

L'INDUSTRIE NUMÉRIQUE : ACTUALITÉS ET PERSPECTIVES

VEILLE & ANTICIPATION
EMPLOI, FORMATION ET INTERMÉDIATION
SUR LE MARCHÉ DU TRAVAIL À BRUXELLES

2018



Rédaction finale

Août 2018

Table des matières

Introduction : la quatrième révolution industrielle ?	3
I. L'économie numérique et ses différents concepts, de quoi parle-t-on ?.....	5
II. L'approche sectorielle de l'économie numérique.....	6
A. Analyse statistique sectorielle	7
1. Analyse statistique de l'emploi et des entreprises : une délimitation sectorielle imparfaite	7
2. Quel poids du numérique dans l'activité économique de la RBC ?	10
III. Où en sommes-nous de la digitalisation de l'économie en Région bruxelloise ? Entretiens avec des institutions.....	12
1. Une grande entreprise industrielle en Smart factory en 2019	12
2. Le développement de la Smartcity : un enjeu régional ?	12
3. La fédération professionnelle des entreprises du numérique	14
4. Le développement de partenariat Centres de recherche et entreprises privées	15
IV. L'emploi dans l'économie numérique	16
A. Transformation, disparition ou émergence de nouveaux métiers	16
1. Les métiers « traditionnels ».....	16
2. Emergence de nouveaux métiers.....	16
B. Des pénuries dans les métiers du numérique ?.....	16
V. La formation initiale et professionnelle	19
1. Les formations supérieures universitaires et non universitaires	19
2. Des initiatives privées de formations de courte durée.....	21
3. Les formations professionnelles de Bruxelles Formation, du VDAB Brussel et de leurs partenaires.....	22
4. Un profil manquant : quelle offre de formation correspondante ?	25
VI. Perspectives d'avenir et pistes de recommandations.....	26
A. Les principaux défis pour un développement de l'industrie numérique en Région bruxelloise	26
B. Recommandations en matière d'emploi, de formation professionnelle et de gouvernance	28
1. Préparation de la société à la digitalisation	28
2. Système de gouvernance	28
3. Adapter le système d'enseignement et de formation	29
4. Favoriser les innovations numériques au travers des marchés publics.....	30
5. Sensibiliser les jeunes générations à l'informatique.....	30
Bibliographie.....	31

Introduction : la quatrième révolution industrielle ?

L'introduction du numérique, et l'accélération récente de ses développements, est présentée par nombre d'observateurs comme la quatrième révolution industrielle (la troisième étant celle des années 1968-1980 liée à l'utilisation des ordinateurs et à la commande numérique des machines-outils). Cette quatrième révolution est celle de la numérisation de l'économie et de la société et la grappe d'innovations qui lui sont liées, accélérant l'automatisation des moyens de conception, de production, de communication, de diffusion et touchant à des secteurs nouveaux de l'industrie et des services¹.

En 2016, l'OCDE a retenu sept technologies numériques innovantes considérées comme clés pour le fonctionnement du système productif de demain : les technologies Big Data, la robotique avancée, le Cloud computing, l'internet des objets, l'impression 3D, les biotechnologies et les nanotechnologies². Ces technologies impactent directement la nature et les besoins en emploi d'une région.

Une Région comme Bruxelles-Capitale est de fait concernée : bien que les lieux de conception et de fabrication des technologies numériques soient principalement implantés dans des lieux mondialisés, accolés à de grands pôles universitaires tels que la Silicon Valley (Californie) et Stanford, Boston et le Massachusetts Institute of Technology (MIT) ou encore l'université de Cambridge (UK), la Belgique n'en demeure pas moins un lieu stratégique pour le développement numérique. La révolution numérique amène les industriels et les acteurs de la région à repenser les modèles administratifs et d'affaires. Le pays compte de nombreux centres de recherche universitaires de renom liés à la VUB, ULB, UCL, KUL, connectés

aux avancées de la recherche du MIT et hébergeant des chercheurs invités internationaux. Sa façade tournée vers la Mer du Nord en fait un point de départ / arrivée des câbles sous-marins reliés aux USA permettant la circulation des données numériques. Enfin, la Belgique héberge des centres de données de Google et Microsoft.

Les développements numériques s'inscrivent dans l'ère du temps, et tour à tour intriguent, effraient, attirent et sont accompagnés de nombreux débats de société que l'on peut résumer de la sorte.

- Un premier débat porte sur les questions de régulation de l'économie numérique et de ses usages : en effet, pour Stiegler, la révolution numérique nécessite l'élaboration d'une véritable politique du numérique pour éviter les dérives. Le numérique comme technologie peut être « curatif » pour les sociétés et dangereux si elle est utilisée sans prescription.
- Un deuxième débat est introduit par David Bates. Ce dernier considère qu'il est nécessaire de définir une nouvelle écologie des relations entre hommes et machines : un exemple particulièrement pertinent est celui des algorithmes qui peuvent avoir un caractère déstructurant du langage. Le business model algorithmique de Google abandonne le souci de l'orthographe et de la grammaire à la machine. Or si les sociétés perdent cette compétence, cela devient aussi un problème pour Google : le langage ne peut être appauvri au point où il ne transmet plus d'informations suffisamment précises.

¹ Conseil d'Orientation pour l'Emploi, 2017, *Automatisation, numérisation et emploi*, tome 1

² Ces technologies recensées recoupent celles identifiées par Mac Kinsey Global Institute (2013) et ses dix-neuf technologies clés relevant essentiellement du champ du numérique : les capteurs, l'internet des objets, la valorisation et intelligence des big data, la modélisation, simulation et ingénierie numérique, l'intelligence artificielle, l'infrastructure de cinquième génération, les systèmes embarqués, distribués, sécurisés et surs, les communications sécurisées, la robotique autonome et l'humain augmenté, les technologies immersives, l'analyse comportementale et les nouvelles intégrations matériel-logiciel.

- Un troisième ordre de débat est de savoir ce que la révolution numérique et ses technologies (Machine Learning, algorithmes, intelligence artificielle, sécurité informatique, crypto, etc.) font à l'emploi et au travail et comment anticiper les transformations à venir pour rendre possible des parcours professionnels d'insertion dans l'univers du numérique, qu'ils soient de première insertion ou de reconversion. De fait, comme le note Bernard Convert, François Horn et Marc Zune (2011) « (...) avec le numérique et l'internet, de nouveaux rapports à l'information sont bien apparus, des échanges se sont bien dématérialisés, et des usages de biens et services se sont vus durablement modifiés. Dans le même temps, les biens tangibles et les services voient leur composante informationnelle se renforcer du fait du numérique. Ces changements s'hybrident, se recomposent avec des modèles productifs et des formes sociales traditionnelles ». Pouvoir anticiper ces recompositions est une condition nécessaire pour concevoir des formations professionnelles pour les travailleurs et les chercheurs d'emploi et éviter les désajustements trop importants

entre qualification de la main-d'œuvre et besoin du marché du travail.

Cette étude se présente comme la première étape d'une veille sur la numérisation de l'économie bruxelloise : elle explore différents aspects de l'économie, de l'emploi et de la formation liés au numérique sans prétendre épuiser le sujet.

Ainsi, dans un premier temps, cette étude présentera les indicateurs économique et d'emploi disponibles tentant de circonscrire le champ du numérique en Région bruxelloise.

Dans un second temps, nous observerons comment les technologies numériques transforment d'un point de vue qualitatif les activités de travail et la structure des emplois en Région de Bruxelles-Capitale et quelles offres de formation initiale et professionnelle y conduisent actuellement.

Puis nous terminerons en présentant de premières pistes de recommandations en matière d'emploi, de formation et de gouvernance du numérique.

I. L'économie numérique et ses différents concepts, de quoi parle-t-on ?

Comme le note le rapport de recherche de l'IWEPS (2017)³, « la digitalisation de l'économie est un phénomène complexe et doté d'une historicité particulière. Il est complexe car il concerne un vaste champ de processus, d'évolutions, de transformations des infrastructures techniques qui soutiennent les activités économiques et le fonctionnement des organisations. Il est complexe car il revêt également un caractère idéologique et, parce qu'actuellement, les indicateurs statistiques manquent cruellement pour le quantifier correctement ».

