

Olivier Ricou

# Les coulisses de l'Internet

Version 2.3 $\alpha$  du 17 mai 2018



# Table des matières

<b>5 Le commerce électronique</b>	<b>5</b>
5.1 La vente en ligne – B2C . . . . .	5
5.1.1 Les types de produits . . . . .	8
5.1.2 La vente des produits immatériels . . . . .	9
5.1.3 Les imprimantes 3D . . . . .	14
5.2 Le commerce inter-entreprises – B2B . . . . .	20
5.2.1 La bourse en ligne . . . . .	22
5.2.2 Un gros grossiste, Alibaba . . . . .	23
5.3 Payer sur Internet . . . . .	25
5.3.1 La théorie . . . . .	26
5.3.2 Les micro-paiements . . . . .	28
5.3.3 PayPal . . . . .	34
5.3.4 Les macro-paiements . . . . .	37
5.4 Les monnaies électroniques . . . . .	38
5.4.1 Les monnaies complémentaires . . . . .	38
5.4.2 Les Bitcoins . . . . .	42



## Chapitre 5

# Le commerce électronique

A priori le commerce électronique n'a rien de vraiment révolutionnaire. Finalement il ne s'agit que de vente à distance comme le fait la Redoute depuis 1837 ou comme l'a fait le Minitel dans les années 80. La principale différence est la taille du marché qui est devenu mondial, ce qui génère des problèmes de livraison et de paiement mais procure de réels avantages économiques.

Tous les modes de commerce semblent exister aujourd'hui sur Internet. Le commerce des entreprises à destination des particuliers (B2C pour *Business to Consumers*) est le plus visible, mais le commerce inter entreprise (B2B) est nettement plus important en chiffre d'affaire et la vente entre particuliers profite aussi largement d'Internet via des sites comme eBay ou Le bon coin.

Surtout Internet est le lieu idéal pour le commerce des biens immatériels. La musique, le cinéma, les jeux vidéo, la presse, les logiciels, les services peuvent se développer sans limites avec cet outil. C'est là qu'Internet a fondamentalement changé les choses. Bien sûr le risque de piratage existe mais il a surtout touché les modèles qui n'ont pas su s'adapter ou qu'Internet a rendu désuets. L'arrivée des imprimantes 3D et des plans des objets disponibles sur le réseau va amplifier ce changement de paradigme économique.

Enfin pas de commerce sans argent, ou plus précisément sans outil de paiement. Là aussi une innovation bouleverse le paysage : le bitcoin. Cette monnaie alternative sans contrôle étatique connaît un succès grandissant ce qui n'est pas sans poser problème aux États.

### 5.1 La vente en ligne – B2C



La vente en ligne à destination du grand public a dépassé les 2 billions<sup>1</sup> de dollars en 2016, cf figure 5.1. À titre de comparaison les exportations de marchandises des

---

<sup>1</sup> Attention, un billion est  $10^{12}$  en français alors qu'il vaut  $10^9$  en anglais, soit notre milliard. En anglais  $10^{12}$  se dit trillion (mais attention trillion est  $10^{18}$  en français...). Il est parfois plus simple de parler en mega, giga, tera, peta... ce qui donne des M\$, G\$, T\$ et P\$. Ainsi le B2C en ligne pèse 2 T\$.

membres de l'OMC (quasiment le monde entier) représentent 16,2 billions de dollars en 2015<sup>2</sup> (les exportations des services étant à 4,7 billions de dollars).

La répartition de ce commerce en ligne est grossièrement 25% en Europe, 25% aux États-Unis, 40% en Asie, le reste du monde prenant les 10% restant. Ces chiffres reflètent le pouvoir d'achat des différentes zones et leur taux de pénétration d'Internet.

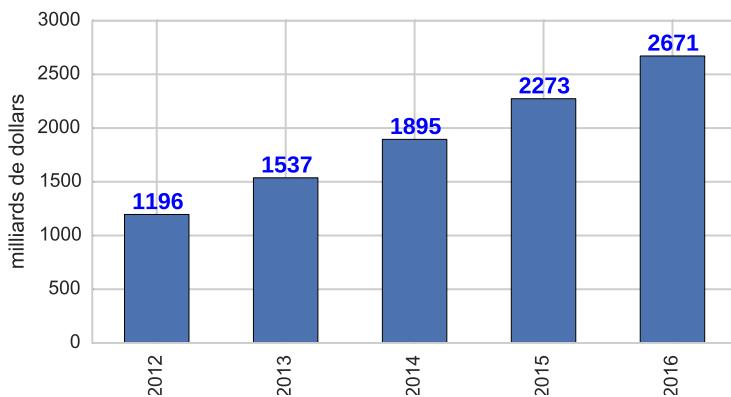


FIG. 5.1 : Chiffres mondiaux du e-commerce (B2C)  
source : Fondation Ecommerce 2015

Ranking Europe in turnover (in millions of USD)		
1	United Kingdom	\$174,357
2	France	\$72,007
3	Germany	\$66,237
4	Russia	\$22,785
5	Spain	\$20,137
6	Italy	\$18,430

Suivant les pays, le commerce en ligne est plus ou moins présent. Il représente environ 8% du commerce de détail aux États-Unis et en Europe (avec des variations fortes suivant les pays en Europe).

Le commerce en ligne reste donc encore faible comparé au commerce physique mais sa croissance à deux chiffres<sup>3</sup> et son niveau actuel en font déjà un acteur majeur que plus grand monde ne peut ignorer.

Il faut d'ailleur noter qu'une présence sur Internet ne sert pas qu'à y enregistrer des ventes. Être sur Internet permet surtout de se présenter et de promouvoir ses produits. C'est d'autant plus important que les consommateurs s'informent sur Internet que le produit soit acheté en ligne ou dans un magasin.

<sup>2</sup> cf [https://www.wto.org/french/res\\_f/statis\\_f/wts2016\\_f/wts2016\\_f.pdf](https://www.wto.org/french/res_f/statis_f/wts2016_f/wts2016_f.pdf)

<sup>3</sup> 19% en 2012 en Europe, European B2C Ecommerce report 2103, [www.ecommerce-europe.eu](http://www.ecommerce-europe.eu)

**Estimated Quarterly U.S. Retail E-commerce Sales as a Percent of Total Quarterly Retail Sales:  
1<sup>st</sup> Quarter 2006 – 3<sup>rd</sup> Quarter 2016**

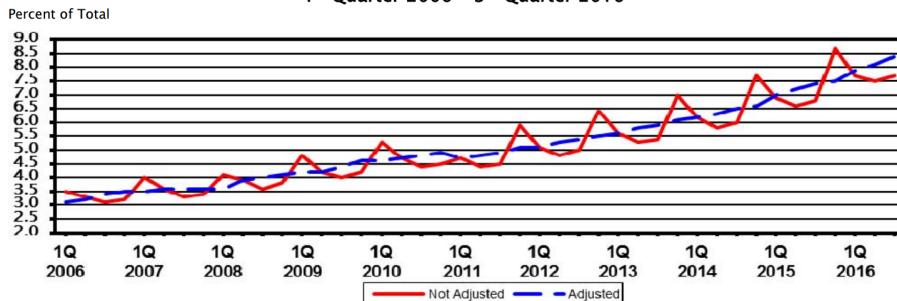


FIG. 5.2 : part du commerce en ligne dans la vente au détail aux états-unis

source : u.s. census bureau

Enfin notons que parmi les sites marchands français cru 2015, 0,6 % récupèrent 61 % du marché et 5 % les 3/4 du marché. Le principal vendeur est toujours Amazon qui totalise plus de 18 000 visiteurs différents par mois contre 11 000 pour le second, à savoir CDiscount.

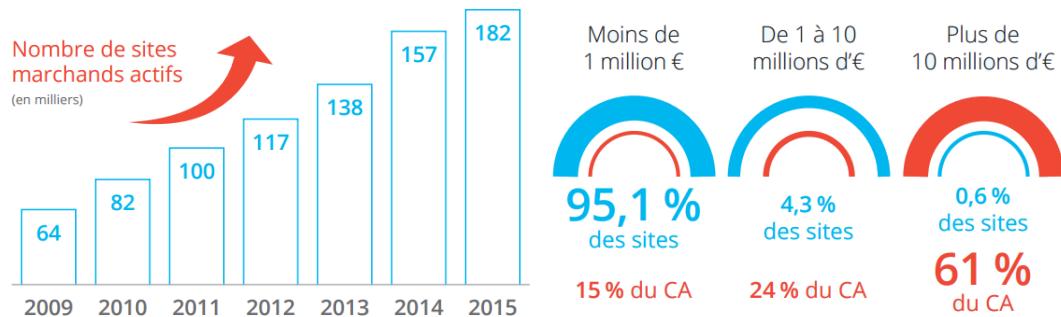


FIG. 5.3 : Nombre de sites marchands actifs et répartition du CA en France

source : Fevad iCE - Chiffres 2016

### Attention aux chiffres

Le British Retail Consortium annonce sur son site web que le commerce de détail UK a vendu pour 373 milliards d'euros en 2012 dont 35 milliards en ligne alors que l'étude de la Fevad<sup>a</sup> indiquait un chiffre de 96 milliards d'euros pour ce même pays la même année ce qui fait presque un facteur 3 !

En France l'INSEE indique dans son rapport sur *La situation du commerce en 2015* que les ventes hors magasin (donc en ligne mais aussi par correspondance) représentent 5,3 % des ventes au détail alors que la Fevad annonce dans son rapport 2016 que les ventes en ligne pèsent 7 % soit un tiers de plus.

Au niveau mondial, en regardant les rapports successifs du site Ecommerce Europe<sup>b</sup>, on découvre que le B2C en Amérique latine passe de 50 G\$ en 2013 à 37 G\$ en 2014 et 33 G\$ en 2015 alors que chaque rapport indique une progression de plus de 15 % par an.

<sup>a</sup> Fédération du e-commerce et de la vente à distance, Chiffres clefs 2013, site web : [www.fedav.com](http://www.fedav.com)

<sup>b</sup> La fondation Ecommerce est leur structure de recherche, c'est elle maintenant qui publie les rapports sur son propre site

#### 5.1.1 Les types de produits

Sans surprise on constate, figure 5.4, que les internautes achètent sur Internet le plus souvent des produits immatériels :

- 59% des internautes français ont acheté des billets de voyage/tourisme en 2012,
- 52% ont acheté des services (billeterie, photo, abonnement...),
- 51% ont acheté des produits culturels.

Pour ces derniers, les produits culturels, la vente en ligne représente 21% de la vente physique.

Au niveau européen, 110 milliards d'euros<sup>4</sup> ont été dépensés en ligne en 2012 pour l'achat de billet de voyage et de tourisme ce qui représente plus du tiers des dépenses en ligne<sup>5</sup>.

À l'opposé l'alimentation reste encore essentiellement un achat physique puisque l'achat en ligne de nourriture ne représente que 3% de part de marché.

<sup>4</sup> chiffres 2012, European B2C Ecommerce report 2103, [www.ecommerce-europe.eu](http://www.ecommerce-europe.eu)

<sup>5</sup> à titre de comparaison Amazon a eu un chiffre d'affaire mondial de 60 milliards cette année là.

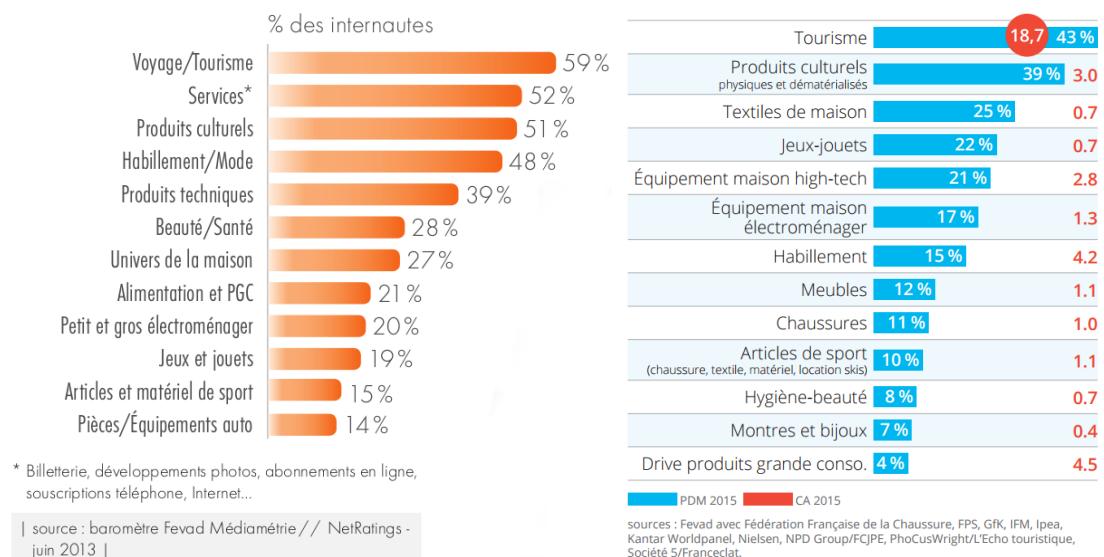


FIG. 5.4 : Type d'achats effectués en ligne en France en 2012 et parts de marché en 2015

source : FEDAV - Chiffres clefs 2013 et 2016

On sent bien qu'Internet se différentie de la vente par correspondance usuelle surtout pour les produits immatériels qui peuvent être (et sont) livrés par Internet. Pour les autres produits, certes la facilité de comparer différents sites et la facilité d'usage ont leur importance, certes plus grand monde ne veut utiliser des catalogues papiers et leurs formulaires pour acheter par correspondance, mais la vente en ligne n'est que la suite naturelle de la vente par correspondance, sans rupture technologique.

Aussi regardons ce qui est véritablement innovant.

### 5.1.2 La vente des produits immatériels

#### Voyages

À tout seigneur tout honneur, commençons par le monde du voyage. Si aujourd'hui il s'agit du plus gros de la vente par Internet, plus du quart avec 533 milliards de dollars en 2015<sup>6</sup>. Ce poids s'explique par le coût des voyages, la forte concurrence du marché, la jungle des prix dans le domaine, une infrastructure de comparaison et d'achat mûre et bien sûr, le fait qu'un billet soit un produit immatériel.

Il est intéressant de voir comment les consommateurs ont tiré avantage de l'offre en ligne dans un premier temps, grâce aux comparaisons, et comment les sites marchants ont retourné la situation à leur avantage. Pour cela ils utilisent le *yield management* qui fait varier le prix des places afin d'optimiser le remplissage. L'idée principale transmise aux clients est que plus on achète tôt son

<sup>6</sup> cf <https://www.statista.com/topics/2704/online-travel-market/>

billet, et moins c'est cher<sup>7</sup>. Aujourd'hui un client sait que chacun ou presque paie un prix différent pour un même trajet dans les mêmes conditions. Maintenant que le stress est bien implanté, l'étape deux consiste à augmenter les prix au fur et à mesure de la recherche d'une personne avec l'idée que plus elle cherche, plus elle est déterminée à acheter un billet et donc plus on peut la faire payer. Cela est rendu possible car il est relativement simple de reconnaître une machine sur Internet. Bref, tout votre travail de recherche du prix le plus faible est contré par le marketing qui désire justement l'inverse<sup>8</sup>.

Cette guéguerre est à l'origine du site web, **Flystein**, qui propose pour une petite somme, de chercher à votre place le prix le moins cher avec des personnes qui savent contrer les pièges des compagnies.

