

L'économie des systèmes d'information

Depuis de nombreuses années il existe un débat sur la rentabilité de l'informatique. Certains affirment que les investissements en informatique sont des opérations extrêmement rentables alors que d'autres pensent que c'est de l'argent jetée par la fenêtre. De nombreux économistes et consultants ce sont penchés sur la question sans arriver à dégager un avis clair et partagé. C'était un débat sans fin car on ne disposait pas de statistiques suffisantes pour trancher le débat.

Mais cet état de chose change. Depuis de nombreuses années l'OCDE publie périodiquement un ouvrage faisant le point sur l'informatique, Internet et le numérique : "Digital Economy Outlook". Ces ouvrages permettent de regrouper des informations jusqu'alors dispersées et d'établir des statistiques internationales à peu près cohérentes concernant les différents domaines concernés. Leur examen permet de faire apparaître un certain nombre de régularités permettant d'esquisser une économie des systèmes d'information.

Un si long débat

Pour comprendre les enjeux du débat il faut se rappeler qu'il existe depuis l'origine de l'informatique une curieuse discussion sur sa rentabilité. Est-ce que sont des investissements rentables ou des dépenses sans contreparties ? C'est une curieuse discussion car les entreprises, les administrations et les particuliers dépensent des sommes considérables en informatique et en télécommunication. On fait de l'informatique depuis plus de 65 ans, s'il n'y avait pas eu de contreparties on s'en serait sûrement aperçu et on aurait arrêté depuis longtemps cette gabegie. Sans cela on peut se demander pour quelle raison les entreprises, les administrations et les particuliers continuerait d'investir dans ce domaine si ce n'est pour faire plaisir aux actionnaires d'IBM, de Microsoft, d'Intel,...

Cette préoccupation est aussi ancienne que l'informatique. Elle est devenu un vrai sujet de débat lorsque Robert Solow, prix Nobel d'économie, écrit en 1987 dans un article du New York Time Booking (¹) une petite phrase en forme de boutade : "you can see the computer age everywhere but in the productivity statistics" "vous pouvez voir l'ère informatique partout sauf dans les statistiques de productivité". (Pour lire l'article cliquez ici <http://www.standupeconomist.com/pdf/misc/solow-computer-productivity.pdf>) Cette affirmation est si étonnante qu'elle a été appelée le paradoxe de la productivité (voir Wikipedia Proctivity paradox https://en.wikipedia.org/wiki/Productivity_paradox). Elle a été à l'origine de

¹ - Il est intéressant de noter que cet article n'avait rien à voir avec l'informatique. C'était la critique d'un livre : « Le mythe de l'économie post-industriel ».

nombreux travaux notamment ceux de Erick Brynjolfson (« The Productivity Paradox of Information Technology : Review and Assessment » : https://www.researchgate.net/profile/Erik_Brynjolfsson2/publication/220423773_The_Productivity_Paradox_of_Information_Technology/links/53ecf40f0cf2981ada1109c9.pdf). Après de nombreuses constatations et différentes réflexions il finit par expliquer le paradoxe de Solow par la difficulté de mesurer la productivité due à l'informatique.

Un article plus récent de Jack Triplett de la Brookings Institution (The Solow Productivity Paradox : What Do Computer Do to Productivity : <http://www.brookings.edu/~media/research/files/articles/1999/3/04technology-triplett02/199904.pdf>) fait la synthèse sur le sujet⁽²⁾. Sa conclusion est aussi pour le moins ambiguë : Les différents auteurs qui se sont penchés sur le sujet n'ont pas réussi à démontrer la rentabilité des investissements informatiques cependant ils ont le "sentiment" qu'il existe un effet entre ces dépenses et les gains de productivité mais ils ne sont pas mesurables.

Il est certain que l'outil statistique de nombreux pays n'était pas adapté à prendre en compte les TIC et leur impact. D'abord, les dépenses informatiques étaient dispersées dans la masse des charges des différents secteurs économiques. Mieux, pendant longtemps les informaticiens étaient ignorés dans les recensements. Mais surtout on a pendant longtemps recherché une relation entre les dépenses informatiques et les résultats de l'entreprise ou d'autres indicateurs du même type avec l'hypothèse sous-jacente que plus on dépense en informatique plus on est riche.

Ce n'était pas la bonne approche car une partie importante des dépenses informatiques n'ont pas d'effets directs sur les résultats financiers de l'entreprise. Ainsi, la maintenance des systèmes matériels et logiciels n'ont pas d'impact sur les performances de l'entreprise. Ces dépenses sont nécessaires et ce sont des sommes importantes sensiblement égales aux amortissements des investissements.

En fait la variable à suivre n'est pas le total des dépenses informatiques mais le montant des investissements effectués tant en matériels qu'en logiciels. De même le résultat net n'est pas le meilleur indicateur à suivre car il n'est pas possible de dégager dans cette masse les gains propres aux systèmes d'information. La valeur créée est un meilleur indicateur. Elle se mesure par le montant de la valeur ajoutée par salarié. Au niveau national c'est le ratio du PIB sur le total de la population active. Dans l'entreprise on se basera sur le rapport entre la valeur ajoutée créée et le total des effectifs, quel que soit leur statut.