Travailler sur l'économie numérique suppose de commencer par expliciter le sens des différents concepts décrivant les processus qui lui sont liés. Pour ce faire, nous reprenons le travail réalisé par l'IWEPS⁴, lui-même se référant aux travaux de Degryse (2016). L'économie numérique peut se rapporter autant à :

- La « **numérisation** » : celle-ci renvoie à la conversion des flux d'informations papier en format numérique. Nous désignons par « révolution numérique » le bouleversement en profondeur des sociétés survenu dans les pays industrialisés et qui a été provoqué par l'essor des techniques numériques, principalement l'informatique et l'internet.
- L'« **automatisation** » : elle concerne le remplacement de l'Homme par des machines, des ordinateurs et des robots dans l'accomplissement de certaines tâches. Alors que l'automatisation était surtout le fait des machines et des ordinateurs lors de ces der-

nières décennies, l'amélioration des capacités des robots joue un rôle plus récent qui ira en s'amplifiant dans les années à venir.

- La « **robotisation** » qui recouvre tous les phénomènes de l'informatisation et de l'automatisation permettant désormais de faire accomplir par des robots des tâches manuelles et cognitives non routinières. Il s'agit de robots tant réels (usines intelligentes, voitures sans conducteurs, imprimantes 3D...) que virtuels (logiciels, algorithmes, systèmes de gestion et de contrôle des processus de production...).
- La « **digitalisation** » : elle est une notion plus large qui consiste en la mise en place d'une série de dispositifs techniques informatisés basés sur une codification d'informations diverses et l'exécution algorithmique d'une série de commandes et de contrôles. Dans ce cadre, le concept de « digitalisation » nous apparaît comme plus englobant dans la thématique étudiée.

L'analyse de l'économie numérique que nous avons réalisée traite de questions relatives à la digitalisation de l'économie : quels métiers émergent de la digitalisation de l'économie ? Comment les activités numériques régionales s'organisent-elles ? Existe-t-il une offre de formation préparant une main-d'œuvre nécessaire au développement de ces activités ? Pouvoir estimer la part de l'économie impactée par la digitalisation nécessite une délimitation sectorielle, même si celle-ci ne peut qu'être imparfaite compte tenu du caractère émergent de ce domaine. Pour ce faire, nous nous basons sur les travaux réalisés par l'OCDE et des centres de recherche notamment l'Insee (France).

³ Albessart C. Calay V. Guyot J.L. Marfouk A. Verschueren F. (2017), *La digitalisation de l'économie wallonne : une lecture prospective et stratégique*, Rapport de recherche de l'IWEPS

⁴ Albessart C. Calay V. Guyot J.L. Marfouk A. Verschueren F. (2017), op.cit.

II. L'approche sectorielle de l'économie numérique

Dans la statistique publique⁵, l'industrie numérique est classiquement assimilée aux technologies de l'information et de la communication (TIC). Selon l'OCDE et l'Insee, le secteur des TIC regroupe les entreprises qui produisent des biens et services supportant le processus de numérisation de l'économie, c'est-à-dire la transformation des informations utilisées ou fournies en informations numériques (informatique, télécommunications, électronique.). L'industrie numérique articule une activité « **fabrication des composants** » (industrie microélectronique) et une partie « **software en développement et conception des applications numériques** ». On y trouve la « fabrication d'ordinateurs et de matériel informatique, l'industrie des composants électroniques, la fabrication d'équipements électroniques grand public, ainsi que les services de télécommunications, les services informatiques, l'édition de logiciels et de jeux vidéo, les portails internet, les services d'hébergement et du commerce et services en ligne »⁶.

Ce périmètre du secteur Technologie de l'Information et de la Communication (TIC) selon l'OCDE⁷ permet une comparaison internationale de la part de l'emploi lié au TIC dans le total des emplois par pays. En 2011 (dernières données dont nous disposons), cette comparaison place la Belgique derrière le peloton de tête, juste avant l'Espagne et la Grèce et bien après l'Irlande, la Corée du Sud, la Finlande, les Etats-Unis, le Royaume-Uni, le Danemark et l'Allemagne.

Néanmoins, cette part de l'emploi numérique dans l'emploi total des pays n'est pas à l'image de l'état de la digitalisation des entreprises. Celle-ci est relativement élevée en Belgique, mais est très variable en fonction de la taille de l'entreprise et de son secteur d'activité. Ainsi, en 2017, selon le

« Digital Scoreboard » de la Commission européenne :

- 35% des entreprises belges sont hautement digitalisées. Elles sont 42% au Danemark et seulement 12% en Lituanie et Roumanie.
- En Belgique, 60% des entreprises du secteur «activités scientifiques et techniques» sont très digitalisées contre seulement 14% des entreprises de la construction, 15% dans l'horeca et 20% dans construction mécanique et fabrication métallique.
- En Belgique, 80% des grandes entreprises sont très digitalisées contre seulement 30% des TPE/PME.

Ainsi, en Belgique, le recensement des activités numériques à partir de la nomenclature NACE et du secteur TIC constitue un tableau imparfait car :

1. Les entreprises actives dans le développement de la digitalisation de l'économie couvrent un périmètre plus large que le simple secteur des TIC.
2. Un certain nombre d'entreprises active dans la digitalisation s'enregistrent dans des codes NACE relevant des services (commerce de gros, conseil pour les affaires, etc.) afin d'être compétitives dans différents segments d'activités, menant conjointement production de software ou de composants électronique/vente/formation sur les produits/conseil/R&D/service après-vente, etc⁸.
3. Une part importante des activités numériques est prise dans un processus d'émergence, de différenciation ou de professionnalisation, pour lesquelles il n'existe pas encore de code NACE spécifique : ces activités se retrouvent dans les différents secteurs où elles s'organisent, comme la santé, le secteur bancaire ou encore le commerce.

⁵ Via l'observatoire du numérique. <http://www.entreprises.gouv.fr/observatoire-du-numerique/economie-numerique>

⁶ <file:///O:/Plan%20industriel%20RBC%202017/biblio/fs-rapport-rec-vppe-numerique-8juin-final.pdf>

⁷ <https://data.oecd.org/fr/ict/emploi-lie-aux-tic.htm>

⁸ Bernard, Smeets, Warzynski (2016)

4. L'externalisation de certaines activités numériques est liée à une forme d'organisation du travail privilégiée par les entreprises. Les activités externalisées sont enregistrées sous un statut d'indépendants : cela concerne en premier lieu les développeurs free-lance d'applications mobile et web, les administrateurs de bases de données (portés par l'essor du *cloud computing* et du *big data*), les informaticiens, les consultants en robotique⁹.

Une première analyse consiste à traiter les données quantitatives disponibles sur les segments numériques retenus.

Dans un second temps, nous explorons un matériau qualitatif composé d'entretiens avec des acteurs régionaux impliqués dans le développement numérique et d'analyse de la littérature existante.

A. Analyse statistique sectorielle

1. Analyse statistique de l'emploi et des entreprises : une délimitation sectorielle imparfaite

En accord avec les délimitations retenues dans une étude menée par l'IGEAT pour définir les spé-

cificités de l'industrie bruxelloise, et à partir de travaux réalisés notamment en France, nous retiendrons les secteurs numériques suivants.

Tableau 1 : Nomenclature d'activité économique (NACE-BEL)

NACE 2	NACE 5	Intitulés
26 - Fabrication de produits informatiques, électroniques et optiques	26110	Fabrication de composants électroniques
	26120	Fabrication de cartes électroniques assemblées
	26200	Fabrication d'ordinateurs et d'équipements périphériques
	26300	Fabrication d'équipements de communication
	26400	Fabrication de produits électroniques grand public
58 - Edition	58210	Édition de jeux électroniques
	58290	Édition d'autres logiciels
62 - Programmation, conseils et autres activités informatiques	62010	Programmation informatique
	62020	Conseil informatique
	62030	Gestion d'installations informatiques
	62090	Autres activités informatiques
63 - Services d'information	63110	Traitement de données, hébergement et activités connexes
	63120	Portails Internet

⁹ Godonou C., Renouvel S., Roger S., Camors C., Soulard O., Dezenaire F.(2016), *Économie numérique en Ile-de-France : une dynamique d'emploi portée par les non-salariés*, Insee, analyse Ile-de-France, n°31.

a. L'emploi salarié

Ainsi, pour les codes NACE « numériques » retenus précédemment, nous pouvons identifier un peu plus de 12.000 salariés travaillant à Bruxelles, dans des proportions plus importantes en 2014 qu'en 2004 : **la croissance de l'emploi dans l'économie numérique entre ces deux moments s'élève à environ 2% en Région bruxelloise, un peu moins de 4% pour l'ensemble de la Belgique** (source ICN). Ces différences d'évolution sont essentiellement liées aux activités informatiques qui se sont développées en Flandres : nous pouvons faire l'hypothèse que les

développements de Microsoft implantés à Zaventem et l'activité que l'entreprise génère en sont en partie la raison. Néanmoins, rapporté à l'ensemble de l'emploi régional, la Région bruxelloise devance très légèrement la Flandre (1,9% contre 1,8%), les deux régions étant placées devant la Wallonie (0,8%). En effet, la Région bruxelloise, en tant que capitale européenne et ville-région, concentre une diversité de services (et moins des industries traditionnelles) propice au développement d'activités numériques : santé, commerce, administration, mobilité, etc.

