

Innovation : définition et mesure

**Table des
matières**



CLAUDE DUPUY - PROFESSEUR DE SCIENCES ECONOMIQUES - GRETHA UMR CNRS 5113

UNIVERSITE DE BORDEAUX

NIVEAU : BAC +3, MASTER

DUREE DU MODULE : 5 HEURES

15/01/2016

I - Définition de l'innovation et de sa variété	5
A. Définir l'innovation et ses concepts associés	5
1 - <i>Innovation et mythes</i>	5
2 - <i>Champ d'application de l'innovation</i>	6
B. L'apport de Joseph Schumpeter (1883-1950)	7
1 - <i>La destruction créatrice</i>	7
2 - <i>Les innovations incrémentales</i>	8
3 - <i>Les 2 Schumpeter</i>	9
C. Les différents types d'innovations Schumpetériennes	10
1 - <i>Les innovations de produits</i>	10
2 - <i>Les innovations de procédés ou organisationnelles</i>	10
3 - <i>L'innovation de commercialisation</i>	11
4 - <i>Le développement de nouvelles sources d'approvisionnement</i>	11
5 - <i>Les nouvelles structures de marché</i>	12
D. Les autres types d'innovations	12
E. Activité d'évaluation	13
II - Les concepts associés à l'innovation	15
A. Innovation et invention	15
B. Définition de la connaissance	17
C. La spécificité et le dilemme des connaissances	17
D. Activité d'évaluation	18
III - Pourquoi et comment les agents innovent	21
A. Une nécessité dans le milieu économique	21
B. Le processus de l'innovation : le modèle linéaire	22
C. Le modèle linéaire simple enrichi de l'innovation	23
1 - <i>La créativité, l'étincelle de l'innovation</i>	24
2 - <i>Les connaissances, carburant de l'innovation</i>	25
3 - <i>Les limites du modèle linéaire</i>	26
4 - <i>Un modèle plus complexe inspiré de Kline et Rosenberg</i>	26
D. Activité d'évaluation	27
IV - Les mesures de l'innovation	29
A. Les dépenses de Recherche / Développement	29
B. Mesurer par les dépôts de brevets	30
C. Les approximations	31
D. Activité d'évaluation	32
Glossaire	35
Bibliographie	37

I - Définition de l'innovation et de sa variété

- A. Définir l'innovation et ses concepts associés
- B. L'apport de Joseph Schumpeter (1883-1950)
- C. Les différents types d'innovations Schumpetériennes
- D. Les autres types d'innovations
- E. Activité d'évaluation

A. Définir l'innovation et ses concepts associés

1 - Innovation et mythes

La question de l'innovation est un thème abordé de façon récurrente dans nos vies de tous les jours, montrant de facto son importance prépondérante.

Cependant, le terme innovation peut être source de confusion et d'une utilisation incertaine. L'innovation est aussi une idéologie qui repose sur un certain nombre de mythes :

- **L'idée que l'innovateur doit sortir des sentiers routiniers et doit penser différemment.** Nous verrons que de très nombreuses innovations sont incrémentales et ne font qu'approfondir une trajectoire existante.
- **L'idée du génie solitaire qui laisserait penser que l'innovation est une question individuelle** alors que les innovateurs piochent les idées dans un terreau collectif et bénéficient de l'efficacité de leurs réseaux sociaux.
- **L'idée que l'innovation est issue uniquement de l'entrepreneuriat et des milieux des start-ups** alors que les grandes firmes et leurs milliers d'ingénieurs sont les acteurs majeurs de l'innovation. Toutes ces idées brouillent la réalité de l'innovation dans nos sociétés. Il devient alors crucial d'en avoir une définition claire afin de mieux comprendre ses tenants et ses aboutissants.

Définition

Une innovation est la mise en œuvre (implémentation) d'un produit (bien ou service) ou d'un procédé (de production) nouveau ou sensiblement amélioré, d'une nouvelle méthode de commercialisation ou d'une nouvelle méthode organisationnelle dans les pratiques d'une entreprise, l'organisation du lieu de travail ou les relations extérieures. Manuel d'Oslo, OCDE (cf. 2ème Manuel d'Oslo).

L'innovation, c'est donc d'abord l'introduction de la nouveauté dans l'économie. Le terme se distingue du terme d'invention qui n'implique pas la diffusion de l'innovation dans la société.

Complément

Ressource à télécharger :

Un *podcast réalisé par France Culture*¹, présentant l'innovation et la distinction innovation et invention.

Une autre source intéressante est celle de *Michel Serres qui présente la relation entre l'innovation et le numérique*² :

¹ <http://www.franceculture.fr/emission-ce-qui-nous-arrive-sur-la-toile-ce-qui-se-cache-derriere-l-innovation-2014-01-09>

² http://www.canal-u.tv/video/universite_paris_1_pantheon_sorbonne/michel_serres_l_innovation_et_le_numerique.11491

2 - Champ d'application de l'innovation

L'innovation n'est pas réservée au champ économique

On retrouve également le terme **innovation dans l'ensemble des sciences sociales**, à savoir :

<p>La sociologie de l'innovation</p>	<p>La sociologie de l'innovation qui s'intéresse aux conditions socio-économiques ou scientifiques d'apparition des innovations, leur impact sur la société. Exemple : la sociologie des usages s'intéresse au rôle des utilisateurs.</p> <p>Ce domaine scientifique a été développé en France par Michel Callon³ qui étudie le cheminement du processus d'innovation et les controverses éventuelles de celui-ci.</p> <p>Exemple : Les OGM sont des innovations qui font l'objet de controverses notamment scientifiques ou environnementales. Vous pouvez vous référer à l'ouvrage de <i>Christophe Bonneuil et Pierre Benoît Joly (2013) « Sciences techniques et société », La découverte, Collection Repères.3 [Sciences techniques et société]</i>⁴</p>
<p>L'histoire des sciences</p>	<p>L'histoire des sciences étudie les trajectoires historiques des connaissances scientifiques (concepts, acteurs, institutions).</p> <p>Exemple : Histoire de la chimie</p>
<p>L'histoire des techniques</p>	<p>L'histoire des techniques étudie l'apparition, le développement et l'impact des techniques. Un travail sur le rôle des techniques dans l'histoire globale montre bien comment celles-ci se diffusent, se recombinent. Voir <i>David Edgerton (2013), « Quoi de neuf, du rôle des techniques dans l'histoire globale », Le Seuil.5 [Quoi de neuf, du rôle des techniques dans l'histoire globale]</i>⁶</p> <p>Exemple : Histoire de l'automobile, des cycles technologiques et techniques</p>
<p>Le management de l'innovation</p>	<p>Le management de l'innovation étudie les moyens et méthodes qui permettent d'innover. Vous pouvez vous référer notamment à l'ouvrage de Séverine Le Loarne et Sylvie Blanco (2ème édition 2012), « Management de l'innovation », Pearson. [Management de l'innovation]⁷</p> <p>Exemple : Méthodes de créativité, gestion de projets</p>
<p>La géographie de l'innovation</p>	<p>La géographie de l'innovation s'intéresse aux lieux de la science et de l'innovation et à l'influence des dimensions géographiques sur la production, la circulation et le partage des innovations. Cette discipline analyse l'impact spatial et territorial de la production et de la transmission des connaissances et des activités de R&D.</p> <p>Exemple : géographie des collaborations de recherche, localisation et délocalisation des centres de R&D, mobilité des chercheurs</p>