## La musique

L'histoire de la musique sur Internet a été marquée par le piratage.



La musique ayant été numérisée dans les années 80 avec les CD, elle était parfaitement adaptée à sa diffusion sur Internet. Le hic est que les maisons de disque ont longtemps cru qu'elles pourraient en interdire la diffusion sur Internet pour préserver un modèle qui les arrangeait. Le résultat est qu'il a fallu attendre plus de 10 ans après la création du Web pour voir une offre légale de téléchargement de musique sur Internet. Durant ce temps, les politiques, bras armé des *majors*, ont fait la guerre au piratage, mais sans succès. Aujourd'hui, avec des offres comme Spotify, on note un changement dans les comportements (cf figure 5.5).

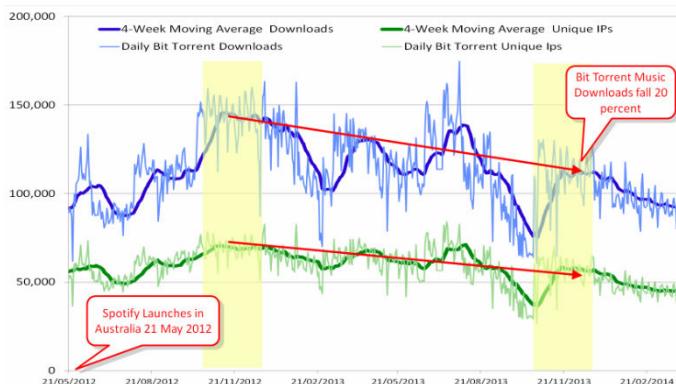


FIG. 5.5 : Évolution de l'usage de Pirate Bay en Australie après l'arrivée de Spotify  
source : Spotify 2014

Ainsi Internet a remis en cause un modèle économique qui n'avait plus de raison d'être. Puisque la musique peut être diffusée pour un coût quasiment nul, pourquoi imprimer des CD, les déposer dans des magasins pour que finalement le client les dématérialise afin de mettre sur leur baladeur et sur leur ordinateur ? Ne serait-il pas préférable d'éliminer tous les intermédiaires inutiles, de réduire ainsi le prix de la musique tout en augmentant la rémunération des artistes ? Aujourd'hui la situation a évolué et l'offre légale sur Internet existe, mais les intermédiaires sont restés et parasitent allègrement les musiciens qui ont perdu l'opportunité de toucher directement leur

<sup>7</sup> m.a.j. sur <http://www.ricou.eu.org/e-politique.html>  
en pratique c'est nettement plus compliqué ainsi une personne qui achète au dernier moment, peut très bien payer très cher (pas le choix) ou vraiment pas cher (promotion).

<sup>8</sup> une étude a constaté que le prix des billets est aussi plus cher aux heures de pointes, à midi et en début de soirée...



FIG. 5.6 : Combien gagne un musicien sur Internet ?

La surface du disque indique le nombre de diffusions nécessaire pour gagner le SMIC

source : <http://www.informationisbeautiful.net/2010/how-much-do-music-artists-earn-online/>

public.

L'analyse faite en 2010 figure 5.6, montre qu'un artiste qui s'autoproduit a besoin de vendre directement 143 CD à 10 \$ par mois pour avoir le SMIC<sup>9</sup>, en passant par CD Baby il lui faut en vendre 155 (les 8 en plus étant pour CD Baby). S'il est un artiste connu qui peut négocier fermement avec sa maison de disque, alors il lui faut vendre chez les disquaires 1 161 disque (les 1 018 CD en plus étant pour les intermédiaires), s'il est moins connu cela sera 3 871 disques par mois qu'il devra vendre, toujours pour toucher le SMIC.

En vendant à la chanson via iTune ou Amazon (1 \$ la chanson), il doit vendre 12 399 chansons par mois (soit 1430 \$ pour lui, 10 969 \$ pour iTune ou Amazon). Et avec l'écoute en ligne, les revenus de l'artiste s'effondrent puisque ses chansons doivent être écoutées des millions de fois par mois toujours pour gagner le SMIC. Avec Spotify il faut plus de 4 millions d'écoutes soit plus de 13 000 auditeurs qui écoutent toutes les chansons<sup>10</sup> de l'album tous les jours.

<sup>9</sup> un SMIC à 1430 \$ soit 1058 euros fin 2013

<sup>10</sup> 10 chansons par album pour simplifier

La licence globale votée par l'assemblée avant que le gouvernement Fillon l'annule, proposait pour un abonnement mensuel de 5 euros d'avoir accès à l'ensemble de la musique. Si on considère qu'un abonné écoute 100 CD par mois, cela veut dire que l'écoute d'une chanson vaut 0,5 centimes. Pour toucher les 1430 \$ mensuel qui nous servent de référence, il faut donc que le public écoute environ 250 000 chansons de l'artiste soit 16 fois moins que ce que demande Spotify (sachant que pour un service équivalent, Spotify demande à ses clients 10 euros par mois et non 5).

Si on raisonne dans l'autre sens, avec 24 millions d'abonné haut débit en France, les revenus de la licence globale serait de 120 millions d'euros par mois. De quoi nourrir plus de 100 000 artistes au SMIC. À titre de comparaison il y avait 32 000 musiciens déclarés sous le statut d'intermittent du spectacle en France en 2004 (contre 7 000 en 1987). Mais l'énorme majorité sont au chômage et parmi eux 16 % sont au RMI<sup>11</sup>. Toujours à titre de comparaison, en 2012 Johnny Hallyday a gagné 630 000 euros mois<sup>12</sup>, plus de deux fois plus que le numéro 2. Mais ce revenu, 0,5% des revenus de la licence globale, est essentiellement lié au concerts et non aux ventes de disques, considérées comme marginales.

Au niveau global, la musique en ligne a généré un chiffre d'affaire de 5,6 milliards de dollars en 2012, en croissance de 9 % par rapport à 2011<sup>13</sup>.

## Le cinéma

Autre domaine culturel, le cinéma est de plus en plus présent sur Internet. Les films avaient déjà plusieurs vies, au cinéma, à la télévision, en DVD, à la location, les voici maintenant en vidéo à la demande. Comme pour la musique, l'offre Internet de film, la vidéo à la demande (VAD ou *VOD in english*), a mis du temps pour apparaître laissant le champs libre au piratage pendant une bonne décennie. Aujourd'hui l'offre existe mais elle n'est pas encore satisfaisante.

Ainsi la VAD en France offre un catalogue nettement plus limité que celui des DVD<sup>14</sup> essentiellement en raison des accords de diffusions qui font que 72% des vidéos ne sont disponibles que sur une seule plateforme de VAD en France en 2012 (88% pour les programmes audiovisuels, production TV, et 37 % pour les films). Tant que le choix ne sera pas plus conséquent, la VAD aura du mal à se démarquer de la rediffusion à la carte des chaînes de télévision. Un simple regard sur [TV-replay](#) permet de constater l'importance de la rediffusion excepté pour les films (le replay pour les abonnés de Canal+ devant être plus riche). Même si les films sont le type de vidéos demandé en VAD, cette offre de la rediffusion prend du temps libre et donc en laisse moins à la VAD. De plus elle est gratuite. Enfin notons que la VAD s'appuie essentiellement sur des technologies propriétaires inaccessibles aux utilisateurs de Linux ou autres systèmes libres, voire aux tablettes.

---

<sup>11</sup> Etude du ministère de la Culture, note "Activité, emploi et travail" 2007-2, cf <http://www.culture.gouv.fr/deps>

<sup>12</sup> <http://www.linternaute.com/musique/business/johnny-hallyday-son-salaire-a-presque-triple-0113.shtml>

<sup>13</sup> source : Digital Music Report 2013 de l'IFPI, International Federation of the Phonographic Industry. Ce rapport n'indique pas la part reversée aux artistes.

<sup>14</sup> 7000 vidéos annoncées fin 2013 chez Orange, premier en nombre de clients, contre 500 000 DVD sur Amazon.fr

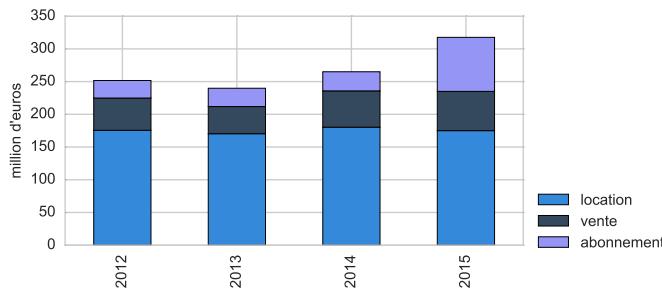


FIG. 5.7 : Chiffre d'affaire de la vidéo et de la VAD en France

source : CNC – open data 2016

Quoi qu'il en soit, le chiffre de la vidéo à la demande progresse pour atteindre les 317 millions d'euros en France en 2015. Au niveau européen la VAD a généré 2,5 milliard d'euros en 2014 ce qui reste une goutte d'eau comparé au chiffre d'affaire du voyage en ligne.

Aux États-Unis le marché de la vidéo/télévision a été profondément modifié avec l'arrivée de Netflix en 2008. Fort d'un catalogue de 10 000 films et de 3 500 séries télé, Netflix a rapidement grossi pour atteindre 27 millions de clients fin 2012 et un taux d'occupation de la bande passante de l'Internet US de 33% en soirée. Son arrivée en Europe en 2012 au Royaumes Unis et 2014 en France peut être considéré comme un succès puisque son nombre d'abonnés en Europe est passé de 6 millions fin 2014 à 14,5 millions fin 2015 soit un tiers de son marché US.

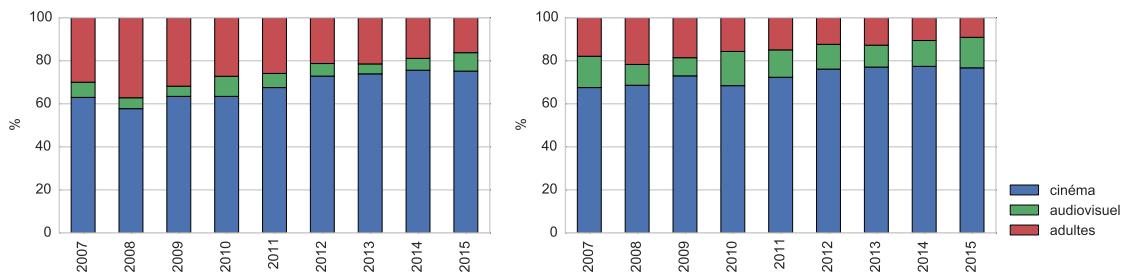


FIG. 5.8 : VAD par genres en France (CA et nombre de ventes)

source : CNC – open data 2016

En observant le genre de vidéo regardé, on constate que les films se taillent la part du lion mais que les programmes pour adulte génèrent un chiffre d'affaire important, nettement plus élevé que la part des ventes, cf figure 5.8. Ce chiffre est intéressant car depuis l'arrivée du Web on sait que la pornographie a longtemps été l'activité économique numéro un de l'Internet mais sans que l'on sache exactement son poids. Il est logique qu'avec l'arrivée d'autres secteurs économiques cette part baisse, part qui reste néanmoins entre très significative d'autant qu'il ne s'agit que du porno acheté.

## Les sites de rencontre

Passer du porno aux sites de rencontre a sa logique même si elle n'est pas des plus poétique.

Dans le domaine des services, les sites de rencontre sont un des services à diffusion du grand public les plus importants. Avec 18 millions de célibataires en France et un tiers d'inscrits<sup>15</sup> à un site de rencontre, on peut parler d'un phénomène de masse qui dépasse largement les agences matrimoniales d'autrefois. Aussi les sites pullulent, 2000 en France en 2012 avec des généralistes et des spécialistes dans tous les genres : politique, niveau social, religion, origine, sérieux ou pas. Dans ce dernier domaine certains sites affichent clairement leur côté sexuel, il ne s'agit plus de trouver l'âme sœur mais le bon coup<sup>16</sup>.



Bien sûr cela ne concerne pas que la France, au niveau mondial 10% des internautes ont fréquentés un site de rencontre en mai 2012<sup>17</sup>. Cette activité a généré aux États-Unis un chiffre d'affaire de plus d'un milliard de dollars<sup>18</sup>. L'Allemagne comme le Royaume-Uni a généré 250 M€ chacun en 2012 pour un total européen de l'ordre du milliard d'euros. Il s'agit donc de revenus similaires à ceux de la vente de vidéo en ligne.

Enfin il est intéressant de regarder le *business model* de ces sites. D'un point de vue informatique les coûts sont relativement bas, y compris le développement du site. Mais l'affaire se complique pour obtenir l'audience nécessaire au bon fonctionnement du site. Dans ce domaine Meetic a su en son temps faire une campagne publicitaire lourde qui lui permet aujourd'hui de s'afficher un numéro 1 en France avec un chiffre d'affaire de 165 M€ et 12 M€ de bénéfice en 2012.

Avec les sites spécialisés, certains informaticiens gèrent seuls des sites au CA de quelques centaines de milliers d'euros annuel, largement de quoi vivre.

Pour d'autres la solution du gratuit (payé par la publicité) est tentante mais force est de constater que là aussi la voie est difficile. La concurrence est rude et surtout les sites payants sont actuellement assez gros pour pouvoir tuer ces trublions. Ainsi OkCupid, site gratuit ayant un réel succès outre Atlantique, a été acheté pour 50 M\$ en 2011 par Match, un des plus gros sites payant<sup>19</sup>.

Quoi qu'il en soit, il semble que le marché continue de grossir alors que le but de ces sites est justement de diminuer le nombre de célibataires. En fait il semble que ces sites génèrent un désir de nouvelles rencontres, qu'elles soient libertines ou sérieuses, en donnant un sentiment de facilité. Dans le cas des relations sérieuses, certains avancent que les sites de rencontre ont leur part de responsabilité dans la rupture des couples.

### 5.1.3 Les imprimantes 3D

On peut se demander ce que fait une section sur les imprimantes 3D dans ce chapitre sur le commerce électronique. On peut certes les acheter en ligne mais la raison fondamentale de leur présence ici est qu'elles vont changer nos façons de consommer et qu'elles ne sont vraiment utiles

<sup>15</sup> source l'Entreprise du 13/02/2012. Un quart des français ont été inscrit d'après un sondage de l'IFOP en janvier 2012.

<sup>16</sup> 4,6% des parisiens en couple sont inscrits sur Gleeden, site de rencontres adulterines, d'après l'Atlas mondial des sexualités. C-data (casual dating) est présent dans 35 pays et a 20 millions d'abonnés en 2012.

<sup>17</sup> 9,3% pour être exact selon Comscore.

<sup>18</sup> source <http://www.statisticbrain.com/online-dating-statistics/>

<sup>19</sup> en 2016, OkCupid est toujours gratuit.

qu'avec Internet. Elles sont l'équivalent des enceintes branchées à l'ordinateur, un périphérique qui a permis la musique en ligne, la vidéo à la demande, YouTube... et inversement un périphérique nettement moins intéressant sans Internet. De la même façon les imprimantes 3D peuvent certes fonctionner sans Internet, mais leur utilité réelle vient des plans et des logiciels qui sont distribués sur Internet.