Tableau 2 : Nombre de postes salariés dans l'industrie numérique en 2015 dans les trois régions (4^e trimestre)

	Région bruxelloise	Région flamande	Région wallonne
26 - Fabrication de produits informatiques, électroniques et optiques			
26.110. Fabrication de composants électroniques	20	3.154	921
26.120. Fabrication de cartes électroniques assemblées	0	29	2
26.200. Fabrication d'ordinateurs et d'équipements périphériques	0	474	31
26.300. Fabrication d'équipements de communication	5	1.855	734
26.400. Fabrication de produits électroniques grand public	0	108	43
58 - Edition			
58.290. Édition d'autres logiciels	520	159	112
62 - Services informatiques			
62.010. Programmation informatique	3.220	18.541	2.978
62.020. Conseil informatique	5.028	13.521	2.575
62.030. Gestion d'installations informatiques	547	559	47
62.090. Autres activités informatiques	217	361	311
63 - Services d'information			
63.110. Traitement de données, hébergement et activités connexes	2.479	1.475	913
63.120. Portails Internet	60	147	109
Total général	12.096	40.383	8.776
% de l'emploi total par région	1,9%	1,8%	0,8%

Source : ONSS, traitement view.brussels

La répartition régionale des emplois dans les entreprises numériques peut être nuancée en distinguant le Brabant wallon et le Brabant flamand, permettant ainsi de penser la zone métropolitaine bruxelloise. En effet, comme le souligne le rapport du Conseil supérieur de l'emploi (2016), « **une concentration de l'emploi de haute technologie apparaît clairement à Bruxelles et autour de Bruxelles**. Le Brabant wallon compte la plus grande part des actifs occupés dans les branches de hautes technologies. Le Brabant flamand présente la plus forte proportion de Flandre (6,1%), contre 2,3% pour la Flandre occidentale qui enregistre la part la plus réduite.

L'emploi salarié est essentiellement masculin : 70% des travailleurs sont des hommes selon les données de l'enquête force de travail en 2017 dans le domaine Information et communication à Bruxelles. D'autres études montrent qu'en plus d'être masculin, il est essentiellement blanc. Or la participation des femmes et celles de travailleurs d'origines ethniques différentes est un enjeu central, non seulement en termes d'égalité d'accès au marché du travail mais aussi pour le développement de l'industrie numérique comme le montre des études récentes : « Que ce soit dans les universités ou dans les grandes entreprises du numérique, les chercheurs et ingénieurs en IA sont

principalement des hommes blancs. Et cela n'est pas sans conséquence : il a été démontré que des programmes de reconnaissance faciale étaient moins efficaces sur les femmes et les personnes non blanches. Que des technologies effectuaient

des associations de mots sexistes, liant par exemple « femmes » à « foyer ». Que d'autres considéraient les personnes blanches comme plus belles que les autres, etc. »¹⁰

b. Taille des entreprises

L'analyse des données relatives au nombre d'établissements ci-dessous porte sur les entreprises relevant exclusivement des secteurs NACE du « numérique » identifiés dans le tableau 1 (p.8). Ainsi, en Région bruxelloise, 42% des emplois se concentrent dans les entreprises de moins de 100

salariés. Seule une entreprise de plus de 1000 salariés est enregistrée en RBC comme relevant d'un des codes NACE du numérique et est enregistrée en « Fabrication d'équipements de communication » (code NACE : 26.300). Il s'agirait de l'entreprise Engie Fabricom (à confirmer).

Tableau 3 : Répartition des établissements de l'industrie numérique selon la taille en Région bruxelloise au 4^e trimestre 2015

Taille des établissements	Nombre d'établissements	Nombre de salariés	Part de l'emploi (en %)
1 à 4 travailleurs	440	743	6
5 à 9	111	732	6
10 à 19	66	891	7
20 à 49	63	1.962	16
50 à 99	13	874	7
100 à 199	14	2.017	17
200 à 499	12	3.368	28
500 à 999	0	0	0
≥ 1000 travailleurs	1	1.510	12
Total général	720	12.097	100

Source : ONSS, traitement view.brussels

c. Les indépendants

Un certain nombre de travailleurs exercent en tant que travailleurs indépendants en 2015 dans l'économie numérique, quasi exclusivement dans le sous-secteur de la « programmation, conseil et autres activités informatiques ». Dans l'ensemble

des trois régions, les indépendants représentent 4% de l'ensemble des travailleurs du sous-secteur : ils sont plutôt âgés et 77% sont des hommes.

¹⁰ https://abonnes.lemonde.fr/pixels/article/2018/07/30/intelligence-artificielle-la-diversite-humaine-un-enjeu-central-pour-son-developpement_5337428_4408996.html - 30 juillet 2018

Tableau 4 : Répartition par âge et nombre de travailleurs indépendants (aidants inclus) dans le sous-secteur « Programmation, conseil et autres activités informatiques » (Nace 62) en 2015 dans les trois régions

Nace 62	Région flamande	Région wallonne	Région bruxelloise
Moins de 25 ans	1%	1%	2%
25-29 ans	5%	3%	6%
30-39 ans	17%	17%	22%
40-49 ans	27%	30%	26%
50-54 ans	16%	14%	10%
55 ans et +	35%	34%	34%
Total %	100%	100%	100%
Total Effectifs	1.171	463	213

Source : Inasti, traitement view.brussels.

2. Quel poids du numérique dans l'activité économique de la RBC ?

L'analyse de Persyn et Danguy (2016), présentée dans le rapport du Conseil Supérieur de l'emploi (2016, p.113), a tenu compte des activités nouvelles que le numérique a fait émerger (les métiers du web par exemple). Les auteurs ont pris en compte les entreprises uniquement actives dans le secteur du numérique mais aussi celles qui exercent parallèlement d'autres activités (seule la part de l'entreprise œuvrant dans le numérique a été comptabilisée). En pratique, il faut entendre ici par secteur du numérique les entreprises ayant des activités liées au : 1. Hardware et équipement, 2. Infrastructure, réseaux et services de télécommunications, 3. Logiciel et développement,

4. Programmation, services et conseils, 5. Métiers du web. Dans cette étude, le critère d'allocation géographique d'une entreprise est son siège social et non son siège d'exploitation, ce qui conduit à une surestimation de la Région bruxelloise par rapport aux deux autres régions. Les estimations régionales découlant de cette étude doivent donc être interprétées avec prudence. Les grands acteurs du secteur, et plus particulièrement les fournisseurs d'infrastructures, sont en effet souvent implantées à Bruxelles. Ces différents critères de sélection expliquent pourquoi le nombre d'entreprises actives dans le secteur des TIC présenté ici diffère de celui du tableau³.

Tableau 5 : Importance du secteur dans l'économie belge (2013)

	Belgique	Bruxelles	Flandre	Wallonie
Entreprises actives dans le secteur des TIC	17.088	2.893	10.686	3.509
Part du secteur des TIC dans la valeur ajoutée (%)	3,2%	7,6%	2,6%	1,4%

Sources : Danguy et Persyn, BNB

Toujours d'après le rapport de Persyn et Danguy, depuis 2008, la valeur ajoutée du secteur numérique a affiché une progression moyenne d'au moins 4% dans les trois régions.

Autre indicateur pertinent pour l'analyse de l'activité économique, celui relatif au commerce extérieur : le commerce extérieur belge se décompose en 80% de biens et 20% de services. La part du secteur des TIC dans le commerce de biens est toutefois très limitée (respectivement 2.8% et

1.8% des importations et exportations totales de bien en 2014). Le faible niveau des exportations reflète la taille relativement réduite de l'industrie de l'électronique en Belgique. La Belgique se classe en meilleure position pour le commerce de services liés aux TIC (Conseil Supérieur de l'emploi, 2016, p.112).