Les facteurs de croissance

Dans son travail de clarification l'OCDE a commencé par définir ce que sont les dépenses informatiques et les effectifs informatiques. Les effectifs informatiques sont égaux à 3 % des effectifs totaux des pays de l'OCDE. Ils vont de 6,1 % en Finlande à 1,1 % en Turquie. Le pourcentage de la France est voisin de la moyenne à 2,8 %. La valeur ajoutée créée par le secteur des TIC représente 5,5 % du PIB. Il va de 10,8 % en Corée à 2,7 % au Mexique. En France a un ratio de 4,3 % soit 22 % en dessous de la moyenne.

² - Cet article contient une bibliographie détaillée du sujet.

Dans un deuxième temps l'OCDE a procédé à l'analyse de la croissance globale du PIB selon les facteurs contributifs. Ce travail a porté sur la décennie 2000-2009. L'analyse concerne 20 pays. La croissance moyenne du PIB au cours de cette période est de 1,8 % par an allant selon les pays de 0,1 % à 3,1 %.

Pour effectuer cette analyse l'OCDE a identifié quatre facteurs de croissance principaux :

- L'augmentation du volume de travail. Il est responsable de 0,38 % de la croissance constatée sur une croissance globale de 1,8 %.
- L'impact des investissements informatiques. Ils sont responsables de 0,38 % de la croissance constatée.
- L'impact de tous les autres investissements effectués, en dehors de l'informatique. Ils sont responsables de 0,38 % de la croissance constatée.
- La productivité des facteurs qui est responsable de 0,65 % de la croissance constatée.

On notera que globalement les trois premiers facteurs : le travail, le capital informatique et le reste du capital expliquent étrangement un pourcentage identique même si d'un pays à l'autre ils sont très variables. Ces trois facteurs représentent chacun le cinquième de la croissance constatée. Le quatrième facteur qui correspond la productivité des facteurs qui représente tout ce qu'on ne sait pas mesurer autrement (Voir sur Wikipédia : https://fr.wikipedia.org/wiki/Productivit%C3%A9_globale_des_facteurs). Elle représente le double des autres facteurs soit 36 % de la croissance globale constatée. Ils sont liées à la recherche et développement, aux progrès de l'organisation, à l'amélioration de la formation,....

OECD Key ICT indicators

15. Contributions of ICT investment to GDP growth, 2000-09. Annual average growth (%)

	Labour input	ICT investments	Non-ICT investments	Multi-factor productivity	GDP growth	ICT/Croissance
Denmark	0,49	0,62	0,34	0,14	1,59	39,0%
New Zealand	1,1	0,53	0,46	0,52	2,62	20,2%
Australia	1,41	0,51	0,78	0,43	3,14	16,2%
United Kingdom	0,44	0,51	0,33	1,25	2,53	20,2%
Belgium	0,46	0,49	0,07	0,48	1,52	32,2%
United States	-0,35	0,45	0,25	1,16	1,51	29,8%
Netherlands	0,77	0,43	0,19	0,55	1,95	22,1%
Sweden	0,12	0,43	0,3	0,74	1,59	27,0%
Japan	-0,4	0,42	-0,02	1,21	1,2	35,0%
Canada	0,74	0,4	0,57	0,01	1,71	23,4%
Spain	0,91	0,38	0,81	0,16	2,26	16,8%
Switzerland	0,65	0,37	0,26	0,22	1,5	24,7%
France	0,22	0,32	0,34	0,26	1,14	28,1%
Austria	0,45	0,31	0,22	1,16	2,15	14,4%
Korea	-0,11	0,3	0,82	2,8	3,81	7,9%
Portugal	0,1	0,3	0,36	0,03	0,8	37,5%
Ireland	0,48	0,26	0,79	1,25	2,74	9,5%
Finland	0,2	0,23	0,2	0,97	1,57	14,6%
Italy	0,25	0,23	0,47	-0,83	0,11	209,1%
Germany	-0,24	0,19	0,17	0,43	0,54	35,2%

Moyenne	0,3845	0,384	0,3855	0,647	1,8	21,3%
---------	--------	-------	--------	-------	-----	-------

Contribution des investissements informatiques à la croissance du PIB – Source OCDE

Comme on le voit la part de la croissance attribuable aux TIC est l'ordre de 20 % de la croissance totale constatée. C'est beaucoup car il y a trente ans sa contribution était probablement négligeable ce qui explique, peut-être, la difficulté ressentie par Robert Solow pour l'observer. Ces gains sont aujourd'hui importants et ils vont probablement continuer de croître dans les années à venir.

On notera dans ce tableau que certains pays ont des gains liés aux TIC très élevés et atteignent 35 à 40 % de la croissance globale comme au Danemark, en Allemagne, au Portugal ou au Japon. Quelques autres pays ont une contribution faible des TIC, inférieure à 10 %, comme la Corée ou l'Irlande.

Le développement de nouveaux services comme la messagerie, les réseaux sociaux, les moteurs de recherche, le commerce électronique, l'Internet des Objets (IoT),... se sont traduits par le développement d'importants systèmes d'information et ne peuvent qu'augmenter la contribution des TIC à la croissance globale. En effet, les entreprises ont dépensé des sommes considérables pour développer des systèmes d'information de plus en plus complexes. Or tout ce qu'on sait sur la vague des transformations numériques en cours font penser que ce pourcentage ne peut que croître dans les années à venir. Dans ces conditions le volume des investissements informatiques ne peuvent que s'accélérer. Il est donc probable que dans ces conditions dans les années à venir que leur contribution à la croissance économique va croître.