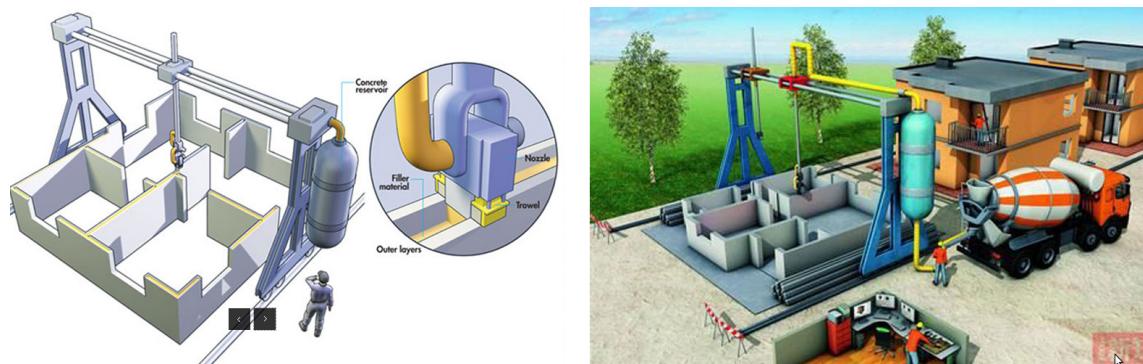


FIG. 5.9 : Impression de maison par Contour Crafting

source : <http://www.contourcrafting.org/>

Les imprimantes 3D datent des années 80, il ne s'agit donc pas d'une nouveauté. Les entreprises les utilisent essentiellement pour faire des prototypes et de maquettes. Et pourtant on présente aujourd'hui ces imprimantes comme une révolution. Ainsi le président Barrack Obama a dit lors de son discours sur l'état de l'Union de 2013

*A once-shuttered warehouse is now a state-of-the art lab where new workers are mastering the 3-D printing that has the potential to revolutionize the way we make almost everything.*

*Un dépôt autrefois fermé est maintenant un laboratoire de pointe où de nouveaux travailleurs maîtrisent l'impression 3D qui a le potentiel de révolutionner la façon de fabriquer presque tout.*

Bien sûr en 30 ans les imprimantes se sont améliorées, mais la révolution principale n'est pas à ce niveau, même s'il ne faut pas sous-estimer ces évolutions (lorsque ces imprimantes *imprimeront* une maison en 24 heures à partir de plans numériques, le monde aura changé).

La principale révolution est la numérisation de notre monde et la capacité de partage des objets numériques qu'offre Internet. Avec un logiciel libre comme Blender il est relativement simple de créer les plans 3D d'objets. Il est encore plus simple de prendre sur Internet les plans d'un objet existant et de les adapter. Aussi l'envie d'avoir des imprimantes à un coût accessible est naturellement née dans les milieux dit *geek* pour boucler la boucle et appliquer au monde réel la recette des logiciels libres. Ainsi les hommes pourront créer, partager et imprimer leurs plans d'objets dont ils auront besoin.

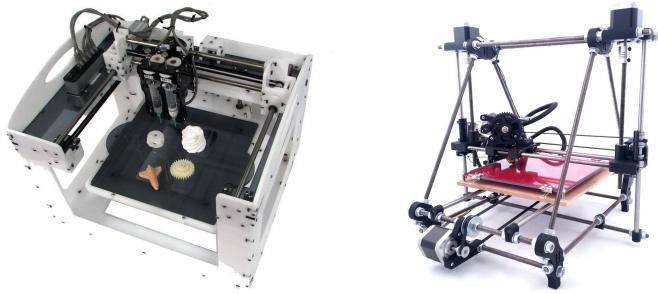


FIG. 5.10 : La Fab@Home 2 et la RepRap Prusa Mendel

On peut deviner le mouvement idéologique derrière cette révolution apparemment technique. Pour les concepteurs de ces imprimantes populaires<sup>20</sup> comme la Fab@Home ou la RepRap, il s'agit de se libérer de la mécanique lourde des entreprises et de lancer une nouvelle forme de production où le partage sera maître. La lutte contre le gâchis qui veut qu'on jette les objets plutôt que de les réparer, la lutte contre la délocalisation des centres de productions et contre la surproduction sont aussi des idées associées à ce mouvement.

Il est intéressant de constater que la sauce a prise. Même si les objets de ces premières imprimantes de *geek* étaient de qualité médiocre par rapport à des produits industriels, ces imprimantes abordables ont eu un véritable succès à la façon des premiers ordinateurs grand public (ZX81, Commodore 64...). Ce succès a ouvert la voie et rendu crédible l'idée que l'on aura tous accès à une imprimante 3D comme c'est le cas pour les imprimantes 2D. De là on se prend à imaginer les multiples applications possibles ce qui rend le marché encore plus crédible d'où des progrès en nette accélération avec de plus en plus de types de matériaux et le cercle vertueux est en marche.

En 2012 le marché des imprimantes 3D a pesé 2,2 milliards de dollars et a progressé de 30% par rapport à 2011.

### Légalité des reproductions

Ce que certains voient comme une avancée fait craindre à d'autres une perte économique sévère. Il serait naturel en effet qu'un changement de paradigme aussi important bouleverse les positions actuelles et donc que certains y perdent.

La crainte principale est celle du piratage. Les imprimantes 3D vont-elles faire faire au milieu industriel ce qu'Internet a fait à la musique ? L'analyse de la section 5.1.2 montre que les intermédiaires du monde de la musique ont bien fait de crier au loup puisque finalement ils continuent à se tailler la part du lion quand les artistes ont perdu l'occasion d'avoir un accès direct à leur public et sont restés aussi pauvres qu'avant.

Dans le cas des imprimantes 3D la situation est plus complexe. Un objet vendu est rarement le résultat d'une seule personne ou d'un petit groupe. De plus un objet produit en masse restera

<sup>20</sup> début 2013, on trouve un bon nombre d'imprimantes 3D en kit pour moins de 500 \$

nettement moins cher qu'un objet imprimé. Aussi la crainte se situe à un autre niveau. Des designers qui avaient la garantie que leur savonnette en plastique vendue 100 euros leur rapporterait légitimement un salaire ont en effet avoir des soucis à se faire car dans ce cas, la copie est déjà possible et rentable. Avec l'arrivée d'imprimantes plus performantes, un moulin à poivre en verre et métal sera aussi imprimable et plus généralement un grand nombre d'objets design vont subir de plein fouet l'arrivée des imprimantes 3D. Il existe déjà des sites web de plans numériques à imprimer où tout le monde peut déposer son plan de moulin à poivre. Il est sûr que des plans pirates y sont ou seront déposés.

Certains designers vont s'adapter en vendant leurs plans à imprimer et en profitant du système pour personnaliser leur objets ou en vendant des multitudes de variantes. D'autres vont se battre pour restreindre l'usage des imprimantes 3D. La bataille a déjà commencé comme le montre cette intervention à l'assemblée nationale :

*M. François Cornut-Gentille attire l'attention de M. le ministre du redressement productif sur les moyens d'action contre les risques de reproduction illégale liés à la diffusion à venir d'imprimantes 3D sur le marché français. Ces imprimantes permettent en effet à son utilisateur de reproduire tout type de petit objet, du jouet à la pièce de rechange d'appareils d'électro-ménager, sans aucun droit de propriété et à moindre frais, pour peu qu'il trouve sur internet les plans de celui-ci. La prolifération de sites de téléchargement de ce genre de fichier est à craindre dans les années à venir; elle risquerait, à terme, d'engendrer des effets aussi néfastes pour l'industrie que ceux que connaissent actuellement les secteurs de la musique et du cinéma. En conséquence, il lui demande les dispositifs envisagés par le Gouvernement relativement à ces dangers pour la propriété intellectuelle desquels il est nécessaire de se prémunir au plus vite.*

<http://questions.assemblee-nationale.fr/q14/14-32786QE.htm>

Il sera en effet tendant d'imprimer l'interrupteur cassé de son réveil plutôt que de passer par le service après vente et payer une fortune pour 2 grammes de plastique. Il est probable que certaines entreprises offriront les plans pour imprimer de telles pièces de rechanges, quitte à offrir les plans de toutes les pièces, quand d'autres iront au procès contre le piratage.



FIG. 5.11 : La Saga des Neuf Mondes par Dutchmogul

Autre exemple, le monde des jeux de plateaux. Non seulement il va devenir simple de copier les jeux existant mais la concurrence va exploser. Actuellement les éditeurs limitent le nombre de jeux pour des raisons de rentabilité et donc de nombreux jeux restent dans des cartons. Malgré

cela il y a déjà beaucoup de jeux publiés et rares sont les auteurs qui vivent de la vente de leurs jeux. Ajoutons à cela le fait que les jeux de société n'ont quasiment<sup>21</sup> pas de protection légale et on imagine le foisonnement de jeux qui vont sortir s'inspirant les uns des autres. Malgré tout, on peut légitimement espérer qu'en court-circuitant les intermédiaires les auteurs y gagneront financièrement. Actuellement un créateur de jeu touche entre 2 et 5% du prix de vente avant distribution d'un jeu, soit à peu près 1 euro par jeu<sup>22</sup>. Il est probable que celui qui prendra le temps d'imprimer un jeu sera d'accord pour verser 1 euro, voire plus, à l'auteur (surtout avec un système de paiement simple comme celui des bitcoins par exemple).

On voit que là où la valeur de la création est plus importante que celle de la matière, l'imprimante 3D risque de brouiller sérieusement les cartes, mais pas obligatoirement négativement.

### La communauté

La force des imprimantes 3D réside dans la possibilité de partager ses œuvres. L'imprimante 3D perd de son intérêt sans son catalogue d'objet sur Internet et sans la possibilité de construire avec la communauté. Actuellement l'excitation autour de l'impression 3D est autant technique que communautaire.



FIG. 5.12 : Impression de bonbons, plâtres médicaux et de chaussures  
source : Dezeen magazine

Si le domaine des jeux de société n'est quasiment pas protégé, celui de l'alimentation et de la mode le sont encore moins<sup>23</sup>. Cela permet à chacun de copier allègrement les autres et d'apporter son petit plus. Ainsi des recettes de bonbons, n'appelons plus cela des plans, vont rapidement fleurir sur le réseau avec l'arrivée des premières imprimantes 3D pour cuisines en 2014. Les designers en herbe vont pouvoir se lancer dans la mode avec des bijoux de fantaisie voire des chaussures ou même des habits. Il ne vous restera plus qu'à indiquer au programme de redimensionner la chaussure à votre pied.

Le domaine des prothèses médicales ou du matériel médical comme le plâtre, profite aussi pleinement des imprimantes 3D. Dans le cas du plâtre on appréciera l'innovation qui permet d'avoir un *plâtre* résistant à la douche et qui ne démange plus (cf figure 5.12 au centre). Pour les prothèses l'intérêt est surtout économique, ce qu'apprécieront les pays en voie de développement. Avec les

<sup>21</sup> Le nom du jeu peut être protégé, éventuellement les graphismes et c'est à peu près tout.

<sup>22</sup> cf <http://gusandco.net/2011/11/04/auteur-de-jeu/>

<sup>23</sup> trop utilitaire, cf la conférence très intéressante de Johanna Blakley, [http://www.ted.com/talks/johanna\\_blakley\\_lessons\\_from\\_fashion\\_s\\_free\\_culture.html](http://www.ted.com/talks/johanna_blakley_lessons_from_fashion_s_free_culture.html)

scanners et Internet il devient simple et économique de personnaliser les prothèses même si le laboratoire qui les conçoit est à l'autre bout du monde. Gageons que des associations caritatives seront tirer avantage de ces possibilités.

## Les interdits

Mais tout n'est pas rose. Aux États-Unis, si les armes à feu ne sont pas interdites, le gouvernement essaie de réguler leur vente voire de restreindre le libre droit d'avoir une arme. Mais que peut faire un gouvernement si chacun peut imprimer une arme chez lui ? En France l'obtention d'une arme à feu est sérieusement contrôlée. Mais là encore, va-t-on interdire les imprimantes 3D dès lors qu'elles peuvent imprimer des armes ?

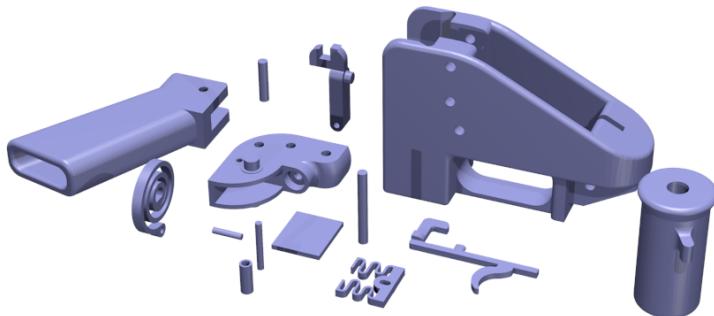


FIG. 5.13 : Pistolet Liberator 1.1 de Defense Distributed  
Rendu par Blender à partir des plans téléchargés

Le pistolet Liberator est le résultat d'un projet visant à rendre impossible le contrôle des armes. Cette arme est en plastique, sauf les balles, ce qui la rend facile à fabriquer. Elle est peu chère et transparente au détecteur de métaux. Elle reste certes loin des performances usuelles d'un pistolet, elle n'a qu'une seule balle et n'est pas encore d'une efficacité parfaite, mais l'impression 3D en métal existe aussi. Ainsi Solid Concepts a imprimé un pistolet semblable à ceux du commerce. Dans ce cas le but était de montrer que les imprimantes 3D sont assez précises pour faire des objets fonctionnels de qualité en métal.

 Il existe un autre domaine où l'arrivée des imprimantes 3D va poser des problèmes légaux, celui des médicaments. Un projet de recherche en cours vise à créer une imprimante permettant d'imprimer des molécules<sup>24</sup>. Là encore les changements vont être fondamentaux. L'accès au soin, en particulier aux médicaments génériques, va être grandement simplifier à travers la planète. Chaque patient pourra avoir exactement le dosage qu'il faut. Plus besoin d'une liste compliquée de médicaments, une seule capsule par repas ou moment de la journée. On peut même imaginer que les médicaments seront tellement personnalisés qu'il n'y aura plus deux médicaments identiques. Cet aspect sonne la mort des pharmacies actuelles qui deviendront peut-être un nouveau type d'imprimerie. Les plans des médicaments spécialisés viendront encore probablement des compagnies pharmaceutiques ainsi que les *encres* nécessaires

<sup>24</sup> cf l'interview de Lee Conin <http://www.bbc.com/news/uk-scotland-17744314>

à la création des médicaments. On devinne que le contrôle de la diffusion de ces encres risque rapidement de devenir impossible.

Un autre domaine est aussi directement concerné par une telle imprimante, celui des drogues. Si elle les rendra plus accessible, elle devrait aussi désorganiser voire détruire les milieux mafieux liés à cette activité.

Les plans des médicaments vont circuler sur Internet, c'est inévitable, d'ailleurs de nombreuses molécules sont déjà disponibles dans des livres. Là encore que faire, censurer, éduquer ?

## 5.2 Le commerce inter-entreprises – B2B

Le B2B est comme le B2C mais à destination des entreprises. Il suit a priori les mêmes évolutions que le B2C mais de façon nettement moins visible, car moins étudié, plus compliqué et peut-être plus secret.