En outre, il ne faut pas perdre de vue que l'importance du secteur des TIC en Belgique va bien au-delà de sa contribution directe à la valeur ajoutée

ou au commerce extérieur (Conseil Supérieur de l'emploi, 2016, p.112). Son influence directe sur d'autres secteurs d'activité est majeure. L'étude de Van der Linden de 2015 citée montre en effet que l'usage direct et indirect de produits TIC est plus important que l'utilisation faite par le secteur

des TIC de biens et services produits en Belgique. Chaque euro de valeur ajoutée dans le secteur des TIC génèrerait en moyenne 0,77 euro dans le reste de l'économie et chaque emploi dans le secteur des TIC créerait 1.2 emplois ailleurs.

III. Où en sommes-nous de la digitalisation de l'économie en Région bruxelloise ? Entretiens avec des institutions

Le développement de méthodes qualitatives pour approcher des activités professionnelles d'un ordre nouveau, pour lesquelles les nomenclatures d'activités ne sont pas suffisamment précises est nécessaire.

La réalisation d'entretiens avec des acteurs régionaux a été privilégiée : Agoria, BECI, Innoviris, Evoliris, Audi Brussels. Ces entretiens visaient à décrire le contenu des activités de travail, la façon dont elles se transforment et l'émergence éventuelle de nouveaux segments professionnels.

De fait, celles-ci sont soutenues et encadrées par le plan *next tech*¹¹. Ce dernier prévoit la mise en

place d'une « marque » Digital.Brussels et celle d'un comité de coordination pour la Stratégie Numérique en région. Digital.brussels assure la convergence des trois plans régionaux pour l'Innovation, la Smart City et NextTech.

Des financements ont été prévus pour des appels à projets portant sur des mesures ayant pour objectif de soutenir la digitalisation de l'économie en sensibilisant les travailleurs et utilisateurs de demain et en préparant une offre de formation adaptée aux besoins du numérique : sensibiliser les jeunes à l'entrepreneuriat numérique ; offrir des formations de courte durée ; augmenter le nombre de programmes en alternance, etc.

1. Une grande entreprise industrielle en Smart factory en 2019

Les activités industrielles se transforment. C'est le cas de l'usine d'assemblage de véhicules Audi Brussels. En 2018, l'usine produira les véhicules entièrement électriques et connectés de la marque allemande : voiture e-tron. Dans ce cadre, la Direction générale d'Audi nous explique que la chaîne d'assemblage sera entièrement transformée : désormais, les processus connectés rythmeront le travail homme/machine au fur et à mesure des commandes clients selon de petites unités composées de travailleurs interchangeables, organisés autour d'un véhicule. « Ces processus sont plus flexibles et modulables que

les chaînes de montage *classiques*. La chaîne de montage actuel peut prendre en charge environ 750 options de montage d'un véhicule ; à l'avenir, un véhicule pourra se personnaliser selon environ 7000 options. Les chaînes classiques ne pourront assumer un tel niveau de singularité »¹². Dans ce contexte, il est attendu que les postes d'ouvriers non qualifiés, comme ceux de manutentionnaires, seront amenés à disparaître de par leur robotisation. Ces prévisions corroborent les analyses sur la robotisation des emplois dont les gestes professionnels peuvent être programmés et remplacés par des machines.

2. Le développement de la Smartcity : un enjeu régional ?

La Smartcity se présente selon certains spécialistes comme l'avenir des grandes villes permettant de répondre à des enjeux liés à l'environnement, la bonne gouvernance, la mobilité, la prospérité, l'accroissement de la population (ou

son vieillissement). Elle se définit en Région bruxelloise selon 6 axes¹³ :

- Collaborer : dans la smart city, les administrations fonctionnent de manière décloisonnée.

¹¹ <https://nexttech.brussels/wp-content/uploads/2017/01/PlanNextTech-2017-2020-fr.pdf>

¹² Entretien Direction générale d'Audi Brussel, avril 2017

¹³ <https://smartcity.brussels/le-projet-definition>

Elles s'échangent leurs données et partagent leurs projets pour rendre les services plus efficaces et centrés sur les usagers, tout en créant des économies d'échelle.

- Économiser : la smart city se pense en mode durable, donc économise l'énergie, l'eau, les matières premières, l'alimentation, les ressources financières pour continuer à prospérer dans une ère de transition, tout en réduisant ses émissions polluantes.
- Innover : la smart city doit encourager ses citoyens, ses entreprises, ses administrations à imaginer de nouveaux modes d'organisation, de partage, de communication, de production... pour développer le dynamisme urbain au travers de services inédits.
- Intégrer : la ville intelligente ne peut laisser personne au bord du chemin et doit donc enrichir la qualité de vie de chacun, en réduisant ses fractures sociales, d'éducation, de genre, de santé, de sécurité, etc.
- Participer : la ville intelligente n'est pas une vraie ville si elle n'associe pas ses habitants, ses entreprises... à ses projets. La participation est la clé de la bonne gouvernance dans la ville intelligente.
- Simplifier : les villes intelligentes, sauf de rares smart cities créées d'une feuille blanche, ont toutes un passé, qui a vu s'accumuler les réglementations ou les coutumes... tantôt désuètes, tantôt contreproductives, souvent en décalage avec la simplicité des services sur Internet.

En Belgique, et particulièrement à Bruxelles, des actions portées par des organisations comme la Chambre de Commerce et d'Industrie (BECI) sont mises en œuvre visant son développement.

A partir d'entretiens réalisés avec des institutions bruxelloises, les acteurs s'accordent à dire que le

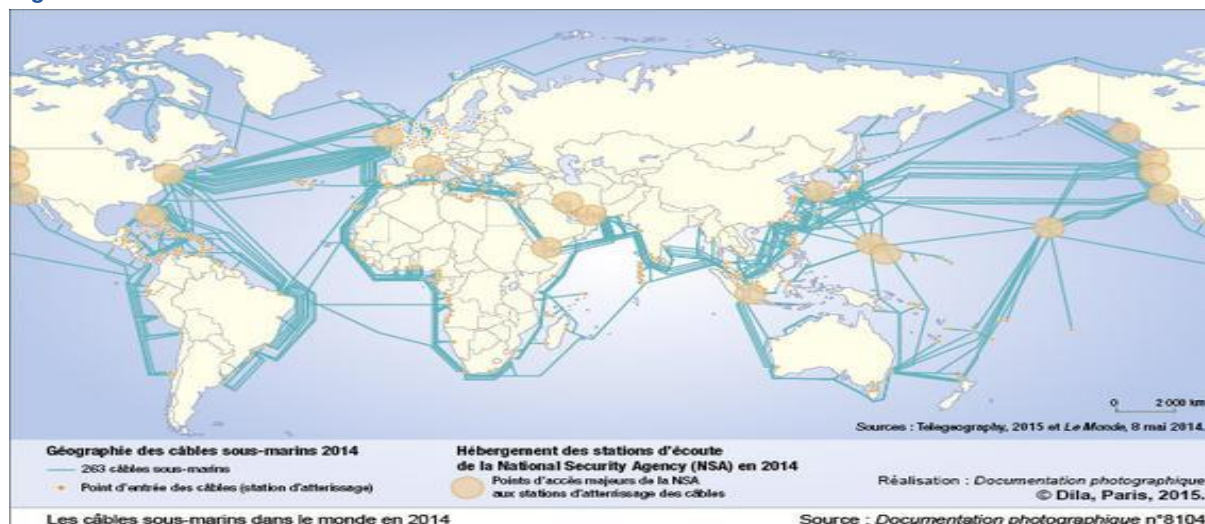
développement de la Smartcity nécessite l'existence de plusieurs facteurs complémentaires :

- Une infrastructure de haute technologie pouvant supporter la circulation d'un grand nombre d'informations à très haut débit (4G, 5G) et l'implantation d'antennes de captation des informations dans l'ensemble de la ville ;
- L'existence et la mise en commun de bases de données regroupant des Datas de différentes sources, supposant une collaboration entre les institutions pour leur centralisation, et permettant ainsi l'analyse des besoins des populations : par exemple, la Stib met en « open source » : ses données pour stimuler la création d'application sur la mobilité régionale.
- Le développement d'application de services mis à la disposition et accessibles au plus grand nombre d'individus, de façon publique dans la ville. Par exemple #Fixmystreet raccourcit les circuits d'information, connecte et permet une adaptation rapide des acteurs de la ville pour une maintenance des infrastructures, une meilleure mobilité, etc.
- L'accès de tous au support de connexion : réseau internet gratuit, tablette, smartphone, etc.

Où en sommes-nous en Région bruxelloise ?