Dans les années à venir les investissements informatique vont continuer d'être massifs

L'impact des investissements informatiques est caractérisé par deux faits essentiels qu'il serait dangereux de sous-estimer :

- La contribution ces investissements à la croissance n'est pas immédiate. Il faut parfois plusieurs années avant qu'ils puissent faire sentir leurs effets. En effet, la conception puis la réalisation d'un projet peut prendre plusieurs années et il faut ensuite un temps équivalant pour qu'il puisse faire sentir ses effets : montée en charge, vente de nouveaux produits ou services, évolution de l'organisation, Il est raisonnable de considérer que le délai est de 3 à 5 ans entre le début de l'investissement et l'apparition des gains.
- Généralement les investissements dans les TIC ont un impact important sur l'efficacité économique des entreprises notamment sur leur capacité à créer de la valeur ajoutée et donc de la croissance économique. Cependant il existe dans la masse de ces investissements des opérations peu rentables voir des applications générant des pertes. Pour cette raison il est important d'effectuer des études de faisabilité des nouveaux projets et d'auditer périodiquement les applications opérationnelles.

Pour apprécier l'importance des investissements informatiques il est intéressant de prendre le cas particulier d'un pays, par exemple la France et de rappeler quelques chiffres publiés par l'Insee (Trente-cinq ans de services d'information et de communication, Insee Première n°1575, novembre 2015 http://www.insee.fr/fr/themes/document.asp?ref_id=ip1575). La valeur ajoutée créée par les TIC en France en 2014 est de 92,9 milliards d'euros soit 4,4 % du PIB ⁽³⁾ et les investissements informatiques sont, cette année, de 54,1 milliards d'euros en logiciels et de 10 milliards d'euros pour le matériel informatique et de communication soit au total 64,1 milliards de dollars ⁽⁴⁾. Les investissements représentent 69 % de la valeur ajoutée créée. Pour apprécier l'importance de ces dépenses on peut les rapporter au total des investissements des entreprises et des administrations effectués en France cette année-là. Ils sont égaux à 353 milliards d'euros. Les investissements informatiques représentent donc 18,2 % du total des investissements.

Plus on investit en informatique plus sa contribution à la croissance économique est forte

Il est aujourd'hui possible de mesurer l'impact de ces investissements informatiques comme celui des autres investissements sur l'économie. Comme le montre le tableau ci-dessous certains pays investissent massivement en informatique comme l'Australie, le Canada, les Pays-Bas, la Suède, la Grande-Bretagne et, bien entendu, les USA. Ils consacrent à l'informatique entre 20 % et les 28 % du total de leurs investissements. Cela représente entre 3 et 4 % du PIB et cela se traduit par une contribution à la croissance comprise entre 0,6 % et 0,8 % du PIB.

D'autres pays sont plus prudents et effectuent moins d'investissements en informatique comme le Portugal, la France, l'Irlande, le Japon, l'Allemagne, la Finlande et le Danemark. Ils leur consacrent entre 12 % et 19 % du total de leurs investissements. Cela représente entre 2,1 % et 2,7 % du PIB et ils ont une contribution à la croissance du PIB comprises entre 0,3 % et 0,6 %

Ceci montre que les pays qui consacrent entre 20 % et 30 % de leurs investissements à l'informatique ont, sur longue période, un taux de croissance économique **double** de ceux qui y consacrent moins de 20 %.

	Inv ICT/FBCF	Contribution inv.ICT/PIB	
Portugal	12,0 %	0,35 %	2,1 %
France	13,0 %	0,33 %	2,0 %
Irlande	14,5 %	0,60 %	2,2 %
Italie	15,5 %	0,40 %	2,3 %
Japon	15,5 %	0,50 %	3,7 %
Allemagne	16,5 %	0,40 %	2,4 %

³ - L'INSEE mesure la valeur ajoutée créée par le secteur des TIC mais n'estime pas celle produite par l'ensemble des entreprises grâce aux investissements informatiques qu'elles effectuent.