³ http://www.editionsladecouverte.fr/catalogue/index-Sciences__techniques_et_societe-9782707150974.html

⁴ http://www.editionsladecouverte.fr/catalogue/index-Sciences__techniques_et_societe-9782707150974.html

⁵<http://www.seuil.com/livre-9782021063677.htm>

⁶<http://www.seuil.com/livre-9782021063677.htm>

⁷<http://www.pearson.fr/livre/?GCOI=27440100968620>

B. L'apport de Joseph Schumpeter (1883-1950)

1 - La destruction créatrice



Image 1 J Schumpeter

A travers ces travaux, Joseph Schumpeter met en avant la destruction créatrice, c'est à dire le remplacement des anciennes technologies par de nouvelles. On parle alors d'innovations radicales ou de rupture.

Pour Schumpeter, **le moteur de ce système est l'entrepreneur innovateur**. Steve Jobs[®] ou Edison[®] sont des entrepreneurs innovateurs au sens de Schumpeter qui définit celui-ci comme un génie créatif parfois solitaire qui va sortir des sentiers battus pour innover. C'est ce mythe qui a généré les « success stories » modernes de l'innovation. Nous verrons qu'il faut sortir de ce schéma pour comprendre la variété des innovations dans les sociétés modernes. Les légendes liées à ce mythe cachent des réalités plus complexes. Les grandes inventions ne relèvent pas de

parcours individuels mais de recherches simultanées autour d'un problème que se posent des individus à un moment donné. Le phonogramme, l'aviation ou l'automobile doivent leur développement à des grappes d'inventeurs qui coopèrent parfois mais aussi qui se font concurrence.

Ce phénomène explique que les innovations vont alors apparaître par grappe et se diffusent par imitation.

Deux visions sont possibles :

- une première innovation radicale va venir transformer tout le système en place, apportant à cet entrepreneur une situation de monopole temporaire ;
- la seconde est celle de l'émulation entre des inventeurs qui travaillent conjointement dans un domaine donné. Les idées sont alors « dans l'air » selon les termes d'Alfred Marshall. Elles peuvent aussi circuler dans des « milieux innovateurs » qui peuvent être localisés dans une même zone géographique.

Le mythe de l'entrepreneur innovateur solitaire est aujourd'hui dépassé. Le fondateur de Tesla (véhicules électriques) ou de Space X (lanceurs spatiaux), Elon Musk[®], est plus un manager de très nombreux ingénieurs qu'un véritable innovateur solitaire.

Exemple : La cassette et le DVD et... Wikipédia

Un exemple de destruction créatrice ancien est le remplacement de la cassette vidéo par le DVD. La mise en place d'une nouvelle innovation a détruit (plus ou moins rapidement) l'ancienne innovation en place.



Plus récemment, Elon Musk (Tesla) a annoncé la fabrication de batteries électriques domestiques permettant de rendre les maisons autonomes. Alors, disruption (innovation de rupture selon le terme de Clayton M. Christensen) et destruction créatrice des grands systèmes de réseaux électriques ou simple effet d'annonce ?

Image 2 Cassette vidéo

Wikipédia, innovation collaborative et gratuite, est quant à elle une innovation de rupture qui a fait disparaître du marché les grandes encyclopédies qui existaient depuis la Révolution des Lumières du 18ème siècle.

Conseil : Conseil : Relativiser la notion de destruction créatrice



Image 3 Guitare Fender

Cette notion utile de destruction créatrice peut toutefois être relativisée. Par exemple, la production de masse de guitares électriques par Fender (dont sa guitare mythique Stratocaster) dans les années 60 n'a pas fait disparaître la guitare acoustique. Ce terme s'applique plus aux grands cycles technologiques qui ont rythmé la vie économique depuis le 18ème siècle qu'à l'évolution micro-économique des industries. Celles-ci évoluent aussi par des innovations incrémentales.

Complément : Destruction créatrice et obsolescence programmée

Le fait de parler de destruction créatrice peut également interpeller sur la notion d'obsolescence programmée, dans une époque où le taux de rotation des produits électroniques est extrêmement rapide.

Cette *excellente vidéo*⁸ présente la notion d'obsolescence programmée dans le secteur des mobiles :

⁸<https://vimeo.com/79695097>

2 - Les innovations incrémentales

Schumpeter met également en avant, mais de façon moins visible, l'**amélioration continue de technologies** dans le cadre de trajectoires technologiques. **Ce sont des innovations incrémentales**. Par exemple dans le secteur des télécommunications, la 2G, 3G, 4G qui améliore les possibilités de transmission des données numériques et dans le domaine des transports la firme Harley Davidson qui a innové pas à pas autour d'un schéma de base.

Des variations simples autour d'un modèle de base génèrent **de petites évolutions qui peu à peu transforment les produits**. L'évolution n'est pas liée à des sauts technologiques mais à des **améliorations continues**, à l'ajout de composants ou à des changements d'utilisation. Renault révolutionne la voiture dans les années 80 avec l'Espace qui sera copié par les autres constructeurs.



Renault Espace I

3 - Les 2 Schumpeter

Ainsi, si initialement Schumpeter considère que l'entrepreneur est à la source des innovations, **sa vision de l'innovation va évoluer**. Au final, ce sont les grandes entreprises qui seront au cœur de l'innovation, on passe donc de l'entrepreneur innovateur aux innovations routinières des grandes entreprises.

Schumpeter I (1912) [Théorie de l'évolution économique] : **L'entrepreneur innovateur**

C'est l'innovation qui crée le monopole temporaire. Nouveaux acteurs, imitateurs, et grappes d'innovations sont au cœur des dynamiques économiques.

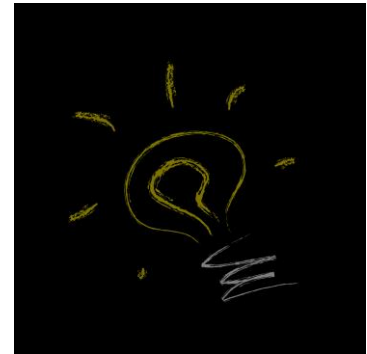


Image 4 Ampoule

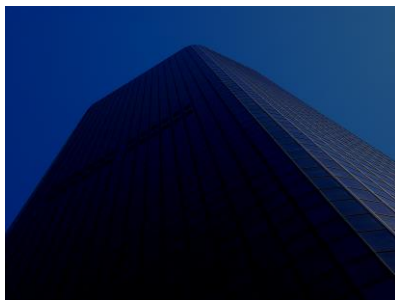


Image 5 Building

Schumpeter II (1942) [Capitalisme, socialisme et Démocratie]: **L'innovation routinière**

C'est le monopole qui crée l'innovation. Ici, l'innovation est l'apanage des grands groupes industriels et non plus celle d'un entrepreneur isolé. En effet, l'innovation ne peut venir que d'un groupe ayant suffisamment de moyens pour financer une activité de recherche et développement (R&D) continue, source d'innovations en continu sur le marché.