L'infrastructure existante est en grande partie adaptée. En effet, la Belgique est bien dotée en infrastructure numérique, au même titre que la France ou l'Allemagne. Elle a comme atout une frontière avec la Mer du Nord, la reliant par des câbles sous-marins (appelés aussi « Backbones ») aux USA, garantissant ainsi un trafic élevé de données, comme le montre la carte ci-dessous :

Figure 1 : Les câbles sous-marins dans le monde en 2014



Source : DP 8104 : Géographie des espaces maritimes (Auteurs : Antoine Frémont et Anne Frémont-Vanacore)

Ces câbles sont la propriété des grandes entreprises de télécommunication et du numérique tels que Google et Verizon. Ils sont une des conditions sine qua non pour le trafic de données et le développement de la Smartcity.

En outre, la Belgique accueille la plupart des grands groupes internationaux responsables de la digitalisation de l'économie. Un des quatre datacenters européens de Google est localisé à Saint-Ghislain en Wallonie. D'autres grands groupes implantés à Bruxelles et sa périphérie, tels qu'IBM, Microsoft et Siemens, développent des programmes et des infrastructures de réseau. Des Startups, via notamment les Fablabs (19 sont recensés en région) s'organisent, créant des applications/interface public/services.

Néanmoins, les données collectées par les différentes administrations ne sont pas encore

suffisamment centralisées (les institutions conservant le plus souvent en interne leurs informations) et sont encore aujourd'hui peu exploitées. Un des rares exemples particulièrement intéressants de mises à disposition de données visant le développement de la Smartcity est celui de la STIB : l'entreprise met à disposition ces informations sur la mobilité des usagers auprès de startup pour que ces dernières développent des applications permettant d'optimiser la circulation des résidents, travailleurs, marchandises, etc.

Ainsi, le développement de la Smartcity bruxelloise s'appuie sur un ensemble de dispositifs déjà organisés mais nécessite encore des développements. Les politiques publiques vont dans ce sens, notamment au travers du futur plan industriel bruxellois (prévu pour l'automne 2018) porté par le gouvernement régional.

3. La fédération professionnelle des entreprises du numérique

La fédération travaille de façon régulière avec le Cefora (Commission paritaire 200 des employés), le Forem, le VDAB et Actiris/Bruxelles Formation pour structurer les activités des industries technologiques. En outre, Agoria dispose d'une grille positionnant dans l'espace socioprofessionnel les principaux emplois du numérique, selon leurs compétences et leur niveau de qualification

(ouvrier, technicien, ingénieur/cadre), se rapprochant des systèmes européens de classification :

- Niveau master « expert » : Data analyste, Cybersécurité, ingénieur système, business analyste.
- Niveau Bac, niveau « conceptuel » : développeur et analyste, gestionnaire d'infrastructure

et de base de données, Internet Of Things (IOT).

- Niveau supérieur non universitaire court ou CESS, niveau « exécutif » : support utilisateur, technique, programmeur.

A ces postes et niveaux de qualifications correspond une offre d'enseignement et de formation, nous y reviendrons.

4. Le développement de partenariat Centres de recherche et entreprises privées

Les centres de recherches universitaires et les entreprises privées organisent des partenariats pour alimenter la recherche et développement dans le numérique, dimension stratégique au développement économique d'une activité. Ces partenariats se font selon deux modalités : par le développement de projets de recherche appliqués, les centres universitaires présentant un service Recherche et Développement aux entreprises que ces dernières financent (c'est le cas de l'UCL par exemple) ; par l'intervention des entreprises, notamment les établissements financiers, dans le cursus informatique présentant aux étudiants leurs activités, l'état d'avancement de leur technologie, les types de postes et de carrières possibles comme c'est le cas dans le département informatique de l'ULB par exemple. En effet, les entreprises de Banques et Assurances représentent un débouché important, suivi des cabinets de conseil, des entreprises du numérique elles-mêmes, et des entreprises de services comme Sopra Steria.

Des institutions régionales telles qu'**Innoviris** soutiennent ces initiatives en finançant des projets de recherche universitaire en partenariat avec

les entreprises régionales. La part des projets numériques dans les projets innovants soutenus est largement dominante (2/3 des projets intègrent une dimension « analyse de données »). L'attention est mise sur les développements technologiques, qui relèvent aujourd'hui du cloud computing avec ses métiers de programmeurs/développeurs, de l'économie de la donnée avec ses profils de Data scientist, et de l'intelligence artificielle. Les thématiques porteuses pour la région sont celles renvoyant en grande partie aux problématiques liées à la gouvernance, l'énergie et l'économie circulaire. Comme déjà observé précédemment, le fait que Bruxelles soit une ville capitale concentrant une diversité de services, et moins des industries manufacturières classiques, en fait un terreau de développement du numérique particulièrement porteur.

Ces différentes initiatives et prises de position des acteurs privés et publics pour développer l'industrie numérique ont un effet sur la structure des emplois et les besoins en main-d'œuvre en Région bruxelloise.

IV. L'emploi dans l'économie numérique

A. Transformation, disparition ou émergence de nouveaux métiers

1. Les métiers « traditionnels »

Les métiers dits traditionnels de l'informatique, des télécommunications, de l'électronique (hardware) sont ceux qui participent à la conception, au développement et à la maintenance des solutions matérielles et logicielles, incluant les développeurs d'applications mobiles, les spécialistes de l'informatique embarquée et du cloud computing (stockage de données et offre logicielle). Ces métiers supposent des compétences dans la conception et la réalisation d'infrastructures systèmes et réseaux, basées sur les nouvelles technologies de la mobilité et du cloud avec une convergence toujours plus grande entre les flux d'informations et les flux physiques, s'appuyant sur du très haut débit où l'installation de la fibre optique sur les territoires nécessite une main-d'œuvre qualifiée. Ces métiers sont ceux **d'expert en**

cybersécurité, de **gestionnaire de la donnée/big data** dont les **data scientist** (ils analysent des données de sources multiples pour un secteur d'activité) et les **Data analyst** (ils développent et administrent des solutions logicielles permettant la mise à disposition des données).

Globalement, comme le note le rapport de veille Evoliris (2016) sur le big data, force est de constater qu'en « Belgique, on manque de profils métiers liés au Big Data. Les formations sont peu nombreuses ». C'est un peu moins le cas pour les métiers et les formations en Cybersécurité. Néanmoins, « malgré les nombreuses formations émergentes, la demande d'experts n'est toujours pas satisfaite » (Evoliris, 2017).

2. Emergence de nouveaux métiers

Parallèlement à l'importance croissante des métiers « d'analyse de la donnée » ou ceux de cybersécurité, de nouveaux métiers se composent et se rencontrent de façon transversale à différents secteurs :

- **Gestionnaire de media sociaux et Community architect** définissent la stratégie de communication d'une organisation sur les médias

sociaux dans ces différentes activités : RH, communication, marketing, innovation

- **Community manager, Marketing digital, spécialiste du référencement** dont la mission est de développer et gérer la présence d'une organisation sur internet en veillant à sa e-reputation

B. Des pénuries dans les métiers du numérique ?

La plupart des métiers du numérique sont identifiés par view.brussels (Observatoire bruxellois de l'emploi et de la formation) comme métiers en pénurie, et ce, depuis les premières enquêtes en 2000. Ces pénuries ne sont donc pas nouvelles,

elles se renouvellent au fur et à mesure des évolutions des métiers liés à l'informatique et dépassent les frontières bruxelloises. En effet, en Belgique comme en France, l'idée selon laquelle « le marché du travail informatique présenterait un

déséquilibre important et durable entre l'offre et la demande de main-d'œuvre, conduisant à une situation qualifiée de pénurie » revient de façon

récurrente, et ce, même depuis les années 1970¹⁴.

Tableau 6 : Liste des fonctions critiques en 2016 en Région de Bruxelles-Capitale

Métiers Informatiques	Offres d'emploi (OE) reçues	RMO	RMO/OE	Causes		
				Quantitatif	Qualitatif	Conditions de travail
Ingénieur logiciel	84	72	0,9	X	X	
Analyste système	48	36	0,8	X	X	
Programmeur système	33	36	1,1	X	X	
Analyste fonctionnel	86	60	0,7	X	X	
Analyste-programmeur	165	313	1,9	X	X	
Programmeur	97	187	1,9	X	X	
Technicien helpdesk IT	176	631	3,6		X	
Gestionnaire de réseau	37	222	6,0		X	

Source : Actiris, view.brussels

La réserve de main-d'œuvre (RMO) dans les métiers informatiques n'est pas des plus importantes, comparée à d'autres champs d'activité (2.300 gardes d'enfants, 780 comptables, etc.) : seuls les métiers de techniciens concentrent un nombre plus conséquents de chercheurs d'emploi (autour de 500 personnes sur l'année 2017).