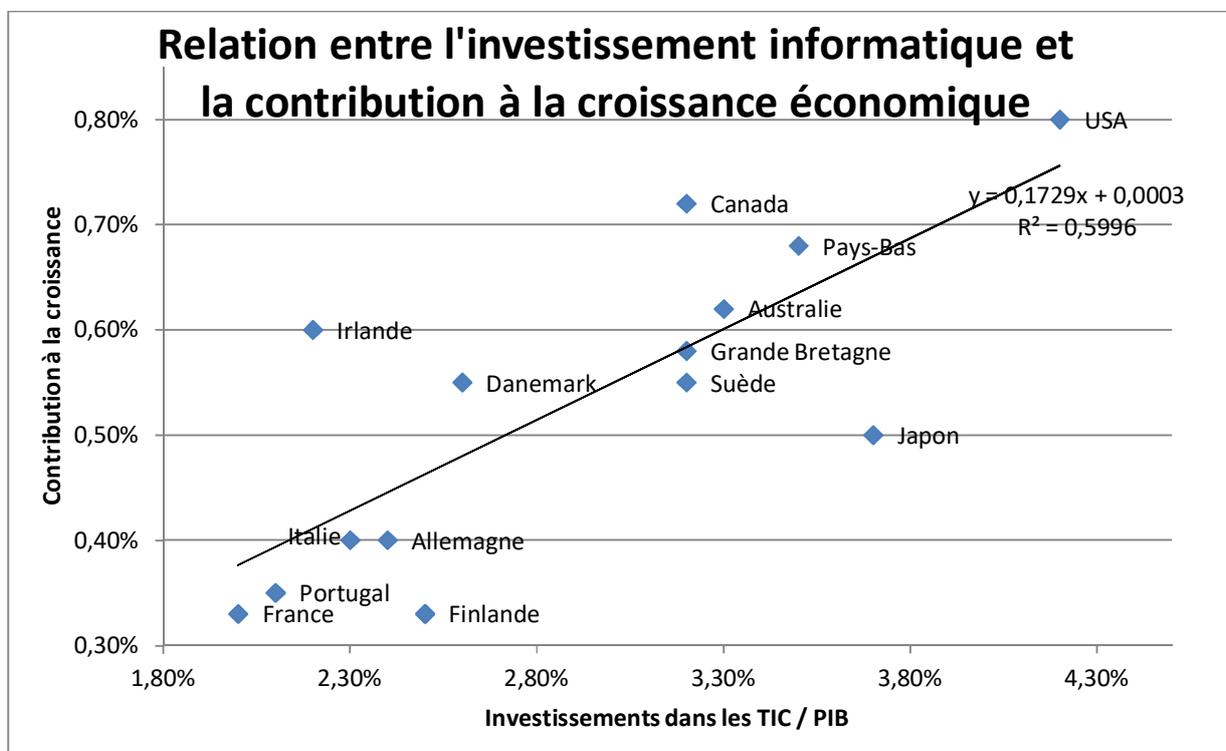
⁴ - On note que si l'enveloppe globale augmente mais celle consacrée au matériel diminue alors que celle du logiciel (progiciel, logiciels systèmes, développements internes ou externes) augmente.

Finlande	17,0 %	0,33 %	2,5 %
Danemark	19,0 %	0,55 %	2,6 %
Australie	20,0 %	0,62 %	3,3 %
Canada	21,0 %	0,72 %	3,2 %
Pays Bas	21,0 %	0,68 %	3,5 %
Suède	22,0 %	0,55 %	3,2 %
Grande Bretagne	22,0 %	0,58 %	3,2 %
USA	28,0 %	0,80 %	4,2 %

Investissements informatiques par rapport au total des investissements, de la PIB et contribution de ces investissements à la croissance économique. Source OCDE.

Si on positionne les différents pays du tableau précédant sur un graphique avec en abscisse le pourcentage des investissements informatiques et en ordonnée leur contribution à la croissance du PIB on constate qu'ils s'alignent assez bien selon une droite du type $y=ax+b$ avec un coefficient de corrélation de 0,6. Le coefficient « a » est égal à 0,17 c'est-à-dire que si on investit 1 % du PIB en plus en informatique on augmente le taux de croissance annuel du PIB de 0,17 % soit à peu près un pourcentage de l'ordre de 0,2 %. Quant à la partie fixe « b » elle est égale à 0,0003 soit quasiment nul.

Ce coefficient de 0,17 % peut paraître faible mais il faut se rappeler que sur la période de 10 ans allant de 2000 à 2009 la croissance moyenne de ces 14 pays a été de 1,7 %. Comme en moyenne les investissements informatiques sont égales à 2,9 % du PIB, tous pays confondus, ceci veut dire en appliquant l'équation trouvée que la contribution de l'informatique à la croissance a été égal à 0,49 point de PIB soit 29 % de la croissance constatée.



Graphique : Le poids des investissements informatiques par rapport au PIB et la contribution de l'informatique à la croissance du PIB.

Pendant longtemps on a recherché une relation globale entre l'ensemble des dépenses informatiques et le résultat net de l'entreprise où les gains de productivité. Mais, malgré de nombreux efforts on n'a rien trouvé pour la bonne et simple raison que cette relation n'existe pas. En vérité la relation est entre le poids des investissements informatiques et la valeur ajoutée créée par l'entreprise. C'est le cœur de l'économie des systèmes d'information.

Les investissements informatiques permettent d'augmenter la richesse créée par les entreprises

Les investissements informatiques ont, en effet, de nombreux effets sur la croissance. Parmi ceux-ci quatre facteurs semblent particulièrement importants :

- **L'augmentation des investissements informatiques.** Ils entraînent une augmentation du chiffre d'affaires des constructeurs et des sociétés de services. En France sur moyenne période le poids du secteur des TIC augmente chaque année de 5,4 %. En 35 ans leur poids est passé de 3,5 % du PIB en 1980 à 4,4 % en 2014. Sur l'ensemble des 29 pays de l'OCDE la croissance a été en moyenne de 5,5 % par an en 2013. La croissance de ces dépenses a un effet direct sur celle du PIB.
- **Des gains de productivité des activités de services.** Ils se mesurent par l'amélioration des performances des procédures des entreprises et des administrations comme la prise de commande-facturation, la comptabilité, la paie, la logistique,... Ces gains se traduisent par une diminution du poids des frais généraux, dépenses informatiques comprises. C'est l'effet traditionnel de l'informatique classique.
- **L'augmentation de la marge brute de l'entreprise.** Ces gains sont obtenus grâce à l'amélioration de la productivité de la production grâce à une meilleure planification mais aussi grâce à une baisse des coûts des matières premières, des achats de pièces détachées,... Il est de même possible d'augmenter la marge en diminuant le prix d'achat des produits revendus en l'état.
- **La création de nouvelles activités.** Elles se traduisent par un supplément de chiffre d'affaires et de marge. Ceci se fait en créant de nouveaux services comme le commerce électronique les moteurs de recherche, les réseaux sociaux, ... On assiste à un développement rapide des plateformes de service comme Google, Amazon, Airbnb, Facebook, Uber, Booking,... La plupart de ces services permettent de créer de la valeur. Or, si on les analyse on constate que ce sont des systèmes d'information. Leur développement est probablement le moteur de la croissance des prochaines années.