C. Les différents types d'innovations Schumpetériennes

Joseph Schumpeter (1934) [Théorie de l'évolution économique] **propose cinq types d'innovations** :

1. l'introduction de nouveaux produits ;
2. l'introduction de nouvelles méthodes de production ;
3. l'ouverture de nouveaux marchés ;
4. le développement de nouvelles sources d'approvisionnement ;
5. la création de nouvelles structures de marchés.

1 - Les innovations de produits

Ce sont les innovations les plus emblématiques. Elles correspondent à l'**introduction de nouveaux produits**, par exemple le réfrigérateur, la machine à laver, la téléphone ou encore le micro-onde.

Exemple



Le réfrigérateur, le micro-onde ou encore le téléphone sont des innovations radicales ayant eu pour conséquence un changement profond dans nos sociétés.

Image 6 Téléphone portable

2 - Les innovations de procédés ou organisationnelles

Ces innovations sont en général moins connues que les innovations produits, mais elles n'en sont pas moins importantes.

Elles concernent l'**introduction de nouvelles méthodes de production ou de nouvelles formes d'organisation**.

Exemple



Image 7 Ford T

Une innovation emblématique est le **système Fordiste**.

Afin d'augmenter la productivité et la production de l'entreprise, Ford met en place de nouveaux principes :

- la division du travail horizontale (les tâches sont découpées) ;
 - la division du travail verticale (la conception et la réalisation du véhicule sont séparées) ;
 - la mise en place de ligne de montage ;
 - la standardisation ;
- l'apparition de salaires plus élevés (5\$ par jour).

3 - L'innovation de commercialisation

Cette innovation correspond à l'**ouverture de nouveaux marchés** comme l'émergence d'une **économie collaborative** qui porte en elle de **nouveaux comportements de marché**, soit par :

- la vente ou l'échange payant (location d'objets, maisons, véhicules particuliers) ;
- l'échange ou la mise à disposition gratuite (*Donnons.org*⁹) ;
- la participation à des projets collectifs de type levée de fonds sur projet.

⁹<https://donnons.org/>

Exemple

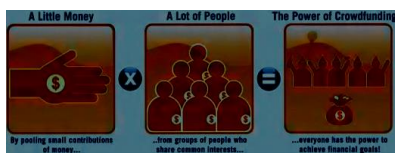


Image 8 Crowdfunding

Le **crowdfunding** est un exemple représentatif de ce type d'innovation. Il a profondément changé le mode de financement standard dans lequel l'entrepreneur devait faire ses preuves auprès des investisseurs ou des banques. En effet, il peut désormais lever des fonds directement auprès de nombreux particuliers via des sites internet spécialisés dans ce mode de financement.

4 - Le développement de nouvelles sources d'approvisionnement

Ces nouvelles sources sont représentées typiquement par le pétrole, les énergies maritimes ou encore, plus récemment, avec le gaz de schiste. L'introduction d'une nouvelle source d'approvisionnement va créer une nouvelle industrie.

Exemple



Image 9 Pétrole

Le pétrole a créé une nouvelle industrie à partir de 1855. Il servait à cette époque de pétrole lampant et était peu utilisé. Avec le développement des techniques et des marchés qui s'ouvrent à lui notamment dans le transport et la chimie à la fin du 19ème siècle, cette ressource rencontrera par la suite l'essor que nous lui connaissons aujourd'hui.

5 - Les nouvelles structures de marché

Cette innovation peut être illustrée par la concurrence entre taxis et véhicules de tourisme avec chauffeur (VTC). Elle montre comment **l'ouverture d'un marché** remet en cause des marchés existants.

Exemple : les VTC (voiture de tourisme avec chauffeur)



Image 10 Taxi

- Ce nouveau marché est lié à des innovations liées à la géolocalisation.
- Les sites Uber, SnapCar, ou AlloCab, ont recours à la géolocalisation.
- Les applications peuvent aider les utilisateurs à géolocaliser sur leur smartphone les véhicules privés avec chauffeur à proximité.

Cela constitue un avantage que les taxis n'ont pas, ces derniers ayant des obligations de localisation dans des aires réservées.

D. Les autres types d'innovations

Complément : Pluralité des innovations

A la suite des travaux de Schumpeter, d'autres types d'innovations peuvent s'ajouter à la liste précédemment établie.

- **Les innovations frugales** : elles se préoccupent du développement ou coopération inclusive vis à vis des populations exclues.
- **Les innovations low-cost** : elles sont issues des réussites des distributeurs LIDL ou Leader Price dans la grande distribution, de Ryanair dans le transport aérien, ou encore de Dacia dans l'automobile.
- **Les innovations environnementales** : elles sont liées aux enjeux du développement durable. Elles vont correspondre au développement d'éoliennes ou de technologies permettant de réduire les émissions de gaz nocifs. Vous pouvez également regarder cette vidéo sur les énergies de la mer.
- **Les innovations participatives** : elles vont mettre les salariés au cœur de l'innovation.

E. Activité d'évaluation

Exercice 1

Une innovation peut-elle être définie comme l'introduction d'une méthode d'organisation au sein d'une entreprise ?

Vrai

Faux

Exercice 2

La destruction créatrice de Schumpeter fait référence à :

Innovation radicale

Innovation de rupture

Innovation incrémentale

Innovation frugale

Exercice 3

Selon Schumpeter, qui est le moteur de la destruction créatrice ?

L'entrepreneur innovateur

Le marché et son évolution

Exercice 4

Comment Schumpeter définit l'amélioration continue de technologie ?

Innovation de procédé

Innovation commerciale

Innovation incrémentale

Innovation de produit

Exercice 5

Quelle est la différence entre la vision de Schumpeter I (l'entrepreneur innovateur) et Schumpeter II (l'innovation routinière) ?

La notion de monopole et sa source d'innovation

Le temps à innover

La capacité à innover

II - Les concepts associés à l'innovation

- A. Innovation et invention
- B. Définition de la connaissance
- C. La spécificité et le dilemme des connaissances
- D. Activité d'évaluation

A. Innovation et invention

Attention : Ne pas confondre ces termes

Innover et inventer sont des concepts que l'on pourrait croire synonymes, mais qui recourent des réalités différentes. Ainsi, ce sont les inventions qui peuvent être protégées par des **règles de propriété intellectuelle** et non des innovations, d'où le terme de **brevet d'invention**.