Aux États-Unis en 2014, le B2B pour les produits manufacturés représentent 3,5 T\$ soit 60% de la production manufacturée c.a.d que 60% de la production a été vendue via Internet. Si on ajoute les services entre entreprises et les la part des ventes pures, on approche les 6 T\$ soit presque 20 fois le B2C US (en vert figure 5.14)<sup>25</sup>

---

<sup>25</sup> on a vu que la vente au détail sur Internet représente environ 6% de la vente physique aux USA en 2014, fig. 5.2, ce qui laisse voir un retard du B2C sur le B2B d'où de tels écarts.

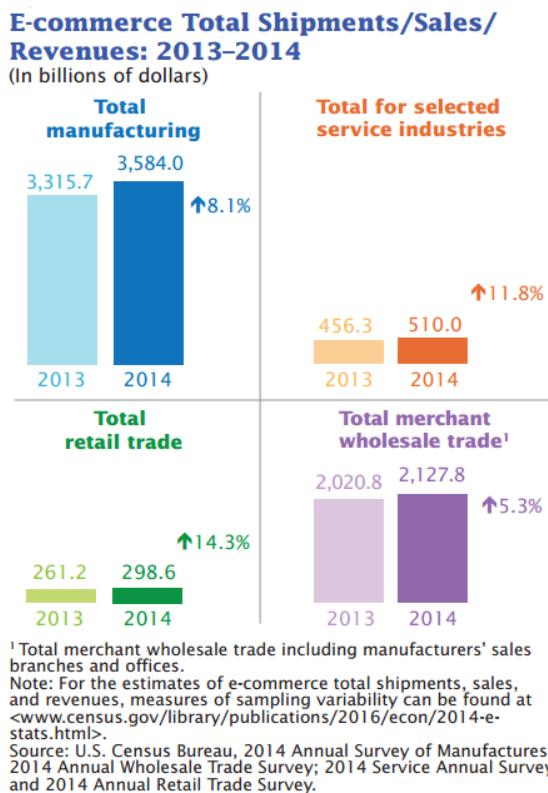


FIG. 5.14 : Évaluation du B2B aux États-Unis en 2014

source : US Census Bureau 2016

Forrester indique de son coté un rapport entre le B2B et le B2C de seulement de 2 avec un chiffre du B2B nettement plus faible que celui du bureau des statistiques. Ce nombre est d'autant plus surprenant que les commentaires associés indique que le B2B décolle et a enfin dépassé le B2C ce que contredit les statistique ci-dessus et d'autres études. On voit la difficulté à mesurer ce marché.

En 2006 le ratio entre le B2B et B2C en Angleterre était de 4 d'après une étude de la FEVAD, quand aux chiffres français du B2B en ligne, ils étaient introuvables d'après la même étude.

Si on regarde le type de commerce entre les entreprises, on retrouve comme pour les particuliers :

- le commerce immatériel, essentiellement de la vente de services et de données (EDI<sup>26</sup>),
- le commerce physique, les matières premières et produits manufacturés tant pour les usines que les magasins.

Contrairement au B2C, la part des commandes de produit matériel est largement dominante.

Parmi les échanges immatériels, on trouve les services bancaires et plus largement tout ce qui touche à la finance. De nombreuses études sur le B2B ne les prennent pas en compte.

<sup>26</sup> Échange de Données Informatisées

Dans le monde des échanges matériels inter-entreprises, se trouve les grossistes qui livrent des produit aux revendeurs mais aussi tout ce qui est vente directe de produits. Ce type de vente se faisait pas courrier papier avant et s'intègre maintenant dans un vaste système informatique qui s'appuie sur Internet pour que l'usine A achète en directe à l'usine B en fonction des stocks et probablement sans intervention humaine dans certains cas.

Les usines du futur prévoient d'aller plus loin en pouvant produire automatiquement des produits dont elles recoivent les plans, en respectant certaines contraintes on peut supposer. Elles deviendront des super imprimantes 3D de masse.

### 5.2.1 La bourse en ligne

Le monde de la bourse gère de l'immatériel, qu'il soit service ou données. L'argent aussi d'ailleurs est immatériel, de simples chiffres dans des bases de données. Et tout ce commerce immatériel rapporte énormément d'immatériel (lequel permet d'acheter du matériel...).

Avec l'arrivée d'Internet, la bourse est devenu largement accessible aux particuliers et n'importe qui peut investir et récupérer une quantité impressionnante d'informations sur les entreprises cotées. Le nombre de banques en ligne qui offrent ces services est d'ailleurs significatif. Mais il s'agit là de B2C, aussi regardons ce que font les pros.

Commençons par l'organisme en charge de gérer la bourse à savoir l'entreprise NYSE Euronext pour la bourse de Paris (mais aussi celle de New York, Amsterdam et d'autres). Ses clients sont d'autres entreprises, les sociétés de courtage, lesquelles peuvent faire du B2C ou vendre leur services à d'autres entreprises.

NYSE Euronext a généré un chiffre d'affaire de 2,8 milliards d'euros en 2012 et dégage un bénéfice net de 276 millions soit 10 % du chiffre d'affaire. Les 2,8 G€ de CA se répartissent ainsi<sup>27</sup> :

- 63,8 % prestations de négociation à savoir le petit pourcentage pris lors d'achats et de ventes dans leurs bourses,
- 11,9 % prestations de cotation, gestion des admissions à la cote des instruments financiers
- 9,3 % diffusion de données et d'indices de marché,
- 9,1 % vente de logiciels de marché,
- 5,9 % autres.

On voit que presque 10%, soit 250 millions, sont de la vente de données immatérielles. Il est probable que la vente des logiciels intègre aussi la vente des flux qu'exploitent ces logiciels. Le reste est de la vente de services qui sont effectués en bonne partie automatiquement par les ordinateurs<sup>28</sup>.

---

<sup>27</sup> chiffres largement diffusés sur les sites de bourse en ligne.

<sup>28</sup> même s'il faut payer les développeurs et maintenir en fonctionnement l'infrastructure, c'est toujours un bon modèle économique !

Ailleurs dans cette même galaxie, se trouve les *hedge funds*. En juin 2013, ils représentaient 2,4 T\$<sup>29</sup>. Cette somme, plus importante que tout le commerce B2C sur Internet, transite sur le réseau de placement en placement. Il est estimé que ces hedge funds génèrent plus de 10 % de gain, soit environ 250 milliards de dollars par an si on considère qu'ils utilisent l'intégralité des sommes qu'ils gèrent.

Concluons avec les transactions à haute fréquences. Il s'agit d'utiliser la vitesse des réseaux pour faire un très grand nombre de transactions qui chacune rapporte un pouième mais qui à l'arrivée a généré plus de 20 milliards de dollars de bénéfice en 2009<sup>30</sup>. Ces transactions ne sont pas intelligentes mais simplement très rapides. Par exemple si une personne vend à 100 à un endroit et une autre achète à 101 ailleurs, le jeu consiste à acheter à la première personne pour revendre à la seconde avant que leurs ordres aient eu le temps de se rencontrer. Bien sûr il faut être plus rapide que la bourse et les concurrent pour que cela marche<sup>31</sup>. Une bonne façon d'être plus rapide est d'être bien placé puisque la vitesse de transmission dépend aussi de la distance à parcourir. C'est pour cela que les banques spécialisées dans ce domaine ont les réseaux les plus rapides, avec une latence en dizaines de microsecondes, et bien situé, par exemple au 60 Hudson Street à New-York, où se trouve un des noeud Internet les plus important. On estime que les spécialistes du trading à haute fréquence ont dépensé 2 G\$ en 2010 pour leur infrastructure réseau<sup>32</sup>.

#### How high-frequency trading can cut orders off

Orders placed in New York take time to get to all the major exchanges.  
Fast high-frequency trading services see the order at the BATS exchange and intercept it at more distant ones.

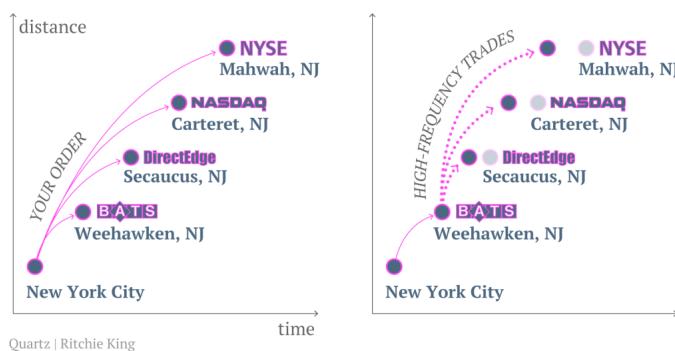


FIG. 5.15 : Principe du HFT (*High Frequency Trading*)

### 5.2.2 Un gros grossiste, Alibaba



Dans le monde du commerce de biens matériels en ligne, Alibaba est la plus grande plateforme avec presque 15 milliards d'objets vendus en 2014, contre 5 milliards pour Amazon. Son chiffre d'affaire était cette année de 12.4 G\$ ce qui est moins que les 89 G\$ d'Amazon ce dernier prélevant un pourcentage sur les ventes quand Alibaba se rémunère sur la publicité.

Alibaba est chinoise contrairement aux autres poids lourds de l'Internet. Elle est un congloméra qui comprend :

- alibaba.com, la plus grosse plateforme de B2B pour les PME,

m.a.j. sur <http://www.ricou.eu.org/e-politique.html>

<sup>29</sup> C'est équivalent au PIB de la France.

<sup>30</sup> cf <http://blogs.reuters.com/felix-salmon/2009/07/30/how-big-is-high-frequency-trading/>

<sup>31</sup> un avantage d'une milliseconde peut aboutir à un bénéfice de 100 M\$ par an <http://www.motherjones.com/politics/2013/02/high-frequency-trading-danger-risk-wall-street>

<sup>32</sup> même souci que précédemment.

- AliExpress à destination des particuliers à travers le monde,
- Taobao, l'eBay chinois,
- Tmall, l'Amazon chinois,
- Alipay, le système de paiement du groupe, possède 700 millions de comptes d'utilisateurs fin 2012<sup>33</sup>

Alibaba est entrée en bourse au New-York Stock Exchange en septembre 2014 et prévoyait d'y lever 15 G\$<sup>34</sup>. Elle a levé 25 G\$ ce qui est le record mondial.

---

<sup>33</sup> a priori loin devant PayPal, voir page 35, même si on ne connaît pas la proportion de comptes actif  
<sup>34</sup> cf <http://money.cnn.com/2014/03/16/investing/alibaba-ipo/>

### 5.3 Payer sur Internet

Qui dit commerce électronique dit paiement et de préférence un mode de paiement qui dépasse les frontières. Devenir le mode de paiement de référence peut être hautement lucratif aussi tous les acteurs financiers ont essayé à un moment de pousser leur solution sur Internet et de nombreuses startups sont nées<sup>35</sup>. Le vainqueur est, pour l'instant, PayPal.



On sait que l'argent, sous-jacent aux modes de paiements, est intrinsèquement source de pouvoir. Contrôler les transactions permet de prélever un pourcentage mais celui qui contrôle les moyens de transfert, les comptes bancaires, voire la monnaie peut en tirer d'autres avantages économiques et politiques nettement plus importants. Par exemple Paypal peut surveiller l'activité de ses usagers voire bloquer leur compte, vendre des données relative à ses clients, permettre de les contacter, faire des statistiques... En 2009 les banques nous ont bien fait comprendre que si elles meurent, toute l'économie s'effondrerait. Avec tant de pouvoir, il semble naturel de confier cet outil de base de notre économie à l'État ou au moins que l'État puisse contrôler cette activité<sup>36</sup>. C'est le cas pour les monnaies nationales. Pour les institutions financières aussi mais partiellement, le contrôle étant limité par l'influence qu'ont les banques sur les politiques. Il existe aussi des monnaies et systèmes de paiement alternatifs et suivant les cas, l'attitude de l'État varie à leur égard (on pense en particulier aux systèmes d'échange locaux, SEL, interdits, tolérés ou encouragés suivant les lieux et époques).



Du point de vue purement financier, les revenus que peut générer un moyen de paiement ou une monnaie sont très importants. Les prélèvements sur les paiements avec les cartes de paiement ont généré un revenu de 2,6 milliards pour les banques françaises en 2009<sup>37</sup>. En 2012 Visa a dégagé un bénéfice de plus de 2 milliards de dollars et MasterCard un peu moins de 3 milliards. Alors bien sûr devenir le système de référence pour 2 milliards d'internautes fait rêver. Mais le parcours est difficile. Il faut convaincre les internautes avec toute leur diversité, les sites marchants et surtout les institutions financières si on désire se relier au système monétaire physique. Il faut aussi satisfaire aux critères des États, ce qui est déjà complexe pour un mode de paiement mais qui devient quasiment impossible pour la création d'une monnaie<sup>38</sup>, la monnaie étant un symbole fort considéré par de nombreux états comme relevant de la souveraineté nationale. Pourtant certains économistes sont pour une séparation de la monnaie et de l'État. L'Europe avec la Banque Centrale Européenne indépendante va dans ce sens.

<sup>35</sup> qui se souvient de Mondex, eCash, e-gold ou S.E.T. ?

<sup>36</sup> Depuis 2007 Paypal Europe est devenu une institution financière. Cela peut limiter les dérives spécifiques de PayPal mais les banques n'ont pas réellement cédé de pouvoir malgré la crise qu'elles ont générée.

<sup>37</sup> source : L'avenir de moyens de paiement en France par G. Pauget et E. Constans, mars 2012

<sup>38</sup> il est peu probable qu'il existe une procédure pour faire valider une nouvelle monnaie en France.

Alors la porte n'est pas totalement fermée et les institutions observent avant d'éventuellement interdire ou autoriser. Les Miles des compagnies aériennes sont un type de monnaie accepté, certes très limité à l'usage, mais dont la masse monétaire dépasse celle des dollars<sup>39</sup>. Mais la véritable révolution vient des bitcoins construits en dehors des institutions et en dehors du système bancaire. Perçus comme anonymes et incontrôlables, il font de plus en plus parler d'eux et les premières réactions des États sont déjà intéressantes, illégal en Thaïlande, légal en Allemagne, sous observation pour la grande majorité des pays.

Dans cette partie nous allons donc regarder l'histoire et l'avenir des modes de paiement avec leur application à Internet ainsi que l'arrivée de nouvelles monnaies et leur impact dans notre monde physique.



### 5.3.1 La théorie

L'argent ne date pas d'Internet, ni les modes de paiements qui ont façonné nos usages depuis des siècles. Aujourd'hui les modes de paiement les plus usuels sont :

1. le liquide ;
2. les chèques ;
3. les cartes bancaires ;
4. les versements.

Ils font tous intervenir un payeur, un bénéficiaire et leur banquiers respectifs mais de façons différentes comme le montre les schémas suivants.

**Le paiement en liquide** permet de sauvegarder l'anonymat du payeur tout comme celui du bénéficiaire. Il permet les transactions entre particuliers. Enfin il est bien adapté à de petites sommes et permet aux parents d'envoyer leur enfant acheter le pain.

Son inconvénient principal est l'impossibilité d'annuler l'argent perdu ou volé pour pouvoir être remboursé. Cela le rend peu pratique pour le paiement de grosses sommes. On peut aussi lui reprocher sa divisibilité peu aisée, à savoir la difficulté pour faire la monnaie.