La conjonction de ces quatre facteurs expliquent en grande partie l'appétit croissant des entreprises pour les investissements informatiques.

Ceci montre que chaque euro (ou chaque dollar, Yen, Yuan, Livre,...) investi en informatique se traduit par une augmentation de la capacité des entreprises et des administrations à créer de la valeur. Bien sûr dans la masse des opérations il existe des investissements qui ne donnent pas les

résultats attendus mais on globalement constate que l'ensemble de ces dépenses contribuent de plus en plus fortement à la croissance économique.

L'indicateur à suivre

Pour suivre cet évolution il est nécessaire de mesurer la capacité de l'entreprise à créer de la valeur. Ceci peut se faire de différentes manières, mais en pratique le meilleur indicateur est de calculer le montant de la valeur ajoutée créée par salarié.

Cet indicateur varie d'un pays à l'autre et d'un secteur économique à l'autre. En ce qui concerne les pays on a l'habitude de suivre la valeur ajoutée par habitant par pays calculée en dollars et en PPA, en parité de pouvoir d'achat. Ils sont calculés chaque année par le CEPII dans « L'économie mondiale 2016 » ⁽⁵⁾ (http://www.cepii.fr/PDF_PUB/em/2016/em2016-08.pdf) (ces montants sont calculés en dollars par an et par habitant et les derniers connus portent sur l'année 2014) :

- Portugal	25.823 dollars,
- Espagne :	32.082 dollars,
- Italie :	33.951 dollars,
- France :	37.123 dollars,
- Royaume-Unis :	37.963 dollars,
- Allemagne :	43.733 dollars,
- Etats-Unis :	52.093 dollars,
- Suisse :	54.968 dollars,
- Norvège :	62.900 dollars.

Entre le Portugal et la Norvège le montant de la valeur ajoutée par habitant varie dans un rapport supérieur du simple au double même si le montant élevé de la Norvège est, en grande partie, dû au pétrole.

De même on observe des variations très importantes d'un secteur économique à l'autre (Voir « L'Economie française, Comptes et Dossiers », Edition 2015, INSEE). En moyenne la valeur ajoutée par personne active (salarié et non-salariés) est en France 76.000 euros par personne et par an. Ce chiffre moyen recouvre des variations importantes. Il est faible dans l'agriculture avec 38.300 euros et les services aux ménages avec 41.900 euros. Il est élevé dans l'information et la communication avec 132.500 euros ou le matériel de transport (secteur de l'automobile) 119.400 euros. Il est particulièrement élevé dans le cas des services immobiliers et les services financiers mais ceci correspondent à des situations spécifiques.

	VA : Valeur Ajoutée	ET : Effectifs	VA/ET
	en milliards d'euros	en centaines de milliers	
Agriculture	32,0	836,1	38 273 €

⁵ - « L'économie mondiale 2016 » CEPII, La Découverte, Collection Repères.

Energie, eau et déchets	49,1	303,6	161 726 €
Industrie agroalimentaire	42,5	586,9	72 414 €
Cokéfaction et Raffinage	1,0	8,3	120 482 €
Biens d'équipement	29,3	312,8	93 670 €
Matériels de transport	22,6	189,3	119 387 €
Autres branches industrielles	118,4	1 470,6	80 511 €
Construction	108,4	1 796,8	60 329 €
Commerce	195,9	3 365,1	58 215 €
Transports	89,5	1 289,9	69 385 €
Hébergement-restauration	52,2	1 009,5	51 709 €
Information- Communication	92,9	701,2	132 487 €
Services financiers	85,8	757,8	113 222 €
Services immobiliers	245,6	326,9	751 300 €
Services aux entreprises	244,0	3 640,1	67 031 €
Services non-marchands	443,0	7 591,7	58 353 €
Services aux ménages	58,1	1 385,7	41 928 €
TOTAL	1 910,3	25 141,4	75 982 €

Tableau : valeur ajoutée, effectifs et ratio VA/ET en euros par secteur économique en 2014

On notera que les secteurs industriels ont des chiffres voisins de la moyenne à l'exception des secteurs de l'énergie avec 161.700 euros et le secteur cokéfaction et raffinage. Le ratio de ce secteur est peu significatif car les effectifs de ce secteur sont aujourd'hui réduits à 8.300 personnes.