Souvent associé au terme d'innovation, **l'invention** est pourtant un concept très différent puisque de **nombreuses inventions n'arrivent pas jusqu'à la valorisation économique**. On doit aussi cette distinction à Joseph Schumpeter. Ainsi, une innovation s'appuie sur l'invention, mais toutes les inventions n'aboutissent pas à des innovations.



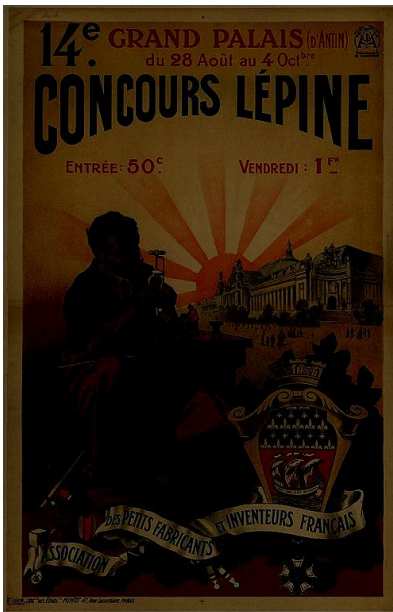
Depuis la révolution industrielle, les inventeurs ont souvent fait l'objet d'attention comme le montre *le fameux concours Lépine*¹⁰, créé en 1901 en France par le préfet Louis Lépine. Peu d'inventions ont franchi le cap de la commercialisation.

Image 11 Louis Lépine

¹⁰<http://www.concours-lepine.com/>

Exemple : Invention n'est pas synonyme d'innovation


Voici une invention qui n'aura jamais atteint le stade d'innovation. Si vous allez sur le site du concours Lépine vous verrez que la machine à remonter les chaussettes par exemple n'a pas dépassé le stade de l'invention ce qui n'est pas le cas de la cocotte-minute Seb. De nombreux inventeurs connaissent l'échec de ne pas voir leurs idées passer au stade de la commercialisation. C'est souvent lié au fait qu'ils n'ont pas anticipé les usages de leur innovation. Nous verrons qu'il s'agit d'une notion essentielle dans l'économie de l'innovation moderne.



Concours Lépine

B. Définition de la connaissance

Définition : Qu'est-ce que la connaissance ?

L'innovation est fondée sur la connaissance et le fait que nous participons à une « Économie de la Connaissance [L'économie de la connaissance] » (Dominique Foray , 2000). Ce terme met en évidence l'importance du capital humain dans l'innovation (éducation) sur les biens immatériels et sur l'innovation.

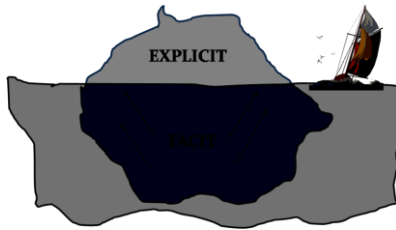


Image 12 Connaissances explicites et tacites

On distingue le plus souvent :

- **Les connaissances tacites** qui sont souvent relatives au vécu personnel ; elles regroupent les compétences innées ou acquises, le savoir-faire et l'expérience. Elles sont dites aussi « connaissances implicites », sont généralement difficiles à verbaliser ou à « formaliser » par opposition aux connaissances explicites
- **Les connaissances explicites**, par opposition aux connaissances tacites, sont les connaissances clairement articulées sur un document écrit ou dans un système informatique.

C. La spécificité et le dilemme des connaissances

Les caractéristiques de la connaissance

- La connaissance a des **coûts fixes importants nécessitant l'intervention publique**, notamment lorsqu'il s'agit de financer les universités ou la recherche. Ses coûts de diffusion sont nuls ou réduits (connaissance scientifique=publication).
- Il n'existe **pas de rivalité dans l'usage**. Il est difficile à un agent d'exclure d'autres agents de l'appropriation de connaissances. Un agent peut utiliser de façon infinie la même connaissance, sans coût supplémentaire.
- La connaissance est un **bien non épuisable**, même s'il existe des coûts liés à la création de connaissances. Elle ne se détruit pas par l'usage, au contraire, elle peut se multiplier par diffusion.
- La connaissance est un **bien intangible** et les **externalités de connaissance (knowledge spillovers)** sont importantes. La connaissance par son transfert non monétaire se diffuse et a des effets positifs sur la société (externalités positives).
- La production de connaissances par une société dépend de l'incertitude importante liée :
 - à la nature des connaissances scientifiques (on ne connaît pas en avance les résultats) ;
 - à l'aversion des acteurs au risque (certaines sociétés traditionnelles ne produisent pas de connaissances nouvelles ou mettent des frontières « morales » ou religieuses à la connaissance) ;
 - aux structures sociales (la place du chercheur dans la société joue un rôle important dans la production globale de connaissances).

Complément : Le dilemme des connaissances

Comme précédemment expliqué, la connaissance a un **coût fixe important et sa production dépend** de :

- l'incertitude des résultats ;
- l'aversion au risque des acteurs engagés ;
- l'appropriabilité des connaissances.

Ainsi, en fonction des bénéfices espérés, **les connaissances devront être produites** soit par :

- des acteurs publics (recherche fondamentale par exemple) ;

- des acteurs privés ;
- une collaboration entre les 2.

D. Activité d'évaluation

Exercice 1

Invention et innovation sont des termes similaires ?

Vrai

Faux

Exercice 2

Les connaissances tacites peuvent être écrites sur un document ?

Vrai

Faux

Exercice 3

Quelles sont les caractéristiques de la connaissance ?

Bien non rival

Bien tangible

Bien exclusif

Bien non appropriable

Exercice 4

Quels sont les différents types de connaissances ?

Tacites

Implicites

Formalisées

Explicites

Exercice 5

La production de connaissances dépend :

Du caractère averse au risque des agents

Des facteurs socio-économiques et culturels

III - Pourquoi et comment les agents innovent

- A. Une nécessité dans le milieu économique
- B. Le processus de l'innovation : le modèle linéaire
- C. Le modèle linéaire simple enrichi de l'innovation
- D. Activité d'évaluation

A. Une nécessité dans le milieu économique

L'innovation est devenue une nécessité dans le monde économique moderne.

Les consommateurs demandent une **diversité et un renouvellement de produits toujours croissant** aux entreprises, sous peine de perdre une large partie de leur demande. Cela peut aller jusqu'à remettre en cause leur existence.

Exemple



Le cas Nokia est un très bon exemple de virage technologique raté. Alors leader dans le domaine de la téléphonie mobile, Nokia ne parie pas sur la technologie tactile et se fait doubler par de nouveaux entrants. Elle va ainsi accumuler de nombreuses pertes.

Image 13 Nokia

B. Le processus de l'innovation : le modèle linéaire

Pour bien comprendre le processus de l'innovation, il convient d'**étudier et de comprendre quelques notions** proches de l'innovation telles que :

- la créativité ;
- les connaissances ;
- l'apprentissage des connaissances.