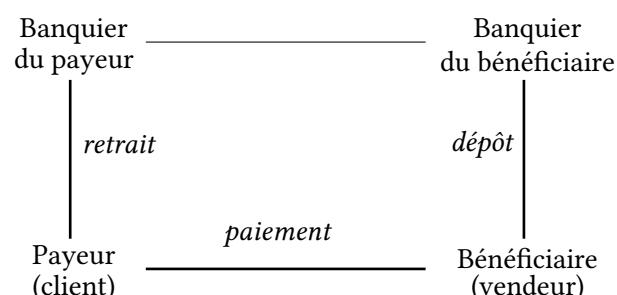


FIG. 5.16 : Paiement en liquide

<sup>39</sup> The Economist 2005

**Les chèques** suivent le même schéma que le liquide avec l'avantage de laisser une trace et de pouvoir toujours payer la somme exacte. Ils permettent les transactions entre particuliers et peuvent être annulés lorsqu'on les perd.

**Le paiement par carte** est celui qui progresse le plus dans notre société. En 2012, Visa annonce 2,1 milliards de cartes en circulation et MasterCard 1,8 milliards (en 2001 le nombre total de cartes était de 1,5 milliards).

Sa fonctionnement permet d'avoir toujours l'appoint et garantit la sécurité grâce à la puce qui empêche un autre de l'utiliser.

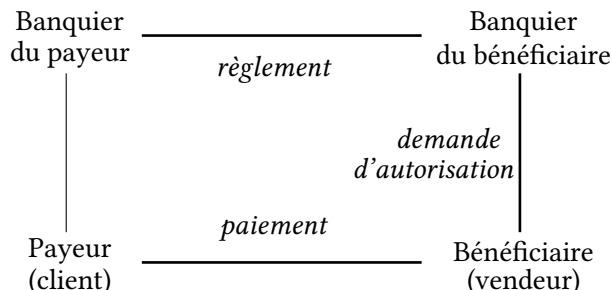


FIG. 5.17 : Paiement par carte bancaire

Mais la carte peut être utilisée sans la puce. Cela permet la fraude sur Internet puisque le marchand dispose de toutes les informations pour faire des prélèvements. Il peut donc prélever de façon abusive, donner les informations à des personnes tierces ou se les faire voler. Notons enfin que la carte de paiement ne permet pas à des particuliers d'échanger de l'argent.

**Les versements** sont normalement le type de paiement le plus sûr. Ils sont dédiés aux sommes importantes et surtout adapté au monde professionnel que ce soit pour payer les employés ou payer une autre société. Ils peuvent aussi être utilisés sur Internet par les particuliers ce qui les rend plus pratique.

Leur complexité d'utilisation ne les rend pas adaptés aux petites sommes.

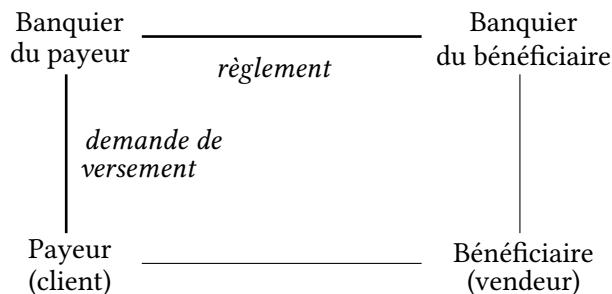


FIG. 5.18 : Versement interbancaire

On peut retirer de ces exemples une liste des avantages potentiels d'un moyen de paiement :

- la simplicité d'utilisation ;
- l'anonymat ou à l'inverse l'enregistrement de la transaction ;
- l'intégrité de ses économies si on perd le moyen de paiement ;
- la transaction entre particuliers ;
- la divisibilité ou la possibilité d'avoir toujours la somme exacte ;

À cette liste on peut ajouter les qualités nécessaires pour un moyen de paiement sur Internet :

- la garantie de l'intégrité de la transaction : soit le client est débité et le vendeur crédité, soit rien ne se passe,
- la sauvegarde des transactions afin de pouvoir retrouver l'état des comptes en cas de panne du système,
- la sécurité aux attaques de pirates, à la création de fausse monnaie, à la copie des billets électroniques....,
- la portabilité qui permet à tous les systèmes (ordinateurs, tablette, téléphone...) de communiquer.

niquer,

- la convertibilité qui permet d'être changé en un autre type de monnaie (vers de la monnaie papier, vers une autre monnaie électronique...).

Notons que parmi ces caractéristiques, une seule est souhaitable ainsi que son contraire à savoir l'anonymat. Cela mène à deux catégories : deux catégories :

- les paiements anonymes, pour les petites sommes le plus souvent donc appelés les micro-paiements ;
- les paiements nominatifs ou vérifiables pour les sommes plus importantes.

À l'usage on retrouve bien ces deux catégories avec les autres caractéristiques qui se rattachent naturellement. Ainsi la simplicité d'utilisation est nécessaire pour les micro-paiements mais non nécessaire pour les paiements importants où on accepte plus facilement de subir des étapes de vérifications. De même on peut accepter de perdre un porte-monnaie électronique qui a 10 euros, on n'acceptera pas que les traces du virement de son loyer aient disparues alors que l'argent a été débité.

En pratique on constate que les solutions développées ne suivent pas obligatoirement cette dichotomie. Ainsi les paiements avec téléphone sont souvent micro mais nominatifs alors que ceux avec des bitcoins peuvent être importants et anonymes.

### 5.3.2 Les micro-paiements

Le but est de développer un système pouvant remplacer le liquide. Des solutions s'appuient sur des porte-monnaies électroniques, d'autres réalisent des micro-versements, enfin certaines sont purement logicielles et vont avec le développement de nouvelles monnaies. Ces dernières seront étudiées dans la section 5.4 sur la monnaie électronique.

Les solutions basées sur un porte-monnaie électronique se retrouvent dans de nombreux pays, mais ne traversent pas les frontières. La solution française est [Monéo](#), héritière de la solution allemande Geldkarte. Elle permet de payer un trajet de bus, un café rapidement, sans vérification comme pour du liquide. Son succès est limité. Plus généralement seul le pays du soleil levant semble avoir réellement adopté ce type de porte-monnaie électronique.

A l'inverse, une solution immatérielle est un véritable succès sur Internet : Paypal. Ce système de micro-versement est devenu de fait la référence sur Internet.

Enfin parmi les autres solutions, la monnaie électronique Bitcoin est un cas très intéressant qui prend son envol en 2013.

Quelque soit la mécanique développée, on sent que la difficulté liée aux micro-paiements électroniques réside dans la facilité avec laquelle on peut recopier une pièce de monnaie digitale puisqu'il ne s'agit que de 0 et de 1. Pour éviter les problèmes de fausse monnaie tout en gardant la facilité d'usage du liquide, deux approches se dégagent :

- le porte monnaie électronique avec un support physique, une carte par exemple,
- le logiciel qui génère des pièces ou stocke les transactions de telle sorte que les copies se détectent rapidement.

Bien sûr, si on retire l'anonymat qui est une des caractéristiques principales des micro-paiements, la solution est plus simple. Ainsi la solution des micro-versements de Paypal n'a pas cette problématique.

## Le porte monnaie électronique

La carte à mémoire, brevetée en 1975 par Roland Moreno, a fait ses premiers pas en tant que carte téléphonique. Avec le temps elle a évolué pour devenir la carte à microprocesseur que l'on retrouve partout, de la carte bancaire à la carte Vitale en passant par les cartes SIM, Navigo, jusqu'aux cartes programmables comme les [JavaCards](#). Chaque année, des milliards de cartes à puce sont fabriquées à travers le monde.



La sécurité de ces cartes est basée sur la difficulté à violer la puce avec un mécanisme de protection qui s'active en cas de tentative d'infraction. Ainsi la puce d'une carte bleue se bloque si l'on ne donne pas le bon code trois fois de suite.

Mais comme tout coffre fort, la sécurité n'est jamais totale comme cela a été démontré dernièrement lorsque la clé privée d'authentification de la véracité d'une carte bleue a été diffusé sur Internet, rendant possible la création de fausses vraies cartes (cf l'affaire Humpich et [le dossier de Parodie.com](#)).

D'un point de vue pratique, le point faible des cartes à puce à contact est le besoin de lecteurs pour communiquer. Cet aspect interdit les transferts d'argent entre particuliers<sup>40</sup> et rend caduque la sécurité de la puce lors des paiements sur Internet. Notons que cet aspect est nettement moins vrai pour les cartes à puce radio, il existe déjà des ordiphones qui peuvent communiquer avec de telles cartes.

Malgré ces inconvénients, la carte à puce est très largement utilisée ce qui en fait un bon candidat pour un porte-monnaie électronique physique.

**La Geldkarte** a été introduite en Allemagne en 1996. Ses principaux succès semblent être comme mode de paiement pour les transports en commun et pour les parcimètres. L'année la plus faste a été en 2007 comme le montre le tableau ci-dessous, avec une transaction moyenne qui a fortement chutée pour remonter doucement à 3 euros :

<sup>40</sup> ce qui de toute façon n'est pas au goût de la Banque de France qui craint des fraudes et son utilisation pour le blanchiment de l'argent sale

	1996	1997	1998	1999	2000
Transactions ( $\times 1000$ )	274	4 198	13 612	20 680	26 630
Transaction moyenne	14 €	11 €	6 €	4 €	2,7 €
	2001	2002	2003	2004	2005
Transactions ( $\times 1000$ )	29 354	35 854	37 379	38 308	37 781
Transaction moyenne	2,4 €	2,2 €	2,1 €	2,2 €	2,4 €
	2006	2007	2008	2009	2010
Transactions ( $\times 1000$ )	42 275	52 801	48 906	45 000	42 600
Transaction moyenne	2,5 €	2,8 €	2,95 €	2,9 €	3 €
	2011	2012	2013	2014	2015
Transactions ( $\times 1000$ )	41 300	39 200	37 700		32 000

TAB. 5.1 : Évolution de l'utilisation de la Geldkarte entre 1996 et 2015

source : [bankenverband – Union des banques allemandes](#) et Wikipedia

Le coût d'utilisation de la carte est de 0,3% de la transaction avec un minimum d'un centime. Le coût d'acquisition de la carte auprès de sa banque est en général gratuit mais peut être payant si la banque le décide.

Il est possible d'utiliser sa Geldkarte pour effectuer des paiements sur Internet mais il faut un lecteur de carte à puce.



FIG. 5.19 : Lecteur de Geldkarte pour télépaiement (60 euros)

source : [GeldKarte, 2006](#)

**Monéo** est l'application française de la Geldkarte. Elle a été créée par BMS, un consortium de banques françaises<sup>41</sup>. Son déploiement, lancé à Tours en 1999, est arrivé à Paris et sa région fin 2002 et a couvert l'ensemble du territoire en 2003.

Elle permet à l'utilisateur de payer des petites sommes, inférieures à 30 €, simplement et rapidement.

Du point de vue financier, elle suit le modèle de la carte bleue. Elle coûte :

- entre 5 et 12€ par an pour les particuliers,
- 0,6% des achats effectués pour les commerçants, à comparer aux 0,074 + 0,28% du carte bancaire classique et au 0% du liquide.

À cela, on peut ajouter que l'argent liquide qu'on avait dans nos poches sera dans la carte et donc dans les poches de nos banquiers. Si on ajoute à ce gain financier très important, la réduction des coûts liés à la manipulation de la monnaie puisque la masse monétaire baissera et donc les économies faites par les banques (moins de personnel, entretien des distributeurs de billet réduit...), Monéo semble surtout être une bonne affaire pour les banques.

Ces différents aspects ont générés la grogne des commerçants pas habitués à payer des commissions sur les petites sommes et celle des associations d'utilisateurs inquiétées par le traçage des transactions et révolté par le coût d'utilisation de cette carte. L'UFC<sup>42</sup> à d'ailleurs renouvelé sa défiance dans un communiqué de février 2005 :

« *Moneo demeure un produit sans grand intérêt pour les consommateurs, et cela tant qu'il ne sera pas gratuit et totalement indépendant des banques.* »

	2004	2006	2008
Nombre de commerçants, en milliers	120	100	
Nombre de cartes, en millions	1,2	1	
Nombre de transaction, en millions	44	84	55 (*)

TAB. 5.2 : Les chiffres de Monéo

source : Monéo

(\*) Plus d'un million de paiements sont effectués chaque semaine avec Moneo d'après le président de BMS-Moneo

En 2013 l'échec de Moneo en tant que porte-monnaie électronique est patent. À tel point que le groupe BMS-Moneo s'est reconvertis dans les cartes de restauration pour étudiants et vise le marché des tickets restaurants.

À titre de comparaison, les chiffres de la Carte Bleue<sup>43</sup> en 2005 sont

<sup>41</sup> le Crédit Agricole, la BNP (28,5 % chacun), les Banques Populaires, le Crédit Lyonnais, le Crédit Mutuel (10 %), le CCF (7 %) et le CIC (6 %)

<sup>42</sup> L'Union fédérale des consommateurs (UFC-Que Choisir)

<sup>43</sup> donc en France

- 30 millions de cartes,
- près de 4 milliards de transactions pour un montant de 200 milliards d'euros.

Techniquement, Monéo utilise l'algorithme de chiffrage triple DES pour valider les cartes, probablement suivant le même principe de *défi* que les cartes bleues mais avec une clé plus longue. Le SCSSI<sup>44</sup> a certifié les composants de Monéo.

Pour des raisons de simplicité et de rapidité lors du paiement seule la vérification de l'authenticité de la carte est faite. Aucune vérification n'est faite pour vérifier que le porteur est bien le propriétaire de la carte. Il n'y a pas de code à taper.

Monéo n'a pour l'instant aucune vocation à être porté sur Internet pour permettre d'effectuer des micro-paiements.

## La carte radio

L'un des inconvénients de la carte à puce est le besoin d'avoir un lecteur et d'y insérer la carte pour effectuer une transaction. Ces lecteurs coûtent chers et la transaction est plus lente que s'il suffisait de passer sa carte à proximité du lecteur. La carte radio<sup>45</sup> répond à ces 2 problématiques :

- un peu d'électronique suffit pour être un lecteur<sup>46</sup>, assez peu pour être intégré dans les ordiphones récents (Android actuellement),
- la communication radio se fait sans contact, rapidement et simplement.

Parmi les applications les plus connues de telles cartes, citons

- Navigo utilisées par la RATP dans le métro parisien,
- la carte à tout faire FeliCa développée et commercialisée par NTT DoCoMo et Sony au Japon,
- la carte de paiement PayPass de MasterCard et Motorola déjà utilisée dans plusieurs états des États-Unis.

Ajoutons que de nombreux ordiphones intègrent la technologie NFC et disposent d'applications qui permettent de lire sa carte Navigo par exemple, en attendant de la remplacer.

---

<sup>44</sup> remplacé depuis par l'ANSSI

<sup>45</sup> la carte puise son énergie pour communiquer avec le lecteur dans le champ électromagnétique généré ce dernier. Ce système rend la carte plus chère qu'une carte à puce.

<sup>46</sup> la puce NFC devrait coûter quelques dizaines de centimes

### La norme NFC (Near Field Technology)

Comme pour la communication filaire, il existe une infinité de façon de communiquer via les ondes. Comme pour la communication filaire, il n'y a pas d'interconnexion sans norme, aussi trois acteurs majeurs, Nokia, Philips et Sony ont développé une norme pour les cartes radio, la *Near Field Technology* qui permet :

- une connexion seulement à courte distance sur 13.56 MHz (moins de 20 cm) qui garantie la connexion volontaire<sup>a</sup>
- le transfert de données à 106, 212 ou 424 kbit/s,
- une communication active ou passive suivant qu'on désire utiliser sa propre énergie ou celle de l'autre appareil (au moins un des deux doit être actif),
- un système d'amorçage permettant de s'authentifier puis rediriger la communication radio vers le Bluetooth ou le Wifi (d'autres protocoles radio au débit plus important)

Une extension de cette norme, la *Secure NFC*, ajoute par dessus la NFC un système d'authentification basé sur la cryptographie.