La RMO est essentiellement masculine, à l'image de la composition de l'emploi du secteur.

Le ratio entrée/sortie est à la faveur d'une sortie du chômage et d'un retour sur le marché du travail pour la plupart des métiers : analyste système, architecte de réseaux, webdéveloppeur, etc. Hormis pour les postes d'opérateur (infraqualifiés) et de techniciens (niveau secondaire supérieur). La réserve de main-d'œuvre d'informaticiens est caractérisée par un niveau d'études relevant du supérieur, de même pour les personnes ayant obtenu leur diplôme à l'étranger.

Tableau 7 : Réserve de main-d'œuvre dans les métiers de l'informatique en 2017

Profession	RMO	% croissance du stock	% Hommes	Classe d'âge			Niveau de qualification			
				% <25 ans	% 25 à 49 ans	% ≥ 50 ans	% Faible	% Moyen	% Élevé	% Étranger
Gestionnaire de l'information sur internet (information ou web officer)	51	3,7	67	12	73	16	12	20	51	18
Analyste système	39	-22,7	90	15	59	26	10	15	36	38
Architecte de réseaux	35	-19,0	83	3	77	20	9	29	26	37
Programmeur système	37	-20,0	81	32	57	11	8	24	43	24
Analyste fonctionnel	57	-4,8	67	4	70	26	0	5	58	37
Analyste-programmeur	275	-6,8	89	9	72	19	3	16	60	21
Webdéveloppeur	278	-11,0	79	16	77	7	14	31	35	21
Ingénieur conception produits tic	22	12,5	95	36	45	18	14	36	14	36
Ingénieur intégration et implémentation TIC	27	-22,2	89	4	67	30	0	7	56	37
Programmeur	198	14,5	87	25	69	7	7	27	35	30
Webmaster	69	-5,0	58	10	81	9	7	30	38	25
Opérateur/ pupitre	39	12,5	77	5	64	31	36	33	13	18
Technicien helpdesk IT	587	-11,8	90	13	71	16	23	41	10	26
Technicien pc/mac	462	3,3	96	23	68	9	24	36	4	35

¹⁴ Zune M., 2006, « De la pénurie à la mobilité : le marché du travail des informaticiens », *Formation Emploi*, n°95

Testeur en informatique	29	-14,3	62	21	72	7	14	31	10	45
Gestionnaire de réseau	182	-16,8	92	8	80	12	18	34	26	23
Administrateur base de données	41	20,0	66	20	68	12	10	17	34	39
Autres informaticiens	10	-20,0	90	0	20	80	20	40	30	10
Consultant en informatique	194	22,2	88	12	73	14	9	24	38	28
Installateur de lignes informatiques (data)	20	-23,5	95	15	65	20	20	40	5	35

Source : Actiris, view.brussels

La pénurie d'informaticiens est présentée par les organisations patronales à tous les niveaux de qualification et dans différents domaines, des métiers les plus traditionnels aux fonctions les plus émergentes. Or, comme l'observe Marc Zune au travers de l'analyse d'études produites sur ces pénuries dans différents pays (Etats-Unis et différents pays d'Europe), « cette approche permet (aux organisations patronales) de se positionner à la fois en tant que victimes de mauvais fonctionnements du marché du travail (rigide), des structures de formation (en retard), des comportements des travailleurs (infidèles et ingrats), dans des conjonctures où le chômage ne cesse cependant de se maintenir à des niveaux très élevés »¹⁵. Dans ce cadre, les contenus de formation et les publics de l'enseignement supérieur spécialisé en informatique devraient être reconsidérés : partenariats avec le privé, adéquation du contenu des formations aux besoins du moment, plus large segmentation de l'offre de formation en mettant sur pied des formations initiales plus courtes (maximum deux ans) et professionnalisées, développement d'offres de formation continue en alternance, sensibilisation de groupes largement sous-représentés dans ces filières d'études, et plus particulièrement les femmes ».

L'organisation de l'offre de formation professionnelle à Bruxelles peut se lire à la lumière des analyses précédentes. De fait, elle est particulièrement segmentée entre initiatives privées, études supérieures universitaires, Hautes écoles et opérateurs publics de formation.

Néanmoins, pour les responsables des filières universitaires, il existe bien une pénurie d'informaticiens pour les postes les plus qualifiés sortis d'un bachelor ou de master, et celle-ci s'organise dès les études du secondaire car l'informatique (reposant sur des mathématiques fondamentales et du langage de programmation) n'y est pas enseignée. Les étudiants entrent en informatique à l'université, non préparés à des contenus scientifiques avancés. Sur 200 étudiants inscrits en informatique à l'ULB, la moitié abandonne la filière à l'issue de la première année. En bout de parcours, seuls 50 étudiants sortent diplômés par an, ce qui est bien en dessous des besoins du marché du travail : la pénurie renvoie ici au fait que le « *nombre de travailleurs disponibles s'accroît moins rapidement que le nombre demandé dans un passé récent* ».

¹⁵ Zune, op.cit.

V. La formation initiale et professionnelle

1. Les formations supérieures universitaires et non universitaires

a. Les formations en Hautes Ecoles

La pénurie d'informaticiens est exprimée essentiellement pour les profils de technicien, ingénieur et consultant, au niveau bachelor et master. En effet, tant du côté francophone que néerlandophone, le nombre de sortants diplômés des Hautes écoles est faible. Par exemple, hormis dans la spécialité Informatique de gestion où le

nombre de diplômés s'élève à 84 étudiants en 2016, les autres spécialités font sortir au maximum 20 diplômés par an dans les hautes écoles francophones de Bruxelles (tableau 8). Leur nombre est un peu plus élevé dans les écoles néerlandophones de Bruxelles et le Brabant flamand (tableau 9).

Tableau 8 : Nombre de diplômés sortants entre 2013-2014 et 2015-2016 des Hautes Ecoles implantées à Bruxelles et dans le Brabant wallon

		2013-2014	2014-2015	2015-2016
Brabant wallon				
Bachelier informatiques et systèmes	<i>Orientation technologie de l'informatique</i>	28	38	40
Région de Bruxelles-Capitale				
Master en gestion globale du numérique				10
Bachelier informatique de gestion		93	79	84
Bachelier informatiques et systèmes	<i>Orientation informatique industrielle</i>	4	13	10
	<i>Orientation réseaux et télécommunication</i>	22	16	20
	<i>Orientation automatique</i>	7	9	18
Spécialisation intégration des technologies nouvelles au service de l'enseignement		1	2	3
Spécialisation en sciences et techniques du jeu			11	10
Spécialisation en sécurité des réseaux et systèmes informatiques		4	5	8
Bachelier techniques graphiques	<i>Orientation techniques de l'édition</i>	5	9	2
	<i>Orientation techniques infographiques</i>	22	15	21

Source : Saturn, traitement view.brussels

Tableau 9 : Nombre de sortants diplômés des Hautes Ecoles néerlandophones implantées à Bruxelles et le Brabant flamand.

				2013-2014	2014-2015	2015-2016
Région de Bruxelles-Capitale						
Erasmushogeschool Brussel	Professioneel gerichte bachelor	Handelswetenschappen en bedrijfskunde	Toegepaste informatica	51	37	42
		Industriële wetenschappen en technologie	Multimedia en de communicatietechnologie	~	22	48
	Totaal			51	59	90

Tableau 9 : Nombre de sortants diplômés des Hautes Ecoles néerlandophones implantées à Bruxelles et le Brabant flamand. (Suite et fin)

Brabant flamand								
UC Leuven	Professioneel bachelors	gerichte	Handelswetenschappen bedrijfskunde	en	Toegepaste informatica	57	55	95
	Totaal					57	55	95
Odisee	Professioneel bachelors	gerichte	Handelswetenschappen bedrijfskunde	en	Toegepaste informatica	36	33	31
	Totaal					36	33	31
Totaal						144	147	216

Source : Communauté flamande, traitement view.brussels

b. Les formations universitaires

Le nombre de sortants diplômés des cursus universitaires francophones et néerlandophones à Bruxelles en informatique sont eux aussi faibles au regard du nombre d'emploi et des évolutions du numérique en région : ces dernières années, entre 150 et 200 diplômés sont sortis des universités bruxelloises par an (ULB et VUB confondus). Ce nombre est bien en dessous des besoins du marché du travail selon les employeurs mais aussi les directeurs d'écoles et des départements informatiques de l'université.