Le processus d'innovation se décompose donc en **une succession d'épreuves et de transformations non prévisibles** dans laquelle une série d'acteurs crée des liens et forme des réseaux (Callon, 1986 [Éléments pour une sociologie de la traduction. La domestication des coquilles Saint-Jacques et des marins-pêcheurs dans la baie de

Saint- Brieuç]).

Les tests techniques, les associations avec d'autres acteurs, les expérimentations auprès des usagers peuvent être interprétées comme des « *confrontations avec l'environnement inscrit dans le dispositif et l'environnement décrit par le déplacement du dispositif* » (Akrich 1993 [Les formes de la médiation technique]). **Les acteurs, les éléments naturels et les dispositifs techniques sortent transformés de ces confrontations.**

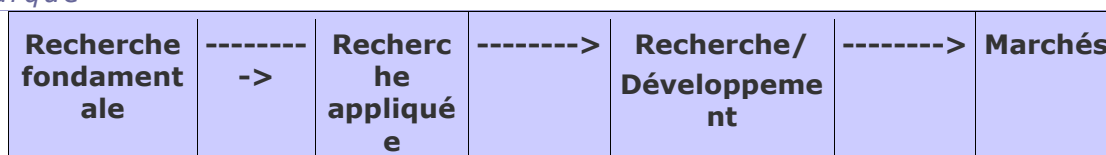
Deux modèles d'innovation ont été souvent décrits dans la littérature :

Le modèle linéaire simple

Cette vision linéaire est **la plus répandue**. Le processus d'innovation s'effectue en grandes étapes allant de la recherche à l'innovation.

La **recherche fondamentale** peut consister à effectuer des travaux expérimentaux ou théoriques entrepris principalement afin d'acquérir de nouvelles connaissances sur les fondements des phénomènes et des faits observables, sans envisager une application ou une utilisation particulière.

Remarque



- Une frontière floue

Il est difficile d'établir une distinction entre ces modes de recherche car de **nombreux projets se situent à la frontière entre les deux**. Beaucoup d'innovations majeures ont été développées dans une logique de recherche fondamentale, sans développement dans un cadre de recherche appliquée comme le laser par exemple.

Inversement, la R&D peut se faire en effectuant des travaux systématiques basés sur des connaissances existantes, obtenues par la recherche et/ou l'expérience pratique. Cette recherche permet de :

- lancer la fabrication de nouveaux matériaux, produits ou dispositifs ;
- établir de nouveaux procédés, systèmes et services ;
- améliorer considérablement ceux qui existent déjà.

On retrouve à nouveau des **frontières floues** entre la **recherche développement** tournée vers l'innovation et la **recherche appliquée** qui n'a pas toujours de finalités économiques.

C. Le modèle linéaire simple enrichi de l'innovation

Nous pouvons enrichir ce modèle en combinant de la créativité, un stock de connaissances que nous allons utiliser.



Nous vivons dans une nouvelle ère, placée sous le signe **des connaissances et de l'apprentissage qui se développent à un rythme accéléré**. La plupart des publications actuelles insistent sur ce phénomène, que ce soit aux niveaux européen (par ex, l'OCDE),

national ou régional, avec un intérêt croissant des pouvoirs publics pour la mise en place de **politiques sensées favoriser la création de connaissances** de manière soutenue.

1 -La créativité, l'étincelle de l'innovation

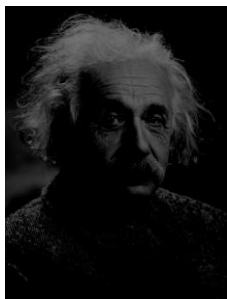


Image 14 Albert Einstein

L'invention renvoie à la **créativité**, nous verrons que nous pouvons parler **d'économie créative**. Comme le disait Albert Einstein, avec la créativité, c'est l'intelligence qui s'amuse. Nous verrons que les économistes s'intéressent à ce concept à travers les notions de **classe créative** ou de **ville créative**.

La créativité a d'abord historiquement été étudiée par la psychologie qui a abordé cette question à travers l'étude des génies créatifs comme Alan Turing ou John Nash, les trajectoires familiales d'individus créatifs (la famille Bach par exemple), rôle de transformation de ces acteurs sur la société de leur époque (comme Picasso ou en économie Bill Gates). De fait, **cette vision de la créativité reste trop centrée sur les génies créatifs pour expliquer la diversité de la créativité humaine**. Celle-ci n'appartient pas qu'à une élite créative et est beaucoup plus commune qu'on le croit dans notre société. Les neurobiologistes étudient cette créativité en analysant les zones du cerveau activées par l'acte créatif.



Image 15 Créativité

Ces travaux s'inscrivent dans les multiples voies de recherche induites par la recherche des différentes formes d'intelligence des êtres humains. La question soulève la question des environnements susceptibles de laisser s'épanouir ou d'inhiber la créativité. Se pose de fait la question de l'enseignement et de sa capacité ou non de favoriser la créativité. A partir de ce constat, des travaux se sont développés sur des méthodes de créativité. Dès les années 40, dans le milieu publicitaire Alex Osborn invente le **brainstorming** (émergence d'idées nouvelles sans contraintes en petits groupes).



Brainstorming

Aujourd'hui le **Design Thinking**, développé par Rolf Faste, utilise les techniques de visualisation pour développer la créativité. Si l'innovation est souvent associée aux firmes mais en insistant sur la créativité on retrouve l'individu comme l'avait déjà souligné Joseph Schumpeter. Pour celui-ci, le terme d'entrepreneur innovateur comprend l'ensemble des personnes innovantes dans la société.

Il y a un lien fort entre créativité et connaissances et deux visions de la créativité :

- Une vision qui considère la créativité comme un **processus autonome** et liée à des caractéristiques particulières des individus « créatifs » (personnalité, autonomie).
- Une vision plus combinatoire qui définit la créativité comme la possibilité de **combiner des idées** incompatibles ou de combiner **des disciplines** entre elles. C'est la vision d'Herbert Simon.

2 - Les connaissances, carburant de l'innovation

On cherche à se distinguer de l'économie de la recherche (trop restrictive) et de l'économie de l'innovation (étude des processus d'innovation). On est sur **l'analyse de la connaissance en tant que bien économique**. Le domaine d'analyse est le rôle des institutions qui vont permettre à la société de promouvoir et exploiter la connaissance de façon efficace.

On peut aussi parler de **l'économie de l'immatériel** qui englobe les technologies de l'information et de la communication (TIC) et les connaissances, mais ne s'y réduit pas. Il existe des recoupements entre ces différents domaines. S'inscrit dans le capital immatériel (ou **capitale intangible** au sens de l'économie de la connaissance) :

- le capital humain ;
- les dépenses R&D ;
- les logiciels.

On distingue **deux types de connaissances** :

- les connaissances **tacites** ;
- les connaissances **codifiées**.