<sup>a</sup>enfin normalement, des tests ont permis de lire une carte à plus de 10 mètres...

### Le téléphone mobile – L'Afrique innove

Le téléphone portable étant un outil de plus en plus répandu, il n'est pas surprenant que des solutions de paiement l'utilisent. Ainsi les systèmes de paiement par carte ont couplé le paiement sur Internet avec une validation par SMS<sup>47</sup> pour améliorer la sécurité.

Durant les années 2000, Bouygues avait essayé de développer sa solution assez proche qui fonctionnait aussi dans le monde réel :

1. le client donne son numéro de portable au vendeur,
2. le vendeur l'entre dans son terminal relié à Bouygues ainsi que le montant de la transaction,
3. Bouygues envoie un SMS sur le portable du client et lui demande de confirmer l'achat en entrant son code secret,
4. le vendeur reçoit la confirmation de la vente et le terminal imprime le ticket.

Mais ce système n'a pas pris et n'existe plus.

À l'inverse, en Afrique des systèmes de paiement par téléphone sont largement utilisé. Ainsi **M-Pesa** au Kenya et en Tanzanie, et **Zaad** au Somaliland, remplacent l'argent liquide pour de nombreuses personnes avec les avantages de sécurité et de liquidité évidents.



Le paiement d'un achat avec Zaad suit la procédure suivante :

1. faire le \*888#

<sup>47</sup> au moment de payer votre achat, vous devez entrer sur le site web le code que vient de vous envoyer votre banque par SMS  
m.a.j. sur <http://www.ricou.eu.org/e-politique.html>

2. entrer son code secret
3. indiquer que l'on désire payer un marchant : 4
4. entrer l'identifiant du marchand
5. entrer le montant
6. confirmer
7. le marchant et le client reçoivent alors un SMS qui confirme le paiement.

Donner de l'argent à une personne suit la même procédure si ce n'est qu'on indique le téléphone de la personne et non l'identifiant du magasin. On peut aussi retirer de l'argent liquide avec son téléphone, voir son relevé "bancaire", payer des factures... Notons aussi que ce système permet de payer à distance, par exemple la glace de votre enfant alors que vous êtes au travail, puisqu'il suffit que vous sachiez le code du marchand et le montant. Dès lors le passage à l'e-économie est simple et il existe naturellement des sites web qui accepte ce mode de paiement.

L'opérateur téléphonique Safaricom, propriétaire de M-Pesa, indique que 15 millions de kenyans utilisent M-Pesa et qu'un tiers du PNB du Kenya passe par son système de paiement (chiffres 2012).

Notons enfin que ces systèmes alternatifs rencontrent du succès là où les offres bancaires sont réduites.

### 5.3.3 PayPal

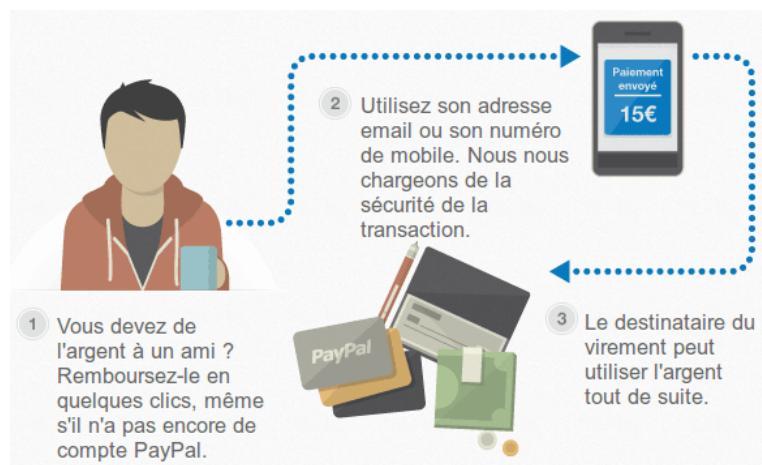
En tant que solution leader de paiement Internet en dehors des modes de paiements traditionnels, PayPal mérite sa section.

PayPal est un système de macro-paiement. On y retrouve la traçabilité des transactions et la complexité d'usage. Il est à noter que PayPal peut fonctionner pour des micro-paiements, en particulier des micro-paiements pour bien numériques, comme un mp3 ou un article de presse, mais la commission appliquée, de 6 % pour 10 euros à 15 % pour 1 euro, et les modalités de paiement lourdes en découragent l'usage.

#### L'innovation

Comment PayPal a réussi là où les autres ont échoué ? L'explication est dans la figure suivante extraite de leur PayPal :

m.a.j. sur <http://www.ricou.eu.org/e-politique.html>



La réussite de PayPal n'est pas technique mais marketing : vous pouvez donner de l'argent à tout le monde avec PayPal, même à ceux qui n'ont pas de compte PayPal. Il suffit d'une adresse mail ou d'un numéro de téléphone. Si le destinataire n'a pas de compte PayPal, il se verra offrir le choix entre avoir un compte PayPal avec l'argent dessus ou donner un RIB pour que l'argent soit versé sur son compte bancaire. Bien sûr, comme il s'agit de petites sommes en général, le destinataire choisit d'avoir un compte PayPal. Ainsi en moins d'un an, PayPal a dépassé le million de comptes ouverts. Bien sûr ce point n'est probablement pas la seule raison du succès de PayPal. Le fait qu'un grand nombre de site web l'accepte comme mode de paiement est certainement un élément important, ne serait-ce que pour conserver son argent sur PayPal.

Le succès initial ne s'est pas démenti comme le montre les chiffres de la figure 5.20.

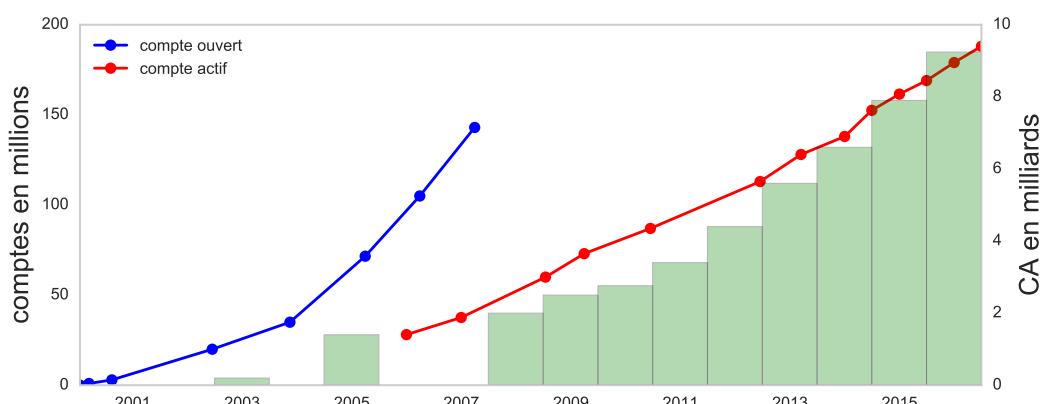


FIG. 5.20 : Nombre de comptes et CA de PayPal

Compte actif = au moins une transaction par trimestre

En octobre 2002 eBay a acquis PayPal pour 1,5 milliards de dollars. Une véritable synergie a pu se développer entre ces deux sites complémentaires. Lors de l'achat, les revenus de PayPal étaient d'environ 53 millions de dollars alors que ceux d'E-Bay étaient de 266 millions de dollars. Fin 2012 les revenus générés par PayPal ont représenté 39% des revenus de la nouvelle entreprise et il est tout à fait envisageable qu'ils en deviennent la principale source de revenu dans un futur proche. En terme de bénéfice le poids de PayPal est encore plus important. L'acquisition de PayPal a été à l'évidence une bonne affaire.

## Fonctionnement

D'un point de vue technique, PayPal n'est qu'un système de virements entre comptes. Aucune innovation mais un système simple qui passe par le site web de PayPal pour s'authentifier et initier ou valider le paiement. Pour des macro-achats sur Internet c'est tout à fait satisfaisant.

Le même manque d'innovation est en train d'être appliqué à une solution de paiement avec son compte PayPal dans le monde physique. Mais dans ce cas il n'est pas certain que le succès soit au rendez-vous, la procédure étant plus lourde qu'avec une carte de paiement (il faut entrer dans le terminal du magasin son numéro de téléphone ainsi que son code secret<sup>48</sup>). Comme les tarifs de PayPal sont aussi plus élevés, la bataille n'est pas gagnée.

## Tarifs

PayPal prend entre 3 et 4 % des montants qui transitent par son système de paiement. C'est un coût nettement supérieur à celui des cartes bleues. C'est aussi nettement plus cher que le coût des transferts interbancaires en France, en général gratuit, mais nettement moins que le coût de transfert vers l'étranger hors Europe, voir tableau 5.3.

Système	particulier en France	magasin en Europe	magasin hors Europe
PayPal	0	0,25 + 3,4 % (○)	0,25 + 3,9 %
Carte Bleue	impossible	0,13 + 0,28 % (★)	?
Virement interbancaire	0 en général	0 en général	13,75 + 0,09 % (●) + 14 (frais de change)

TAB. 5.3 : Tarifs de PayPal comparé à la carte bleue et aux virements

(○) 0,25 + 1,4% lorsque le volume mensuel > 100 000 euros

(★) 0,074 + 0,28% pour les transactions < 15 euros

(●) tarifs 2013 de la Société Générale

Donc PayPal est surtout intéressant pour acheter sur Internet à l'étranger ainsi que pour transférer de l'argent entre particuliers. Si PayPal, comme les Cartes Bleus, fait porter les frais bancaires sur le vendeur, ils sont d'une façon ou d'une autre répercutés<sup>49</sup>.

Pour un magasin, le choix des modes de paiement acceptés n'est pas seulement lié aux frais bancaires mais aussi à leur popularité. Aujourd'hui PayPal est assez populaire pour s'imposer auprès des magasins sur Internet mais pas dans le monde physique (même s'il y vient).

<sup>48</sup> cf <http://venturebeat.com/2012/03/14/paypals-new-pos-service-is-a-piece-of-sht/>

<sup>49</sup> il existe des sites marchands où le prix d'un produit varie suivant le mode de paiement pour répercuter ces différences.

### 5.3.4 Les macro-paiements

Le système de macro-paiements les plus utilisés sur Internet reste la carte de débit. PayPal est probablement le numéro deux sur Internet pour le commerce grand public. En dehors de ces deux systèmes, on trouve les virements interbancaires et des systèmes plus marginaux. Parmi les systèmes marginaux, les bitcoins sont intéressants car anonymes, ce qui ressemble plus aux micro-paiements qu'aux macro-paiement. Ils seront étudiés à la section suivante.

Alors que reste-t-il ? Pas grand chose. Regardons néanmoins le système de paiement SET qui montre que l'on peut proposer une solution techniquement bien, moralement tout aussi bien, supportée par les plus grands noms du monde du paiement, de l'informatique et même par l'Europe, sans pour autant trouver le succès.

#### SET

La création en 1996 du protocole **SET**, Secure Electronic Transaction, est le résultat de la fusion de divers projet et de l'union des grandes sociétés du domaine que sont Visa, MasterCard, CyberCash, Netscape, IBM, Microsoft et DigiCash. Elle aurait du être un succès et ce d'autant plus qu'il s'agissait d'un protocole ouvert, donc pas de jaloux, une pérennité et intercompatibilité garantie.



Les **spécifications de SET** précisent chaque étape de la procédure (les spécifications "Business" sont assez précises pour comprendre en détail les différentes procédures) :

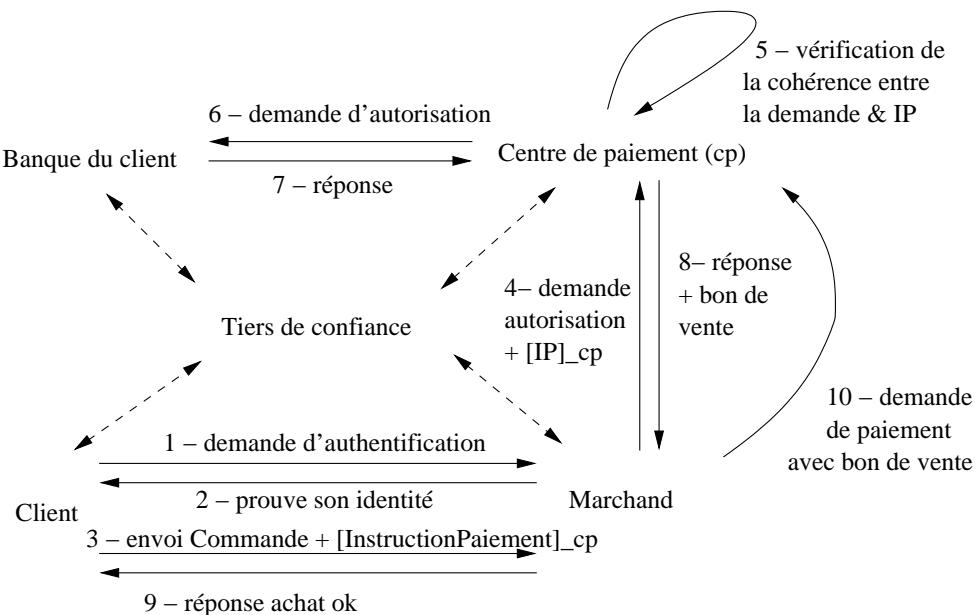


FIG. 5.21 : Fonctionnement de SET

Les vérifications auprès du tiers de confiance sont faites lors de la réception de chaque message pour en vérifier l'auteur

D'un point de vue technique, SET fait intervenir en plus du client, de sa banque et du vendeur, une autorité de certification (ou tiers de confiance) pour valider l'identité des partenaires et une passerelle de paiement qui centralise les demandes de paiement SET de la part des vendeurs pour décrypter l'identité bancaire du client et faire la demande à sa banque.

Du point de vue moral, la présence de la passerelle de paiement permet d'éviter que le vendeur puisse connaître les coordonnées bancaires du client. De même elle protège la vie privée du client vis-à-vis de sa banque en cachant le contenu de la commande et vis-à-vis du marchand en cachant l'identité de sa banque (cf le schéma figure 5.21).



En France l'application la plus importante de SET a été menée par le GIE Carte Bleue qui à travers sa société Cyber-COMM a promu ce système de paiement, d'autant plus intéressant pour le GIE que 60% des plaintes des porteurs de Cartes Bleues étaient alors liées à des achats faits sur Internet.

Si SET est passé en mode de production et a été utilisé par des grands sites web comme celui de la Redoute, il n'a jamais atteint la masse critique nécessaire. Aussi courant 2001, VISA et MasterCard ont décidé d'abandonner le déploiement de SET. La nécessité pour l'acheteur de devoir disposer d'un lecteur de carte à puce relié à son ordinateur est probablement la cause principale de l'échec.

SET a finalement été remplacé par le système 3-D Secure<sup>50</sup> qui est utilisé tant par Visa que par MasterCard. On note que, là encore, la simplicité a gagné.