Les secteurs de services comprennent deux groupes très différents : des secteurs à faible valeur ajoutée comme les services aux ménages, l'hébergement et la restauration, les services non-marchand, le commerce, ... et des services à plus forte valeur ajoutée comme le secteur de l'information et de la communication (c'est-à-dire l'informatique et les télécoms) et le secteur financier, c'est-à-dire des banques et des compagnies d'assurance.

De plus, comme on l'a précédemment vu, on sait que le secteur de l'information et de la communication a un effet indirect dans tous les autres secteurs en permettant le développement des systèmes d'information. Ils jouent un effet de levier indirect en leur permettant d'augmenter de manière significative la capacité des entreprises à créer de la valeur ajoutée.

Il est probable que dans les prochaines années on va assister à un déplacement de la population active des secteurs à faible valeur ajoutée vers ceux à moyenne et à forte valeur ajoutée. De plus de nombreuses activités à moyenne valeur ajoutée vont améliorer leurs performances grâce au développement des services à forte valeur ajoutée au sein de leurs activités traditionnelles grâce à la transformation numérique. Il suffit d'observer les progrès réalisés ces dernières années dans quelques secteurs pour anticiper sans peine ce qui va se passer.

Tous les secteurs de l'entreprise sont concernés

Les opportunités d'investissement sont nombreuses et variées. Elles concernent presque tous les secteurs économiques. Pour montrer la grande variété des situations rencontrées examinons quelques exemples significatifs :

- Dans **l'industrie** on a assisté à de profondes mutations qui, en quelques années, ont profondément modifiés ces différents métiers :
 - La conception des produits notamment dans l'automobile et l'aviation. Traditionnellement il fallait six ans pour passer de la première esquisse aux premiers véhicules produits en série. Grâce à la CAO et surtout aux maquettes numériques il a été possible de supprimer les pré-séries et ainsi de ramener le délai de 6 ans à 2,5 ans. De même, grâce aux simulations il est possible d'accélérer la phase d'industrialisation et d'améliorer la qualité de la production. Derrière l'automobile et l'aviation toutes les industries d'assemblage ont considérablement pu faire évoluer les phases de conception de leurs produits.
 - Mais dans le secteur de l'automobile la mutation à venir la plus importante est sans contestation possible l'arrivée de la voiture autonome. Selon les estimations on l'annonce à une date comprises entre 2020 et 2025. Le principal frein à sa généralisation n'est pas technique mais psychologique. En attendant on va assister au développement des ADAS : Advanced Driver Assistance Systems, qui sont des fonctions du pilotage automatique vendues comme de l'assistance au pilotage qui permettront d'améliorer la sécurité des véhicules. Ils assureront le freinage en cas d'urgence, le changement de voie, la gestion de l'angle-mort, le dépassement sur route, le parking en ville, la détection de la somnolence, le respect des limitations de vitesse et des distances de sécurité,... La voiture est en train de devenir un réseau de processeurs bourrés de logiciels.
 - Le secteur pétrolier a amélioré de manière significative ces dernières années l'exploitation des réserves existantes et a réussi à trouver de nouveaux réservoirs grâce à l'informatique. Ceci s'est fait grâce à des analyses plus fines des relevés sismographiques, des simulations en 3D de la composition des couches du sous-sol,... Ces outils ont aussi permis un meilleur contrôle du pompage et donc une meilleure exploitation des réservoirs connus. De même des progrès considérables ont été faits en matière de forage notamment en eaux profondes. A la suite de graves incidents des progrès importants ont été réalisés dans le domaine de la sécurité des plateformes grâce à l'automatisation de ces opérations et l'amélioration de la maintenance des équipements. Tout ceci s'est fait grâce à l'utilisation massive de l'informatique.
 - De même les industries d'assemblage ont profondément évoluées grâce à l'informatisation des processus, de la logistique, de la gestion des pièces,... C'est l'objet d'une initiative allemande : Industrie 4.0 (https://fr.wikipedia.org/wiki/Industrie_4.0) dont l'objectif est de créer des usines intelligentes. Elle « se caractérise par une communication continue et instantanée entre les différents outils et postes de travail intégrés dans les

chaînes de production et d'approvisionnement ». Ceci doit permettre de rendre la production plus souple et faire baisser les coûts.

On pourrait multiplier les exemples pour montrer que l'ensemble des industries est entrée dans une nouvelle phase de développement. L'informatique était jusque-là une fonction d'intendance chargée de faciliter le suivi des fabrications. Elle devient le cœur du métier. C'est le sens des transformation numériques en cours.