Cette approche par les connaissances pousse les entreprises à développer des compétences leur permettant d'**apprendre plus facilement et plus rapidement** afin d'être capables de **répondre aux changements rapides et complexes** de leur environnement. Cet apprentissage peut être favorisé par le développement des TIC, qui sont des outils permettant aux entreprises de s'adapter plus rapidement aux changements.

Si la connaissance est aujourd'hui reconnue comme une **ressource stratégique**, source d'avantage comparatif, il n'en reste pas moins que la **création de connaissances reste un processus à explorer**.

L'apprentissage de nouvelles connaissances joue donc un rôle essentiel pour innover. On distingue ainsi :

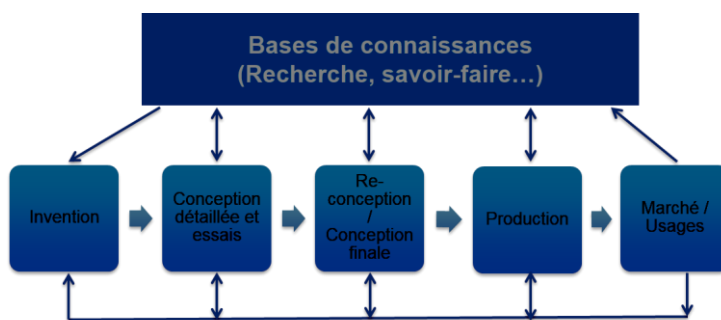
- **L'apprentissage par l'exploration** : l'entreprise recherche dans de nouveaux domaines. Ce type d'apprentissage peut permettre d'explorer de nouveaux domaines par expériences successives.
- **L'apprentissage par exploitation** : l'entreprise poursuit des trajectoires passées en cherchant à les améliorer. Cet apprentissage peut être routinier. Il est à la base d'une courbe d'apprentissage qui fait augmenter la productivité avec l'expérience.

3 - Les limites du modèle linéaire

- La division en phases est arbitraire, puisque le processus d'innovation est évolutif et continu. Le modèle est unidirectionnel et n'intègre pas les diverses et complexes interactions, feedbacks qui peuvent venir de chaque étape du processus. Le modèle paraît décrire de façon adéquate les innovations radicales, mais moins bien les innovations incrémentales qui sont plus fréquentes dans l'économie.
- C'est un modèle poussé par la technologie (« technology push »).

- Il oublie l'apprentissage par l'usage (learning by using) qui structure les retours d'expériences des utilisateurs ou l'importance des utilisateurs pilotes (Lead-users) qui participent à l'élaboration de nouveaux produits (Von Hippel 1976 ["The Dominant Role of Users in the Scientific Instrument Innovation Process"], 1998 [Economics of product development by users: The impact of "sticky" local information]).
- Un lead-user est un utilisateur "pilote" qui participe à l'amélioration initiale des produits. De nombreuses firmes ont structuré leurs communautés de lead-users pour favoriser le développement et le développement des produits innovants.
- C'est un modèle qui donne une origine fondamentale dans la science. Il oublie aussi que les innovations peuvent s'appuyer sur des bases de connaissances non scientifiques (savoirs pratiques, internet...) et sur les apprentissages et les coopérations des acteurs.
- Il n'intègre pas le fait que la science, pour évoluer, dépend de la technologie. Par exemple, l'astronomie moderne est due aux découvertes de Galilée et celles-ci n'auraient pu être vérifiées sans l'aide du télescope.

4 - Un modèle plus complexe inspiré de Kline et Rosenberg



Le modèle avec interactions, inspiré des travaux de Kline et Rosenberg (1986)

Dans ce type de modèle, les interactions jouent un rôle central :

- **au sein de la chaîne centrale de l'innovation**, l'existence des boucles de rétroaction courtes permet des retours d'expérience des processus aval vers les processus amont. Les retours d'expérience jouent un rôle central ainsi que le travail collectif ;
- **entre les étapes et des bases de connaissances** qui peuvent provenir d'origines multiples (la science, les savoir-faire, les savoirs accumulés sur le web, les réseaux sociaux, etc.).

L'innovation est donc **un processus d'intelligence collective** qui mobilise des bases de connaissances à la fois internes et externes à l'entreprise.

D. Activité d'évaluation

Exercice 1

La créativité, la connaissance et l'apprentissage des connaissances aboutissent toujours à l'innovation ?

Vrai

Faux

Exercice 2

Dans le modèle linéaire simple, un mécanisme d'apprentissage s'enchaîne tout au long du processus ?

Vrai

Faux

Exercice 3

Certains savoirs pratiques peuvent contribuer fortement à l'innovation sans qu'ils n'aient rien à voir avec la recherche ?

Vrai

Faux

Exercice 4

Les limites du modèle linéaire enrichi sont :

C'est un modèle "demand pull"

Ce modèle intègre toutes les interactions qui sont complexes et diversifiées

C'est un modèle "technology push"

Ce modèle ne tient pas compte des innovations incrémentales

Exercice 5

Dans le modèle linéaire simple, il est difficile d'établir une distinction entre la recherche fondamentale et la recherche appliquée :

Vrai

Faux

IV - Les mesures de l'innovation

A. Les dépenses de Recherche / Développement

B. Mesurer par les dépôts de brevets

C. Les approximations

D. Activité d'évaluation

Il est très difficile de mesurer l'innovation.

De très nombreuses enquêtes sur l'innovation sont produites, notamment en France par l'INSEE et en Europe par l'OCDE ou Eurostat. Il n'y a que **deux façons de mesurer l'innovation** :

- par les dépenses de R&D ;
- par les brevets.

L'OCDE propose ainsi un ouvrage nommé "*Mesurer l'innovation*"¹¹ recoupant toutes les méthodes disponibles de mesure de l'innovation.

¹¹<http://www.oecd.org/innovation/strategie/mesurer>

A. Les dépenses de Recherche / Développement

Une mesure des activités inventives

Pour arriver à une invention, les entreprises peuvent avoir recours à une activité de R&D.

L'avantage de cette méthode est que les **chiffres de dépenses en R&D sont facilement trouvables**.

Cette méthode consiste à mesurer les dépenses de R&D :

- elles sont **disponibles dans les statistiques**. De très nombreuses sources statistiques sont disponibles. Vous en trouverez ci-joint une analyse historique réalisée par Benoit Godin [Pour une sociologie de la statistique sur la science et l'innovation] ;
- **Il est possible d'effectuer des comparaisons** (industries, pays), même si les statistiques diffèrent. L'OCDE présente un panel important de statistiques sur l'innovation. Elles peuvent être différenciées par :
 - taille d'entreprise ;
 - secteur d'activités ;
 - zones géographiques.

Godin Benoît, Pour une sociologie de la statistique sur la science et l'innovation, CSIIC, 2004.

Attention

Les inventions n'aboutissent pas systématiquement à des innovations. De fait, **la R&D mesure principalement le coût de recherche d'inventions**.

Cette mesure oublie également de chiffrer certaines activités inventives. Ainsi, sont exclues des dépenses R&D les inventeurs indépendants et les innovations non issues de la R&D.