## 5.4 Les monnaies électroniques

Les monnaies électroniques visent initialement les micro-paiements sur Internet à savoir remplacer le liquide qui n'existe pas dans ce monde virtuel. Il peut s'agir de proposer simplement un moyen technique ayant les qualités du liquide mais aussi de créer une monnaie alternative et son mode de paiement.

### 5.4.1 Les monnaies complémentaires

Si on appelle système de paiement tout système organisé permettant de rémunérer un service rendu ou l'achat d'un objet, alors il existe déjà de nombreux systèmes de paiement alternatifs mis en place de façon autonome.

Ces systèmes peuvent être limités géographiquement ou dans leur utilisation. Dans ce dernier cas on trouve Les Miles et les tickets restaurant.

Mais les systèmes de paiement alternatifs ou complémentaires qui ont le plus marqué les esprits sont les monnaies locales, de par leur capacité à remplacer, localement, la monnaie officielle.

---

<sup>50</sup> vérification par un autre canal, SMS souvent, que vous êtes bien à l'origine du paiement.

Parmi les plus connues, citons les bons vieux Systèmes d'Echange Locaux, SEL dont la première expérience date de 1932. Cette année là, la ville de Wörgl en Autriche avait alors émis sa monnaie avec succès mais interdite au bout de 9 mois par la Banque Nationale. En 1956 la même chose se produit en France à Lignières en Berry. Puis le rythme a accéléré durant les années 80 pour entrer dans les mœurs durant les années 90, voir figure 5.22.

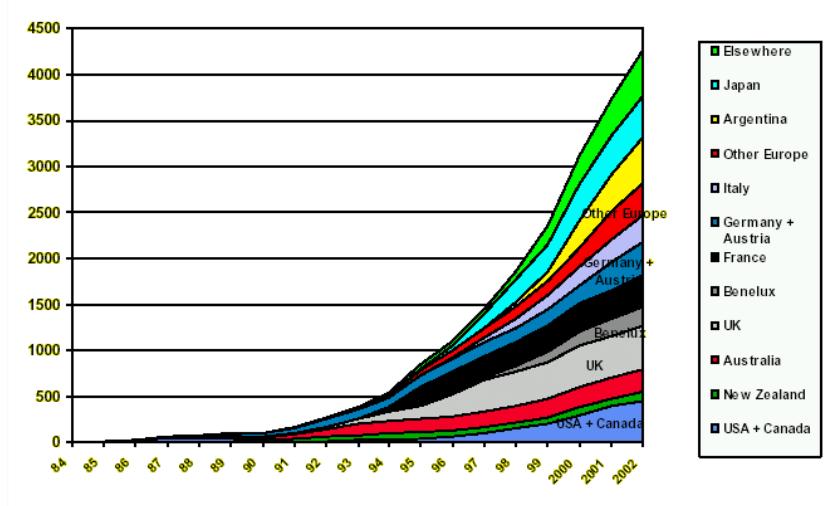


FIG. 5.22 : Nombre de systèmes monétaires complémentaires dans 12 pays  
source : *Bernard Lietaer, The Future of Digital Money, 5e Digital Money Forum*

Initialement le but de ce type de monnaie était d'aider les plus défavorisés, les exclus, en leur donnant une unité d'échange abordable afin de pouvoir continuer à exercer une activité. Mais elles offrent d'autres avantages. Elles garantissent que la richesse reste dans une zone géographique délimitées, ce qui favorise ses utilisateurs et donc les commerçants qui les acceptent. Elles peuvent être rattachées à la monnaie officielle ou pas. Elles peuvent augmenter la masse monétaire ou pas. Elles ont une souplesse qui les rend à même de répondre aux besoins qu'elles visent. Par exemple en Bavière, le Chiemgauer, une monnaie à parité avec l'Euro, permet de financer les associations locales en leur versant 3% des échanges Chiemgauer vers Euro<sup>51</sup>. Autre exemple, après la crise de 1929, des entrepreneurs suisses ont créé le WIR à parité avec le francs suisse mais qui sert de relai lorsque l'argent officiel vient à manquer. Le WIR est toujours utilisé par un quart des entreprises suisses et permet de réduire fortement l'impact des crises financières. On a retrouvé cet effet d'amortisseur avec d'autres monnaies locales lors de la crise asiatique de 1997. Aussi on comprend que les États puissent voir d'un bon œil ces initiatives locales. Les États vont même parfois jusqu'à les encourager. De fait, le poids économique de ces monnaies a crû régulièrement durant les années 2000, cf figure 5.23.



En 2009, le Brésil a créé 5 banques communautaires afin de relancer l'économie dans des quartiers. Ces banques qui reposent sur des militants locaux, connaissent bien leurs *clients* et obtiennent des remboursements très satisfaisants tout en incitant les habitants à reprendre des activités et à dépenser localement.

<sup>51</sup> cf <http://www.recit.net/Le-Chiemgauer-une-monnaie>  
m.à.j. sur <http://www.ricou.eu.org/e-politique.html>

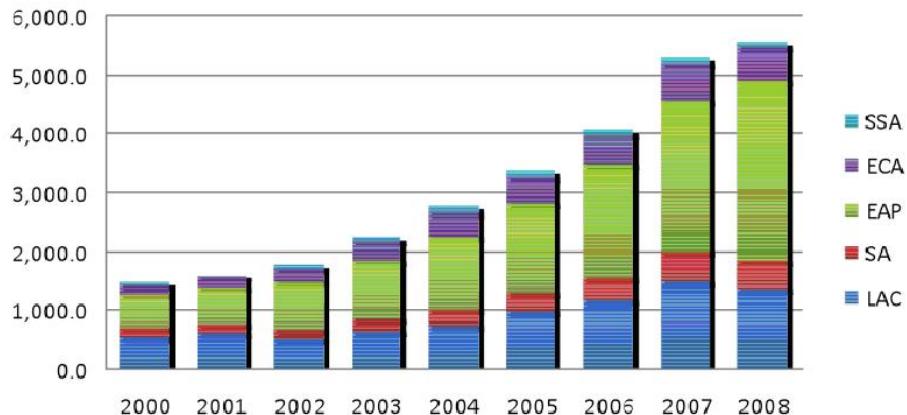


FIG. 5.23 : Valorisation des monnaies locales par région (en millions de dollars)

Légende : EAP : East Asia, LAC : Latin America

ECA : Eastern Europe, SA : South Asia, SSA : Sub-Saharan Africa

source : Heiko Hesse, Ismail Dalla, voxeu.org, 2009

Le Vénézuela a été plus loin en inscrivant le principe dans la loi et comptait plus de 5000 banques communautaires en 2011 (pour 100 au Brésil).

Mais ces monnaies parallèles aux monnaies fiats sont le plus souvent en dehors des systèmes de taxations sur les biens, TVA, et sur le travail. Elles peuvent donc avoir un impact négatif si elles deviennent trop importantes et détruisent des activités économiques existantes. Bernard Lietaer, spécialiste du domaine, aborde ce sujet et ses conséquences, comme le problème de la taxation des services ou de la vente payé par de telles monnaies, dans cette [interview sur les monnaies complémentaires](#).

On voit donc que la création de monnaies complémentaire n'est pas une nouveauté et qu'elles sont déjà largement intégrées dans nos sociétés. Aussi il n'est pas si surprenant de voir de telles monnaies apparaître sur Internet sans être directement contrôlées par les gouvernements<sup>52</sup>.

### La monnaie sur Internet

Pour créer du liquide sur Internet, une solution naturelle consiste à avoir des pièces numériques que les utilisateurs puissent s'échanger. Il est bien sûr nécessaire de respecter toutes les qualités demandées à monnaie utilisées pour les micro-paiements, dont l'anonymat. Une autre solution consiste à utiliser la cryptographie pour effectuer des virements rendus publics pour vérification mais brouillés, là encore pour protéger l'anonymat.

Dans tous les cas la cryptographie est utilisée pour garantir au propriétaire de garder le contrôle de son argent et pour protéger son anonymat. Elle doit aussi prévenir

<sup>52</sup> Pour plus d'information sur les monnaies complémentaires, on pourra lire le rapport de Jean-Michel Cornu : <http://www.club-jade.fr/images/jean-michel-cornu-l-innovation-monetaire.pdf>

- la création de fausses pièces,
- la copie des pièces,
- l'espionnage des transactions d'un client par sa banque ou des tiers.

### La monnaie à la DigiCash

La technologie de l'eCash a été mise au point dès 1993 par David Chaum au sein de sa société DigiCash. Cette monnaie a été mise en production par différentes banques mais elle n'a jamais pris. En Europe, la Deutsche Bank a fait une tentative en 2000.

Tout commence par la création des pièces. Il s'agit de créer de véritables pièces sans que la banque puisse savoir à qui elles appartiennent.

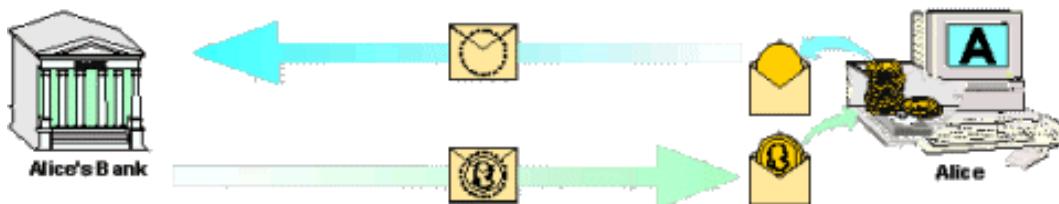


FIG. 5.24 : Créations “anonyme” de pièces eCash

Pour cela Alice crée une pièce vierge avec un numéro de pièce unique qu'elle cache dans une enveloppe avant de l'envoyer à sa banque en lui demandant de donner à cette pièce une valeur déterminée. La banque débite la valeur désirée du compte d'Alice, marque la pièce de cette valeur sans ouvrir l'enveloppe. Elle renvoie le tout à Alice qui extrait la pièce marquée et la range dans son ordinateur.

Bien sûr la pièce, l'enveloppe et le marquage de la banque sont des images qui représentent l'identifiant numérique généré par Alice et l'opération de cryptographie qui brouille l'identifiant et celle de la banque qui valide l'identifiant brouillé.

Lorsqu'Alice veut payer Bob, elle lui envoie les pièces qui font le montant demandé.



FIG. 5.25 : Alice donne des pièces à Bob qui les vérifie auprès de la banque d'Alice

Bob fait alors suivre les pièces à la banque d'Alice, laquelle vérifie qu'il s'agit de pièces qu'elle a validées (la banque ne peut pas savoir qu'il s'agit de pièces d'Alice). Elle vérifiera aussi que les pièces n'ont pas niveau déjà été utilisées.

Finalement, Bob peut demander à la banque d'Alice des pièces neuves de la même somme ou demander un virement sur son compte.

Parmi les points faibles de cette méthodes, notons la difficulté d'avoir l'appoint (sauf à avoir des millions de pièces d'un centime mais alors le coût de la transaction sera lourd) et l'obligation de devoir être connecté aux banques pour chaque transaction. Il est aussi probable que l'infrastructure du web 1.0 n'était pas adaptée à la diffusion d'une solution aussi lourde techniquement.

#### 5.4.2 Les Bitcoins

Comme pour PayPal, le succès des Bitcoins justifie qu'on leur consacre une section.

Contrairement à l'eCash, les bitcoins sont relativement simples à utiliser. Il n'y a pas de création de pièce pour l'utilisateur lambda donc pour en avoir, il faut en recevoir. Verser de l'argent revient à indiquer le numéro de transaction fourni par le vendeur et la somme à verser, c'est tout. Vous pouvez faire cela depuis votre ordiphone ou ordinateur. Le destinataire verra la somme arriver sur son logiciel comme le montre la figure 5.26 avec le logiciel Bitcoin-Qt.



Pour recevoir de l'argent, vous générez un numéro que vous transmettez. Vous pouvez générer autant de numéros que vous le souhaitez, un par client, un par achat ou un seul pour tout.

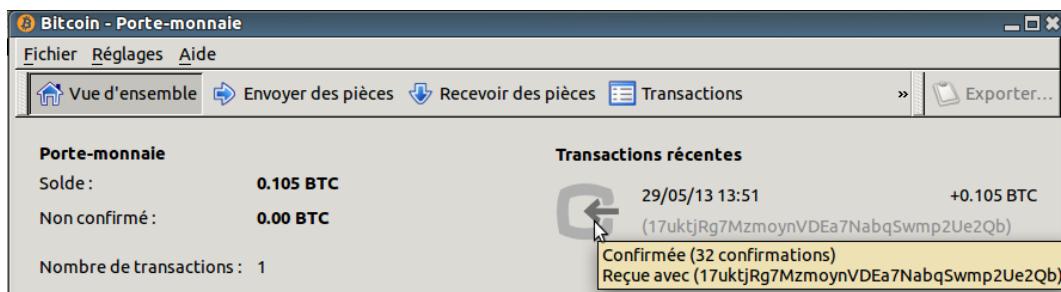


FIG. 5.26 : Réception de premiers bitcoins dans ce porte-monnaie

Le numéro 17uktjR... a été généré par ce porte-monnaie et transmis au payeur

Dans le cas de site web ou dans le monde physique, il peut être plus simple d'afficher un QR et ce d'autant plus que le QR code peut contenir le destinataire (anonyme), le montant demandé et un message associé. Ainsi le QR code peut être apposé sur une facture, sur un appel à don et tout ce qui ne nécessite pas un virement immédiat. C'est aussi utile avec son ordiphone pour permettre à un autre de vous faire un versement.

## Les portes-monnaies

Il existe des sites de stockage, que l'on peut assimiler à des banques<sup>53</sup>, qui gardent pour vous vos bitcoins. Ces sites ne sont nullement indispensables, mais peuvent offrir des services comme celui de pouvoir accéder à son argent à partir de différents appareils (web et ordiphone en général) et peuvent rassurer quand au versement de sommes<sup>54</sup>. Citons par exemple

- [Blockchain.info](#) qui a aussi la particularité d'afficher toutes les transactions effectuées,
- [Kraken](#) qui permet aussi l'échange de bitcoin contre des euros et dollars.

Bien sûr l'application de base, [bitcoin-qt](#), figure 5.26, permet de stocker ses bitcoins sur son ordinateur. Il est même possible d'utiliser un ordinateur non connecté à l'Internet pour donner stocker son argent et donner ses ordres, un autre ordinateur à qui on donne les instructions à l'aide d'une clef USB servant de relais (voir [Armory Bitcoin Client](#)).

Enfin on peut avoir autant de porte-monnaies que d'appareil (avec, par exemple, [Bitcoin Wallet](#) sur Android).

## Moralement

La grande force des bitcoins est qu'ils n'appartiennent à personne, donc à tout le monde. Les bitcoins sont une monnaie décentralisée. Il n'y a pas d'entreprise ou de banque derrière les bitcoins ni même d'État. Les bitcoins sont gérés par tous les serveurs qui collaborent en réseau, ces derniers étant rémunérés pour cela à un prix qui justifie leur travail mais qui estridiculement faible comparé aux autres systèmes de paiement<sup>55</sup>.

Une autre force des bitcoins est qu'il s'agit d'un logiciel libre. Cela implique que la sécurité du système peut être analysée par n'importe qui et surtout que tout le monde peut développer des applications liées au bitcoins. Ainsi on trouve de nombreuses applications pour ordinateurs et ordiphones mais aussi des applications au monde physique (il existe des pièces physiques bitcoin).