- **Les services** sont aussi en train de changer en profondeur. Ceci concerne la manière de produire les services et de fournir de nouvelles prestations. Elle a pour conséquence de bouleverser l'ensemble du tissu économique :
 - La réservation et la billetterie est le changement le plus radical observé dans le monde du transport depuis dix ans. En ce temps-là, pas si éloigné, pour acheter un billet d'avion ou de train il fallait se rendre dans une agence ou dans une gare. Aujourd'hui tout se fait par Internet. Le billet classique a disparu et chacun arrive avec sa carte d'embarquement qu'il a, au préalable, imprimé chez lui.
 - Les médias sont directement touchés. Les lecteurs abandonnent le papier pour lire les nouvelles du jour sur leur smartphone, leur tablette ou leur PC. Cela ne les empêche pas de lire sur papier des magazines ou des revues. Par contre la presse traditionnelle perd une grande partie de sa clientèle et, par conséquence, voit le volume de publicité diminuer ce qui se traduit par la baisse significative de son chiffre d'affaires. De même les chaînes de télévision perdent une partie de leur clientèle traditionnelle qui préfère regarder leurs émissions en replay, sur YouTube ou s'abonner à Netflix.
 - Elargir les services sur le lieu de vente. De nombreux commerçants proposent à leurs clients sur le lieu de ventes des automates ou des PC permettant d'élargir l'offre notamment en matière de choix de coloris, de taille, de variantes, Cela permet de réduire le niveau des stocks en boutique. Lorsque le client a fait son choix on lui demande de revenir le lendemain ou d'aller sur un autre point de vente pour acquérir ce produit ⁽⁶⁾. Il est de même possible d'automatiser les opérations simples comme dans la banque : la consultation des comptes, les virements, les dépôts de chèques ou de liquide, En attendant la banque à distance cela permet de restructurer le réseau des agences et d'en réduire les coûts. De même lorsqu'un personne achète une voiture le vendeur lui propose aujourd'hui un crédit, un contrat d'assurance, voir un contrat d'entretien. Tout ceci repose sur la mise à disposition des vendeurs de système d'information de vente puissants. Ainsi la plupart des activités peuvent bénéficier d'un développement de services fournies aux clients que ce soit à titre gratuit ou onéreux.

⁶ - Ce dispositif a le double avantage d'élargir l'offre proposé tout en permettant de réduire le niveau des stocks des points de ventes. Il est ainsi possible d'inciter le client à rechercher l'article sur le Web puis d'aller en boutique pour voir l'article recherché et l'emporter. De nombreux sites indiquent, grâce à la géolocalisation, la boutique la plus proche disposant de cet article.

- **Le commerce électronique** connaît un succès croissant. On estime que son chiffre d'affaires mondial est de l'ordre de 1.400 milliards de dollars et il croît à un rythme de l'ordre de 20 à 25 % par an. Il représente actuellement environ 6 % de l'ensemble du commerce de détail mondial qui est estimé à 22.500 milliards de dollars. Il est probable que le poids du commerce électronique va croître dans les années à venir.
 - Amazon est le symbole du succès du commerce électronique. Du livre ils sont passés à l'informatique, aux vêtements, C'est un gigantesque supermarché. Cependant son chiffre d'affaires de 88,9 milliards de dollars ne représente que 5,5 % du commerce électronique mondial. Il n'est pas seul. Dans chaque pays une ou deux entreprises se dégagent du lot comme en France Rue-du-commerce ou Ventes-privées. En Chine Alibaba se développe rapidement et le marché chinois est le premier au monde avec un chiffre d'affaires du commerce électronique estimé à 400 milliards de dollars.
 - Les entreprises classiques ont réagi en créant leurs propres sites de commerce électronique parfois sous leur nom comme la FNAC ou Darty soit sous un autre nom comme Casino avec Cdiscount. Contrairement à une affirmation souvent répétée ceux qui réussissent le mieux ne sont pas les « start-up pure player » mais des sites appartenant à des entreprises traditionnelles qui ont su prendre le virage du commerce électronique. Ce sont « des mortars » comme : Otto Group (dont font partie Les 3 Suisses), Staples (en France JPG), Home Retail Group (qui fait partie du groupe Habitat), Tesco Stores (1^{er} distributeur anglais), Cdiscount (1^{er} entreprise française de la liste), ... Ceci montre que la distribution est un vrai métier. On ne s'improvise pas commerçant.

Rang Europe	Société	Pays	CA Web 2012 (millions €)	CA Web 2011 (millions €)	Croissance 2012
1	Amazon.com	USA	12 293	10 297	19,38%
2	Otto Group	All	5 610	5 220	7,47%
3	Staples	USA	3 167	3 248	-2,49%
4	Home Retail Group	UK	3 020	2 561	17,95%
5	Tesco Stores	UK	2 918	2 780	4,98%
6	Apple	USA	1 693	1 355	24,98%
7	Cdiscount.com Casino	Fra	1 557	1 343	15,95%

Rang Europe	Société	Pays	CA Web 2012 (millions €)	CA Web 2011 (millions €)	Croissance 2012
8	Tengelmann	All	1 520	507	200,00%
9	Shop Direct Group	UK	1 474	1 38	5,46%
10	Sainsburys	UK	1 352	1 122	20,45%
11	Vente-Privee.com	Fra	1 307	1 075	21,54%

Source : Internet Retailer / Top 500 Guide

- Mais le marché le plus important n'est pas le B to C mais le B to B, c'est-à-dire tous les échanges inter-entreprises. De plus en plus d'entreprises clientes gèrent leurs flux d'achats avec leurs fournisseurs grâce à la synchronisation de leurs systèmes informatiques. Jadis on avait misé sur l'EDI mais les résultats n'ont pas été à la hauteur des efforts effectués. Depuis une dizaine d'année on a assisté au développement de la « Supply Chain » (https://fr.wikipedia.org/wiki/Gestion_de_la_cha%C3%A9ne_logistique) qui permet de fluidifier les approvisionnements. A terme presque toutes les entreprises seront concernées par ce type d'échange largement automatisé.