Or, des innovations majeures naissent hors des centres de recherche et développement. C'est le cas des *hasards* et des *découvertes fortuites* que l'on nomme **sérendipité**. Nous montrerons que certaines innovations sont liées aux services de marketing, d'où la question centrale des **complémentarités industrielles** dans l'entreprise qui expliquent les **compétences pour innover**.

Remarque

- Les innovations ne nécessitent pas toujours de coûts de Recherche Développement, notamment les innovations organisationnelles.
- Les innovations peuvent venir du secteur non marchand (Universités) ou du tiers secteur culturel ou associatif (**Innovation sociétale**).
- Des mesures différentes de l'innovation peuvent apparaître selon les secteurs. Par exemple, entre un secteur qui dépose des brevets et un secteur qui n'en dépose pas.

B. Mesurer par les dépôts de brevets

Avantages

- Les données sont publiques sur des longues séries.
- Les données sont très détaillées car nécessaires à la protection.
- Des données font le lien avec les inventions passées. On peut donc analyser les trajectoires d'invention.

- Des données publiques (INPI) et bases de données comme Questel en France permettent de mesurer le nombre de brevets déposés.
- Fort lien avec l'intensité de R&D puisqu'on mesure les inventions.
- Ces données peuvent être détaillées par :
 - grandes familles de brevets ;
 - localisation des déposants (entreprises) ;
 - inventeurs (personnes physiques).

Une entreprise peut donc avoir une localisation en tant que déposant en région parisienne, alors que l'inventeur est localisé en province. Si l'on s'intéresse à la géographie de l'innovation, ce dernier critère sera pertinent.

Inconvénients

- Toutes les inventions ne sont pas brevetées et de très nombreux secteurs échappent à la mesure, notamment des secteurs très innovants mais soumis au secret industriel (défense).
- De nombreux brevets ne sont jamais utilisés (concours Lépine...), c'est une mesure de l'invention. Ainsi, on ne mesure pas l'innovation.
- Des brevets peuvent servir à bloquer l'innovation. Il existe des stratégies particulières de brevetage ayant pour but de faire du *patent bombing*, c'est à dire de couvrir de brevets un domaine technologique pour limiter l'action des concurrents.
- La valeur des brevets peut être très variable, y compris dans le temps.

Fondamental : Les citations de brevets...

Un autre avantage du brevet est la notion de citation. Elle peut être utilisée pour mesurer l'innovation. Ces citations vont ainsi exprimer la visibilité et l'importance du brevet en question.

Plus un brevet est cité, plus sa valeur intrinsèque est forte.

Attention : ...une mesure encore imparfaite

- Toutes les inventions n'étant pas brevetées, les citations de brevets ne servent à évaluer l'innovation que dans les industries qui ont recours au brevet (pharmacie, automobile).
- Il n'existe pas de méthodes de comparaison. Des secteurs industriels vont beaucoup citer et d'autre moins. Ceci dépend souvent de l'intensité de la concurrence.
- Les brevets les plus anciens ont tendance à être les plus cités, ce qui n'indique rien sur leur valeur.

C. Les approximations

Exemple : Des mesures annexes pour approcher l'innovation

Des mesures statistiques permettent également d'approcher la capacité d'innovation d'un pays :

- **Le PIB** par habitant, indicateur de richesse d'un pays, et sa croissance qui indique son dynamisme. Toutefois, ces indicateurs liés au PIB ne permettent pas de qualifier la capacité d'innovation d'un pays, mais sa capacité à créer de la richesse. La Russie est N°2 en matière de croissance entre 2001 et 2007, alors que les Etats-Unis sont 27^{èmes}.
- **La croissance de la productivité du travail** donne une appréciation des modifications organisationnelles du travail qui peuvent venir, soit de législations sociales, soit d'innovations comme les robots.
- **La croissance du capital immatériel.** De nombreuses études montrent l'impact du

capital immatériel (comme les logiciels) sur la productivité du travail. La mesure du capital immatériel impacte donc la croissance donc l'innovation.

- **Les investissements en biens matériels et immatériels.** Les montants alloués aux biens immatériels (les logiciels, les bases de données, la R&D scientifique, les droits d'auteurs et droits de licence, les marques, le capital humain et organisationnels de l'entreprise, etc.) dépassent aujourd'hui les investissements dans le capital physique.
- **Le lancement de nouveaux produits** est un indicateur des innovations au sens large (au-delà de la R & D). Si l'on tient compte de l'innovation ouverte ou des liens science/industries, une entreprise peut innover sans recours à l'innovation interne.

Exemple : Les indicateurs de protection

On peut compléter ces indicateurs par des indicateurs de protection de ces innovations (marques par habitant). Les statistiques européennes montrent, dans certains secteurs, une préférence pour la protection des marques plutôt que des brevets.

- **Le panachage des modes d'innovation** au sein des entreprises (complémentarités des innovations technologiques, organisationnelles ou de commercialisation) est aussi un indicateur de l'innovation. Nous avons vu l'importance des usages dans certains secteurs industriels comme les communications. Les services, quant à eux, s'orientent davantage vers des innovations organisationnelles ou de marketing.
- **Les collaborations en matière d'innovation.** Comme nous l'avons vu, les collaborations jouent un rôle important en matière d'innovation. Nous pouvons mesurer les collaborations nationales et internationales en matière d'innovation.
- **Les publications scientifiques et les collaborations scientifiques** entre acteurs permettent aussi d'approcher l'innovation.
- **Les lieux de l'innovation et de la connaissance.** Toutes les données de l'innovation décrites précédemment permettent, de façon combinée, de décrire les multiples géographies de l'innovation (pays, régions, villes...).

Exemple

Des mesures plus indirectes permettent d'approcher le rôle des systèmes d'enseignement dans la constitution des compétences nécessaires à l'innovation. Nous ne les détaillerons pas ici et nous vous renvoyons à l'ouvrage de l'OCDE.

- Les compétences en sciences chez les enfants.
- Les degrés d'utilisation des ordinateurs.
- Le passage secondaire/supérieur.

D. Activité d'évaluation

Exercice 1

La mesure complète de l'innovation se fait par l'agrégation des dépenses en R&D ?

Vrai

Faux

Exercice 2

Toutes les inventions font-elles l'objet d'un brevet ?

Vrai

Faux

Exercice 3

La valeur d'un brevet peut s'approximer par :

Le nombre d'inventeurs

Le nombre de citations

Le nombre de revendications

Exercice 4

Quelles mesures indirectes de l'innovation sont correctes ?

Les effectifs de l'enseignement supérieur

Le taux de chômage des diplômés

L'offre et la demande d'employés très qualifiés

Les financements public de l'innovation

Exercice 5

Les brevets permettent d'approcher :

Les collaborations

Le coût de l'invention brevetée

Les dynamiques spatiales de l'invention

Les déposants

Glossaire

Callon, Michel

Michel Callon (né en 1945) est un sociologue et ingénieur français. Depuis 1967, il est professeur à Mines ParisTech et chercheur au Centre de Sociologie de l'Innovation (CSI) qu'il a dirigé de 1982 à 1994. Son domaine de recherche principal est les

science and technology studies. Pour plus de détails, voir l'article sur *wikipédia*¹².