Du côté de l'ULB, comme nous le relatait le directeur du département informatique, le contenu des cours informatique est articulé aux développements du numérique à l'international. Les enseignants-chercheurs suivent les développements du Massachusetts Institut of Technology (MIT), sorte de guide des évolutions numériques dont le fonctionnement repose sur une petite unité dotée de moyen financier considérable, capable de se transformer avec beaucoup de souplesse.

En complément, l'Association for Computing Machinery (ACM) liste les thèmes importants de l'informatique. Les départements universitaires s'en inspirent pour réformer leur cursus.

Depuis dix ans, le cursus s'organise en deux cycles et développe les aspects numériques suivants :

- le bachelor en 3 ans, généraliste, offrant une formation de base en informatique ;
- le master comprenant trois spécialités, à savoir

- sciences informatiques, master généraliste développant l'intelligence artificielle, le Machine learning, les algorithmes et l'optimisation mathématique ;
- cybersécurité : master polyvalent et transdisciplinaire droit, philosophie et management développant la sécurité informatique et la crypto, travaillant sur le caractère correct des programmes.
- bio-informatique articulant biologie et informatique.

Les débouchés des deux premiers masters sont essentiellement dans le secteur des banques et assurances, et dans le conseil. A la différence des Hautes écoles ou des formations privées, les sortants des universités sont formés à développer le numérique, comme par exemple à travailler moins sur les aspects de robotisation que sur le développement de programme pour diriger les robots.

Dans l'enseignement universitaire néerlandophone, la VUB se charge de la formation des étudiants en programmation. Ainsi, les cursus mis en place par l'ULB et la VUB se complètent à Bruxelles. Les masters sont en anglais, permettant d'accueillir un tiers d'étudiants étrangers (essentiellement d'Afrique central et du nord, quelques étudiants nord-américains et chinois, et des chercheurs indiens). Néanmoins, le nombre de sortants diplômés reste là aussi faible, en particulier à la VUB en comparaison avec la KUL : 68 diplômés sortants en 2016 toutes spécialités informatiques confondues contre 253 à Leuven.

Tableau 10 : Nombre de sortants diplômés des Hautes Ecoles néerlandophones implantées à Bruxelles et le Brabant flamand.

				2013-2014	2014-2015	2015-2016
Brabant flamand						
Katholieke Universiteit Leuven	Academisch gerichte bachelor	Economische en toegepaste economische wetenschappen	Toegepaste economische wetenschappen: handelsingenieur in de beleidsinformatica	16	16	29
		Industriële wetenschappen en technologie	Industriële wetenschappen: elektronica-ICT	1	2	-
		Wetenschappen	Informatica	37	42	33
	Master	Economische en toegepaste economische wetenschappen	Information Management	33	34	37
			Toegepaste economische wetenschappen: handelsingenieur in de beleidsinformatica	19	13	17
		Industriële wetenschappen en technologie	Electronics and ICT Engineering Technology	-	-	-
			Industriële wetenschappen: elektronica-ICT	46	49	47
		Toegepaste wetenschappen	Engineering: Computer Science	-	-	-
			Ingenieurswetenschappen: computerwetenschappen	67	54	76
		Wetenschappen	Informatica	1	-	-
			Toegepaste informatica	24	13	14
	Totaal				244	223
Région de Bruxelles-Capitale						
Vrije Universiteit Brussel	Academisch gerichte bachelor	Wetenschappen	Computerwetenschappen	13	14	11
	Master	Industriële wetenschappen en technologie	Industriële wetenschappen: elektronica-ICT	8	3	4
		Toegepaste wetenschappen	Applied Sciences and Engineering: Applied Computer Science	11	10	9
			Applied Sciences and Engineering: Computer Science	16	12	11
			Electronics and Information Technology Engineering	6	11	11
		Ingenieurswetenschappen: computerwetenschappen	19	21	16	
		Ingenieurswetenschappen: toegepaste computerwetenschappen	-	-	2	
		Wetenschappen	Toegepaste informatica	6	10	4
	Totaal				79	81
Totaal				323	304	321

Source : Communauté flamande, traitement view.brussels

2. Des initiatives privées de formations de courte durée

Le Wagon, Molengeek, Bencode.org, École 19, Epitech, les initiatives privées de formation préparant des encodeurs pour les entreprises belges fleurissent en RBC depuis 2016.

Ces écoles privées, dont certaines établissent des partenariats avec les administrations régionales emploi/formation, proposent des formations plus

courtes que le système universitaire, sans prérequis à l'entrée. L'admission se fait essentiellement par réussite à des tests logiques (Ecole 19) : à ce titre, elles se présentent comme des écoles de la seconde chance, comme un ascenseur social offrant notamment aux jeunes en décrochage scolaire une formation qualifiante garantissant un emploi. Le contenu des formations s'articulerait directement aux besoins des industries qui les

financent. Néanmoins, un certain nombre de question se pose quant à l'insertion plus ou moins durable d'une main-d'œuvre formée hors système scolaire, sans reconnaissance de titre, dans un univers où exercer en tant qu'informaticien nécessite l'obtention a minima d'un bachelor.

A l'heure actuelle, nous estimons à **environ 500 le nombre de personnes formées par an** entre quatre de ces écoles, Molengeek, Bencode, Ecole

19 et Interface 3. En revanche, nous ne disposons pas encore d'informations chiffrées sur la façon dont se déroule leur insertion sur le marché du travail : trouve-t-il un emploi rapidement ? Durablement ? Dans quel type de postes et dans quelles entreprises ? Une évaluation des parcours d'insertion des personnes formées dans ces écoles serait intéressante dans un an ou deux pour avoir du recul sur le déroulement des parcours après la sortie de formation.

3. Les formations professionnelles de Bruxelles Formation, du VDAB Brussel et de leurs partenaires.

Environ 1.000 personnes sont formées par an dans les centres de Bruxelles Formation ou un de ses partenaires (Insertion Socio Professionnelle, CDR) en Informatique, communication, industrie graphiques et TIC : les formations concernées sont de nature différentes, allant des formations webdesigner ou développeur Java, aux formations à des modules informatiques.

Deux indicateurs sont actuellement calculés pour mesurer les parcours d'insertion des cohortes de sortants de formation de 2013 à 2015 :

- Les taux de sortie positive dans les 12 mois qui ont suivi leur formation, c'est-à-dire les individus qui ont obtenu un emploi de minimum un mois et/ou qui ont repris des études ou une formation. Ce taux intègre également les placements en stage (STE/First, FPI en entreprise ou stages à l'étranger).

- Les taux de sortie vers l'emploi à 6 et 12 mois après la sortie de formation (pour un emploi de minimum un mois), prenant en compte uniquement les formations professionnalisantes, c'est-à-dire les formations qualifiantes, celles par le travail, les formations de perfectionnement et les produits isolés.

Des différences existent entre les deux taux, le taux de sortie positive étant de 69% en moyenne pour 2013-2015 (soit au-dessus de l'ensemble des formations) pour l'ensemble des formations informatiques/numériques tandis que le taux de sortie vers l'emploi n'est que de 47%, en dessous de la moyenne des formations. Cet écart signifie que seule une personne sur deux s'insère dans un emploi au cours de l'année qui suit sa formation en informatique/ICT tandis qu'une partie non négligeable des stagiaires se réinscrivent dans une autre formation professionnelle.