Comme le montre ces exemples tous les secteurs sont concernés. Déjà le tourisme et le transport aérien, la musique (notamment la chanson), la presse, les taxis, l'hôtellerie, ... ont déjà été bouleversés. Mais ce n'est que le début du processus de transformation. Dans ces conditions il est certain que dans les prochaines années les investissements informatiques, qui sont pour l'essentiel des logiciels achetés ou développés de manière spécifique, vont croître et vont conditionner l'importance et la rapidité des développements à venir. Les entreprises qui survivront sont celles qui auront réussi à s'organiser autour de plateformes supportant des systèmes d'information de plus en plus puissants.

Les conditions de la réussite

Pour réussir le développement de ces futurs systèmes d'information il va être nécessaire de renforcer la gouvernance des systèmes d'information. Trois acteurs clés sont directement concernés :

- **Les décideurs.** Ils ont la responsabilité d'anticiper le futur rôle des systèmes d'information. Il est pour cela nécessaire de les comprendre. Or, très souvent ils n'ont qu'une idée très superficielle du sujet. Ils sont peu nombreux à avoir compris que ce sont des investissements rentables ou du moins qu'ils ont la responsabilité de veiller à les rendre rentables. Ceci explique le faible nombre d'entreprises classiques ayant mis les

systèmes d'information au cœur de la stratégie de leur entreprise. Les dirigeants des grandes plateformes comme Jeff Bezos d'Amazon, Mark Zuckerberg de Facebook, Larry Page et Sergueï Brin de Google,... ont compris le rôle stratégique des systèmes d'information. Le développement très rapide de leurs entreprises l'ont montré. Il est certain que cette compréhension est un facteur clé pour assurer la réussite de la transformation numérique des entreprises. Les hésitations et les tergiversations des décideurs ne peuvent que fragiliser les entreprises.

- **Les DSI.** Ils voient leur rôle changer. Traditionnellement ce sont des gestionnaires de l'informatique ils sont notamment responsables de l'architecture technique et de la réalisation des projets. Aujourd'hui leur rôle évolue. Ils doivent apprendre à concevoir, développer et gérer les systèmes d'information en partenariat avec les responsables des différents métiers. Cette co-responsabilité concerne aussi bien les projets de nouveaux systèmes que les systèmes déjà opérationnels. Les DSI vont devoir passer d'une approche technique à une démarche de type business. C'est un changement profond. Pour cela ils vont devoir développer leurs compétences stratégiques. Jusque-là, ils avaient la responsabilité de la stratégie de l'informatique. Aujourd'hui, ils doivent prendre en charge la stratégie des systèmes d'information et notamment s'assurer leur impact sur la stratégie de l'entreprise. Si les DSI ne sont pas capables d'assurer cette évolution ils seront réduits à la gestion des plateformes informatiques de l'entreprise.
- **L'Etat.** L'expérience montre qu'il a du mal à faire évoluer son approche de l'informatique pour ses besoins propres. Il a encore plus de difficulté lorsqu'il veut aider l'ensemble des entreprises à réussir leur transformation numérique. Les ministres et les décideurs parlent indifféremment d'Internet, du Web, du numérique, du développement du digital,... Leur confusion terminologique reflète leur difficulté à comprendre les changements encourus. Internet n'est pas la même chose qu'un système d'information. Il serait souhaitable qu'ils arrivent à dégager une vision globale des mutations en cours et ne pas s'embarquer dans des dispositifs accessoires, voire dangereux (7). La récente loi sur la république numérique est un parfait exemple : on règlemente l'open data, l'accès aux documents administratifs, la publication des algorithmes, le respect des droits d'auteurs, la publication des résultats de la recherche publique, la liberté d'accès aux données stockés chez un hébergeur, le droit d'accès à Internet,....

Tout cela est très bien mais ne va pas permettre de réduire le retard de la France en matière numérique. En effet, il faut se rappeler que la France est classée par le World Economic Forum en 26ème place loin derrière des pays voisins comme la Grande Bretagne (8ème) ou l'Allemagne (13ème). Voir le « Global Information Technology Report 2015 » (8). Pour une synthèse de ce document voir le Blog Rapport Salzman (9) : « Classement informatique du World Economic Forum 2015 : La France perd une place ». C'est une urgence. Sans un développement de la

⁷ - Après que l'Etat a investi des sommes considérables en pure pertes dans le développement d'un moteur de recherche national et des clouds souverains les députés français ont récemment eu l'idée saugrenue de faire développer un système d'exploitation souverain. C'est l'art de construire des éléphants blancs avec l'argent des contribuables.

⁸ - Global Information Technology Report 2015 : <http://www.weforum.org/reports/global-information-technology-report-2015>

⁹ - <http://rapportsalzman.blogspot.fr/2015/06/classement-informatique-du-world.html>

gouvernance des systèmes d'information de la part de l'Etat il y a de fortes chances qu'il n'y aura pas de grands progrès dans ce domaine.

Comme on le voit la rentabilité des investissements informatiques dépend, pour une bonne part, de la gouvernance des systèmes d'information. Certaines entreprises dégagent des gains importants grâce à l'informatique alors que d'autres n'y arrivent pas, voir même constatent des pertes. Au contraire les projets informatiques bien gérés se traduisent normalement par la croissance de la valeur ajoutée créée par l'entreprise. Un système d'information opérationnel bien conçu et efficacement géré permet de consolider la rentabilité des entreprises. C'est le cœur de l'économie des systèmes d'information.