Notons enfin que la valeur des bitcoins est celle du marché de l'offre et de la demande. Actuellement cette valeur est hautement volatile aussi il est déconseillé d'y investir plus que ce que l'on peut se permettre de perdre. On peut néanmoins penser qu'elle se stabilisera avec le temps.

La popularité grandissante et certains événements géopolitiques ou simplement techniques ont régulièrement fait exploser le cours (l'échelle du cours est logarithmique figure 5.27). La valorisation des bitcoins a ainsi dépassé les 10 milliard de dollars en 2016 ce qui est hors du commun pour une monnaie non étatique, cf figure 5.23. Aussi il est possible que demain les États interviennent ce qui aura évidemment un impact sur le cours du bitcoin. En août 2013 l'Allemagne a reconnu le bitcoin comme une monnaie de transaction légale alors qu'en juillet la Thaïlande l'interdisait. En mars 2014 le fisc des Etats-Unis a déclaré que les bitcoins sont un bien et non une monnaie,

---

<sup>53</sup> d'ailleurs InstaWallet a fait l'expérience du holdup numérique et a perdu l'équivalent de 4,6 millions de dollars

<sup>54</sup> on peut supposer qu'il est plus difficile de tricher via ces sites qu'avec les bitcoins sur sa machine.

<sup>55</sup> le prix pour les bitcoins ne paie que ce travail alors que pour d'autres système, il comprendre la rémunération des banquier, une éventuelle assurance pour couvrir la fraude, les marges...

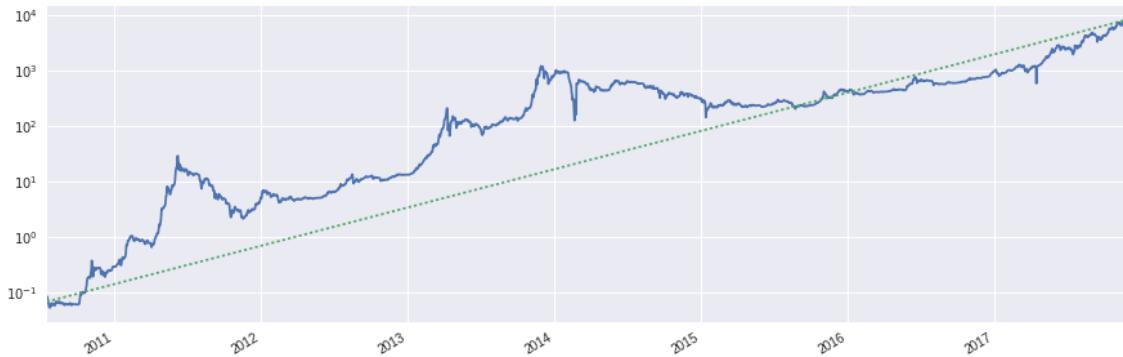


FIG. 5.27 : Bitcoin par rapport au dollars depuis 2010

et en tant que tel, sont imposables sur les plus values. En même temps le fisc danois indiquait ne pas vouloir taxer les bitcoins qui sont du ressort de la vie privée.

L'une des spécificités du bitcoin par rapport aux autres monnaie est d'avoir limité la masse globale maximale de bitcoins à 21 millions de bitcoins. Aussi si les bitcoins deviennent largement utilisés, la cours du bitcoin devrait constamment augmenter pour suivre la croissance de la richesse (PNB). Cela risque d'avoir pour conséquence l'arrêt des transactions, chacun préférant garder une monnaie dont la valeur croît. Sachant que les serveurs qui enregistrent les transactions seront à terme payés par un prélèvement sur ces dernières, de tels blocages pourraient détruire le système.

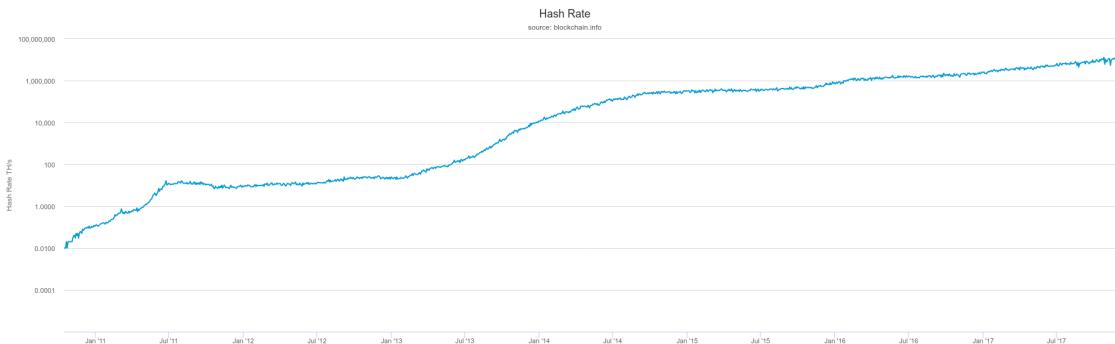


FIG. 5.28 : Évolution de la puissance de calcul des serveurs bitcoin

Enfin, la validation des transactions demande la résolution de problèmes mathématiques dont la difficulté croît avec la puissance de calcul mise en œuvre pour les résoudre ce qui implique un coût énergétique croissant avec le succès de bitcoin et/ou le renouvellement des serveurs. Le fait que la difficulté soit liée à la puissance de calcul devrait mener à un équilibre puisqu'à partir d'un moment la part de gâteau pour chacun sera trop petite pour être rentable. Cela étant cet équilibre ne semble pas encore atteint comme le montre la courbe 5.28 (même si la courbe semble plate vers la fin, on a quand même multiplié par presque 4 la puissance de calcul en 2016).

Cette puissance nécessaire pour faire fonctionner le système pose un problème écologique et a donné lieu à de nombreux articles. Si on peut mesurer le nombre de cycles d'horloges il est difficile de connaître la consommation électrique, tous les ordinateurs n'ayant pas la même efficacité

pouvant aller de 0,001 W-s par giga hash/s (GH/s) pour du hardware spécialisé à 19 W par GH pour un classique Raspberry Pi (chiffres de 2013). Une machine spécialisée la plus classique est l'ASIC que de nombreux mineurs utilisent. La version 2015 consomme 0,2 w/GH. Aussi une autre façon de calculer est d'évaluer le modèle financier des mineurs.

Fin novembre 2017, un gain journalier pour les mineurs est d'environ 20 millions de dollars. Cela permet de consommer beaucoup d'électricité tout en dégageant des bénéfices. Pour avoir un ordre de grandeur, 1 MW.an coûte environ 1 million de dollars en consommation de base. Certains annoncent que les mineurs dépensent 60% de leurs revenus en électricité ce qui permet au rythme d'aujourd'hui de dépenser 12 millions par jours soit 4,4 \$ par an donc 4,4 GW.an ou 38,5 TWh, soit presque la consommation annuelle de la Hongrie (40 TWh d'après le rapport 2017 de l'IEA). Il y a donc un véritable problème écologique qui n'existe que pour garantir que personne ne peut falsifier les transactions et non pas pour réaliser les transactions.

## Techniquement

La complexité des bitcoins est cachée dans la mécanique. Là encore on utilise la cryptographie massivement mais celle à base de courbes elliptiques et non celle présentée dans le premier chapitre qui s'appuie sur les nombres premiers. Sans entrer dans le domaine des courbes elliptiques, regardons comment les bitcoins fonctionnent.

Tout d'abord il s'agit de transferts et de traces de transferts. La notion de pièce n'est pas présente. Si j'ai reçu un transfert de 1 bitcoin (transaction A, ancienne) et que je dépense 0,2 bitcoins, alors tout le monde doit pouvoir voir que ces 0,2 bitcoins proviennent du bitcoin que j'avais reçu. La notion de remonter chaque transaction est à la base du système.

Pour authentifier tout cela, il faut que je signe mes paiements avec ma clef privée et, afin que le destinataire soit le seul à pouvoir revendiquer l'argent que je lui envoie. Ce même paiement doit être signé avec sa clef publique.

En pratique cela donne pour une transaction C (Courante) :

- entrée : la trace de la transaction de 1 btc (bitcoin) que j'ai reçu
- sortie 1 : la clef publique de mon destinataire et la somme de 0,2 btc
- sortie 2 : ma clef publique et la somme de 0,8 tbc (je me donne ce qui reste)

Je signe le tout avec ma clef privée et voilà. Notons que ma signature est obligatoire car la transaction A de 1 btc était signée avec ma clef publique.

Après la transaction C, la transaction A n'est plus utilisable car elle a un fils.

Dans le cas où je n'aurais pas eu une transaction avec suffisamment d'argent, j'aurais pu combiner plusieurs transactions reçues afin d'atteindre le montant voulu. La transaction décrite ci-dessus aurait alors eu plusieurs entrées.

**Double dépense** Afin que je ne puisse pas utiliser une seconde fois la transaction A pour payer quelqu'un d'autre, la transaction C est incorporée dans un bloc de transactions (lequel regroupe toutes les transactions des 10 dernières minutes en moyenne, cf [Blockchain.info](http://Blockchain.info)).

Lorsque ce bloc est publié, tout le monde est au courant de la transaction C, y compris le destinataire qui alors se considère payé. Bien sûr aucune autre transaction avec la transaction A en entrée sera acceptée. Si durant la création du bloc j'avais utilisé 2 fois la transaction A, alors une seule des 2 transactions aurait été acceptée et seul un destinataire aurait pu voir qu'il a été payé.

La force des bitcoins est que les blocs sont créés par tout le monde en résolvant un problème mathématique difficile, mais simple à vérifier lorsqu'on a la solution. Ainsi lorsqu'une personne indique qu'elle a la solution dans son bloc, les autres peuvent valider cette solution et tout le monde passe à la création du bloc suivant. Chaque bloc est lié à son précédent ce qui crée une chaîne de blocs.

Les créateurs de blocs, les mineurs, sont récompensés par environ 12,5 btc par bloc créé<sup>56</sup> plus un pourcentage sur les transactions enregistrées<sup>57</sup>. Avec le temps, le fixe baisse afin de ne pas créer trop de monnaie et le pourcentage augmente. Ce système motive les mineurs et fournit la puissance calcul nécessaire au bon fonctionnement général.

**Annuler la transaction** Une autre façon de tricher est de créer un bloc menteur qui ne comprend plus la transaction C pour remplacer le bloc qui la comprenait. Ainsi le destinataire a cru être payé, et donc a livré l'achat, mais finalement son argent disparaît et comme la transaction A n'a plus de fils, le payeur récupère l'argent. Pour éviter cela, on considère que seule la plus longue chaîne de blocs est la bonne. Aussi si je crée un bloc menteur pour remplacer le bon bloc, il va aussi falloir que je recrée tous les blocs suivants créés depuis. Or la construction d'un bloc est difficile à cause des problèmes mathématiques à résoudre et pour faire la chaîne de bloc la plus longue je dois aller plus vite que tous les autres mineurs réunis.

## Les bébés bitcoins

Le succès des bitcoins et les faiblesses annoncées tant dans la partie technique (validation d'une transaction en environ 10 minutes, sécurité) que dans la partie morale (masse monétaire constante, énergie) ont poussé à la création de monnaies alternatives basées sur les principes des bitcoins.

Le site [CoinChoose](#), qui permet aux mineurs de comparer les monnaies pour savoir laquelle est la plus rentable, la figure 5.29 permet de se faire une idée pour 2016 en tant qu'acheteur mais pour un mineur la problématique est différente et doit prendre en compte la concurrence. Le [wiki de Bitcoin](#) liste les monnaies les plus importantes, que cela soit en masse monétaire, en innovation, en fait marquant. Voici quelques monnaies *importantes* en 2016 :

- les Bitcoins (BTC), l'original et la plus grosse masse monétaire
- les Ripple (XRP), une des premières copies, rattaché à une entreprise qui veut interagir avec les banques mais elle a du mal,
- les Litecoins (LTC), une copie du Bitcoin avec des transactions plus rapides et une masse monétaire finale plus grande,

---

<sup>56</sup>fin 2017

<sup>57</sup> le pourcentage est choisi par le payeur mais plus il est important, plus les mineurs ont envie d'inclure la transaction dans leur bloc

- les Monero (XMR) offrent un plus grand anonymat que le Bitcoin,
- les Dash (DASH) permettent des transactions instantanées et un niveau de discréetion à la carte
- les Ethernum (ETH) sont un cas particulier en ce sens qu'il s'agit plus d'un système d'échange de transaction quelconque, mais en pratique c'est surtout utilisé comme monnaie.

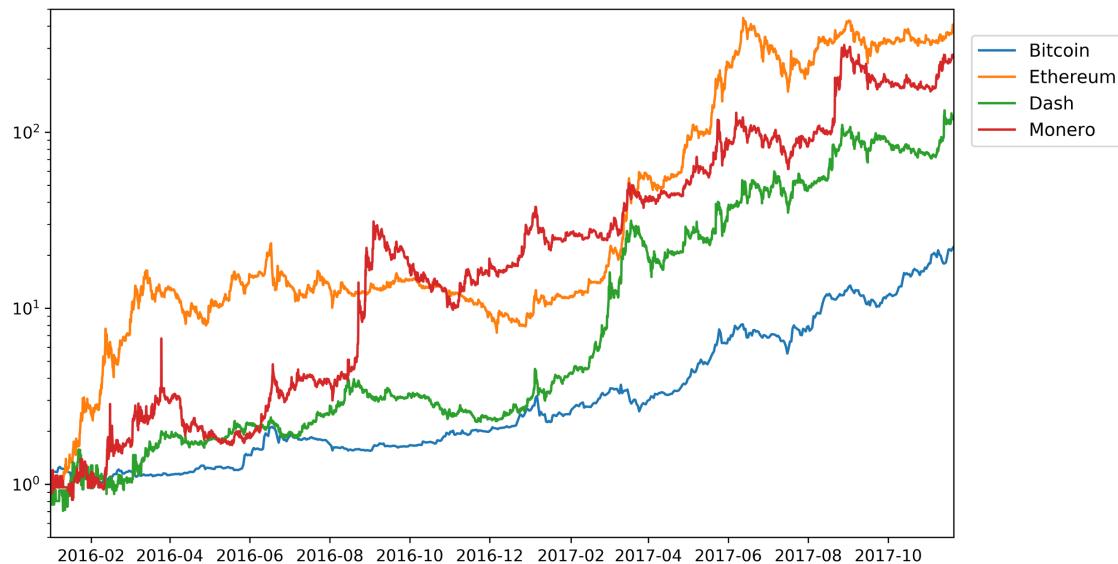


FIG. 5.29 : Évolution 2016-17 de crypto-monnaies majeures

Les cours sont normalisés au 01/01/2016

De nouvelles monnaies sont régulièrement créées. Il est toujours tentant d'y participer au début en comparant aux début du Bitcoin et des autres monnaies qui ont "réussi" mais attention aux risques que la monnaie soit abandonnées et que votre investissement disparaisse dans la poche de ceux qui ont l'ont créée. En ce sens, on peut se rapprocher d'un système de Ponzi.

## Plus

### Bitcoin

- le blog de Jacques Favier [la voie du Bitcoin](#) regarde avec son oeil d'historien cette nouvelle monnaie et les réactions qu'elle suscite.