. B., WINTERHALTER, B., GASSMANN, O. (2011), Frugal Innovation in Emerging Markets, *Research-Technology Management*, 54(4), 38-45.

ZESCHKY, M. B., WINTERHALTER, B., GASSMANN, O. (2014), From Cost to Frugal And Reverse Innovation: Mapping the Field and Implications for Global Competitiveness, *Research-Technology Management*, 57(4), 20-27.