¹²https://fr.wikipedia.org/wiki/Michel_Callon

Créativité

Voir l'article Créativité sur *Wikipédia*¹³.

¹³<https://fr.wikipedia.org/wiki/Cr%C3%A9ativit%C3%A9>

Edison, Thomas

Thomas Alva Edison, né le 11 février 1847 à Milan dans l'Ohio et mort le 18 octobre 1931 à West Orange dans le New Jersey, est un inventeur, un scientifique et un industriel américain. Fondateur de la General Electric, l'une des premières puissances industrielles mondiales, il est un inventeur prolifique (plus de 1 000 brevets) et controversé. Pionnier de l'électricité, diffuseur, vulgarisateur, il est également l'un des inventeurs du cinéma et de l'enregistrement du son. Il est parfois surnommé « le sorcier de Menlo Park », ville rebaptisée Edison en son honneur en 1954. Pour plus de détails, voir l'article sur *wikipédia*¹⁴.

¹⁴https://fr.wikipedia.org/wiki/Thomas_Edison

Foray, Dominique

Chaire en Economie et Management de l'Innovation (CEMI)
Collège du Management de la Technologie (CDM)
Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL)
Accès au blog de D. Foray

Jobs, Steve

Steven Paul Jobs, dit Steve Jobs, (San Francisco, 24 février 1955 - Palo Alto, 5 octobre 2011) est un entrepreneur et inventeur américain, souvent qualifié de visionnaire, et une figure majeure de l'électronique grand public, notamment pionnier de l'avènement de l'ordinateur personnel, du baladeur numérique, du smartphone et de la tablette tactile. Cofondateur, directeur général et président du conseil d'administration d'Apple Inc, il dirige aussi les studios Pixar et devient membre du conseil d'administration de Disney lors du rachat en 2006 de Pixar par Disney. Pour plus de détails, voir l'article sur *wikipédia*¹⁵.

¹⁵https://fr.wikipedia.org/wiki/Steve_Jobs

Musk, Elon

Elon Musk, né le 28 juin 1971 à Pretoria (Afrique du Sud), est un chef d'entreprise et ingénieur d'origine sud-africaine installé aux États-Unis fondateur et dirigeant de la société SpaceX (construction de lanceur et de vaisseaux spatiaux) et dirigeant de la société Tesla Motors (construction de voitures électriques). Après des études en physique et en économie au Canada et aux États-Unis, Musk crée et acquiert plusieurs sociétés œuvrant dans l'internet à la fin des années 1990 et au début des années 2000 et devient multimillionnaire en profitant de la Bulle Internet.

Pour plus de détails, voir l'article sur wikipédia.

Nash, Jonh

John Forbes Nash, Jr. est un mathématicien et économiste américain né le 13 juin 1928 et mort dans un accident de voiture avec son épouse, une physicienne du MIT, le 23 mai 2015. Il a travaillé sur la théorie des jeux, la géométrie différentielle, et les équations aux dérivées partielles. Il a partagé le prix de la Banque de Suède en sciences économiques en 1994 avec Reinhard Selten et John Harsanyi pour leurs travaux sur la théorie des jeux et le prix Abel en 2015 avec Louis Nirenberg.

Pour plus de détails, voir l'article sur wikipédia.

Osborn, Alex

Alex Faickney Osborn (24 mai 1888 – 4 mai 1966) est un publicitaire américain, fondateur en 1919, avec Bruce Fairchild Barton et Roy Sarles Durstine, de l'agence de publicité américaine BDO qui, en fusionnant avec la George Batten Company, devient BBDO en 1928. À la faveur de cette fusion, il assume la vice-présidence exécutive de BBDO jusqu'à sa retraite en 1960.

Pour plus de détails, voir l'article sur wikipédia.

Simon, Herbert

Herbert Alexander Simon (né le 15 juin 1916 à Milwaukee, Wisconsin, mort le 9 février 2001 à Pittsburgh, Pennsylvanie) était un économiste et sociologue américain ayant reçu le « prix Nobel » d'économie en 1978.

Pour plus de détails, voir l'article sur wikipédia.

Turing, Alan

Alan Mathison Turing (23 juin 1912 - 7 juin 1954), est un mathématicien, cryptologue et informaticien britannique, auteur, en 1936, d'un article de logique mathématique devenu plus tard un des fondements scientifiques de l'informatique.

Pour plus de détails, voir l'article sur wikipédia.

Bibliographie

["**The Dominant Role of Users in the Scientific Instrument Innovation Process**"] VON HIPPEL, E., 1976, "*The Dominant Role of Users in the Scientific Instrument Innovation Process*", *Research Policy*, n°5, p. 212-239

[**Capitalisme, socialisme et Démocratie**] SCHUMPETER (J), *Capitalism, Socialism and Democracy*, New York, 1942. Traduction française, *Capitalisme, socialisme et Démocratie*, Paris, Payot 1951.

[Economics of product development by users: The impact of "sticky" local information] VON HIPPEL ERIC. *Economics of product development by users: The impact of "sticky" local information*. *Management Sci* (1998) 44(5):629–644 Abstract

[Éléments pour une sociologie de la traduction. La domestication des coquilles Saint-Jacques et des marins-pêcheurs dans la baie de Saint- Brieuc] CALLON, MICHEL (1986), « *Éléments pour une sociologie de la traduction. La domestication des coquilles Saint-Jacques et des marins-pêcheurs dans la baie de Saint-Brieuc* », *L'année sociologique* , 36, p. 169-208.

[L'économie de la connaissance] FORAY DOMINIQUE, *L'économie de la connaissance*, Paris, La Découverte « Repères », 2000, Lien [CAIRN](#)

[Les formes de la médiation technique] MADELEINE AKRICH. *Les formes de la médiation technique*. Réseaux, Lavoisier, 1993, pp.87-98.

[Management de l'innovation] SEVERINE LE LOARNE ET SYLVIE BLANCO (2ème édition 2012), « *Management de l'innovation* », Pearson.

[Pour une sociologie de la statistique sur la science et l'innovation] GODIN BENOIT, *Pour une sociologie de la statistique sur la science et l'innovation*, CSIIIC, 2004.

[Quoi de neuf, du rôle des techniques dans l'histoire globale] DAVID EDGERTON (2013), « *Quoi de neuf, du rôle des techniques dans l'histoire globale* », Le Seuil.

[Sciences techniques et société] CHRISTOPHE BONNEUIL ET PIERRE BENOIT JOLY (2013) « *Sciences techniques et société* », La découverte, Collection Repères.

[Théorie de l'évolution économique] SCHUMPETER (J), *Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung*, Leipzig, 1912. Traduction française, *Théorie de l'évolution économique*, Paris, Dalloz, 1935.