Tableau 11 : Taux de sortie positive à 12 mois (dont emploi de minimum 1 mois) selon l'année, le domaine et la ligne de produits

	Sortants				Taux de sortie positive			
	2013	2014	2015	2013-15	2013	2014	2015	2013-15
Informatique, ICT et Economie numérique	914	917	851	2.682	66,3	67,6	73,0	68,9
Informatique	672	667	568	1.907	68,3	70,2	79,0	72,2
Communicatiqu	184	189	178	551	60,9	60,8	59,6	60,4
Industries graphiques	47	50	86	183	59,6	54,0	67,4	61,7
TIC	11	11	19	41				61,0
Total général (tous domaines de formation)	10.653	10.089	10.828	31.570	64,4	64,7	67,2	65,5

Source : Bruxelles Formation, Actiris, traitement view.brussels

Tableau 12 : Taux de sortie vers un emploi (de minimum 1 mois) à 6 et 12 mois des formations menant à l'emploi selon l'année, le domaine (Cadre commun de programmation) et la ligne de produits

	Sortants				Taux de sortie vers l'emploi à 6 mois				Taux de sortie vers l'emploi à 12 mois			
	2013	2014	2015	2013-15	2013	2014	2015	2013-15	2013	2014	2015	2013-15
Informatique, ICT et économie numérique	807	804	738	2.349	28,4	31,0	34,1	31,1	43,4	45,1	52,3	46,8
Informatique	594	582	490	1.666	29,3	33,0	40,0	33,7	43,6	47,3	56,1	48,6
Communicatiqu	175	181	170	526	25,7	27,6	20,6	24,7	42,9	44,2	42,4	43,2
Industries graphiques	38	41	78	157		17,1	26,9	24,2		19,5	50,0	40,1
Total général	4.694	4.434	4.805	13.933	31,1	34,6	38,2	34,7	46,5	49,3	53,6	49,8

Source : Bruxelles Formation, Actiris, traitement view.brussels

Ci-dessous, le détail des formations de Bruxelles Formation et ses partenaires. Le taux d'insertion dans l'emploi n'est calculé que pour les formations où le nombre de sortants est supérieur à 40 personnes en moyenne entre 2013 et 2015. Ces taux concernent les formations de Bruxelles Formation et de ses partenaires (CDR, ISP) indistinctement. Ils sont à manier avec précaution : de manière générale en raison des faibles effectifs de sortants ; et parce qu'en 2015, une formation

exceptionnelle « moins de 30 ans » a presque doublé le nombre de sortants dans certaines formations. Néanmoins, ces taux donnent des indications sur la dynamique du marché du travail, c'est-à-dire la possibilité de s'y insérer à l'issue de formations spécifiques : certains taux sont élevés (plus de deux personnes sur trois) : à l'inverse, certaines formations n'assurent pas une insertion rapide (moins d'une personne sur deux).

Tableau 13 : Taux de sortie vers l'emploi (minimum 1 mois) dans les 12 mois suivant la sortie de formation par ligne de produits d'une formation de Bruxelles Formation et ses partenaires

	Sortants				Taux de sortie vers l'emploi (≥ 1 mois dans les 12 mois)			
	2013	2014	2015	2013-2015	2013	2014	2015	2013-2015
Informatique								
Technicien support PC (module complémentaire LAN)	9	12	11	32				
Technicien de maintenance PC	43	45	46	134	53,5	28,9	41,3	41,0
Technicien maintenance – Helpdesk	14	19	13	46				37,0
Téléphonie IP	9	7	2	18				
Administrateur réseaux	15	34	26	75				44,0
Technicien support PC/Réseaux	33	18	9	60				51,7
Administrateur système MS certifié	12	12	24	48				58,3
Consultant junior SAP	13	12	24	49				75,5
Développeur NET	12	12	19	43				67,4
Develop application J2EE – Envir. Open source	12	12	12	36				
Développeur d'application-spécialisation mobiles	23	14	13	50				58,0
Modules informatiques	332	211	179	722	41,6	46,4	58,1	47,1
L'essentiel des systèmes et réseaux	24	22	20	66				34,8
Initiation à la programmation	21	20	19	60				31,7
Labo JAVA	12	12	9	33				
Labo.NET	10	10		20				
Modules microsoft cof		110	64	174		48,2	43,8	46,6
Total informatique	594	582	490	1.666	43,6	47,3	56,1	48,6
Communicative								
Création sites	7	2		9				
Web développeur	12	20	20	52				48,1
Web designer	44	48	42	134	40,9	50,0	42,9	44,8
Gestionnaire de sites WEB	13	14	14	41				53,7
Photo numérique et retouche avec photoshop	26	20	30	76				35,5
Bases de données relat. & interface Web	7			7				
Publier des pages Web	38	37	29	104				43,3
Vidéo numérique	10	15	15	40				35,0
Javascript & JQuery	18	17	9	44				52,3
Créer une mini application en PHP/My SQL		8	11	19				
Total Communicative	175	181	170	526	42,9	44,2	42,4	43,2
Industries graphiques								
PAO	5	3		8				
PAO infographiste		5	10	15				
Infographie	10	10	22	42				35,7
Conducteur presse offset multi-couleurs	5	4	8	17				
Chaîne graphique		13	23	36				
Adobe Illustrator	10		8	18				
Conduite de presse digitale	8	6	7	21				
Total Industries graphiques	38	41	78	157		19,5	50,0	40,1
Total	807	804	738	2.349	43,4	45,1	52,3	46,8

Source : Bruxelles Formation, Actiris, traitement view.brussels

a. Une insertion élevée dans l'emploi : deux personnes sur trois au minimum

En moyenne pour 2013 à 2015, deux personnes sur trois s'insèrent dans un emploi (de plus d'un mois) dans les 12 mois suivant leur sortie pour trois types de formation :

- Le numérique à proprement parlé : il s'agit des développeurs d'application/spécialisation mobile et des développeurs Net ;
- Le développement et la maintenance de réseau informatique avec la formation administrateur système Microsoft certifié ;
- L'implémentation du logiciel SAP via la formation consultant junior SAP orienté finance.

b. Une insertion moyenne : une personne sur deux

En moyenne pour 2013 à 2015, une personne sortie de formation sur deux trouve un emploi pour les spécialités suivantes :

- Le développement et la maintenance de réseau informatique amène à une insertion moyenne dans l'emploi pour les « techniciens support PC et réseaux ».

- La formation de Webdesigner
- La formation Javascript et la formation JQuery, utilisé pour l'écriture de page Web

Ces formations relèvent des technologies informatiques plus anciennes que les développements actuels d'application et de programmation.

c. Une insertion faible dans l'emploi : une personne sur trois

En moyenne pour 2013-2015, moins d'une personne sur trois accède à un emploi pour la formation de technicien maintenance – helpdesk, cette

fonction serait prise en charge dans des profils plus complets de développement et maintenance réseau.

4. Un profil manquant : quelle offre de formation correspondante ?

Selon les experts interviewés en Région bruxelloise, un profil professionnel spécifique, entre développeur / technicien plutôt généraliste et Data scientist très spécialisé, ferait défaut en RBC. En effet, le Bachelor actuel forme de bons développeurs généralistes et le Master, des profils d'experts spécialisés en cybersécurité, analyse de données et bio-informatique. Mais il manque un entre deux, **c'est-à-dire des développeurs**

plus spécialisés (en santé, finance, commerce, etc.) ou des Data scientist plus généralistes. Quelle offre pourrait y répondre ? La formation qui conviendrait se situerait entre le bachelor et le master. Bruxelles Formation prévoit pour la rentrée 2018 l'ouverture d'une formation de Data Analyst, fonction complémentaire au Data Scientist, les premiers programmant pour que les seconds traitent la donnée. Cette formation pourrait venir combler cet entre-deux.

VI. Perspectives d'avenir et pistes de recommandations

A. Les principaux défis pour un développement de l'industrie numérique en Région bruxelloise

Le développement du numérique en Région de Bruxelles Capitale lance plusieurs défis :

1. Celui de l'existence d'une main-d'œuvre qualifiée pour occuper les emplois, développer les activités permettant l'établissement et la mise en œuvre du numérique sous ces différentes formes (smartcity, smartfactory...). Ces emplois concernent tout autant l'achat, la vente, le traitement ou la protection des données que des activités par exemple de nettoyage des câbles permettant un bon fonctionnement des serveurs.
2. Celui du développement d'une infrastructure pouvant supporter le coût d'une ville hyper connectée : cela suppose un développement des infrastructures de réseau (bornes relais pour les voitures électriques, antennes, data-serveurs, etc.).
 - En outre, selon les opérateurs télécoms et les fédérations professionnelles du numérique, une des conditions pour la mise en œuvre de la Smartcity via le développement de voiture autonome, d'interventions médicales robotisées, etc., est l'implémentation de la 5G. Les flux d'informations circuleraient à du « 70 Gb/s soit un transfert 100 fois plus rapide que la 4G. La Commission européenne a fixé à chaque Etat membre d'avoir une ville « porte drapeau » de la 5G d'ici 2020 »¹⁶. Sa mise en œuvre est cependant conditionnée actuellement en RBC notamment à des questions sanitaires et de savoir quels seront les effets des ondes sur la santé des bruxellois.
 - Garantir le principe de neutralité du net en tant que « bien public »¹⁷ : jusqu'à maintenant, aucune distinction n'a été faite dans le trafic de données, leur vitesse de circulation, leurs producteurs et utilisateurs (grandes entreprises ou particuliers). Or, aujourd'hui cette neutralité est remise en question par les Etats-Unis, propriétaire de la majorité du net (les GAFA, youtube, etc., sont propriétaires d'un tiers du trafic mondial) : cette remise en question pourrait avoir comme conséquences un accès payant au trafic de données pour en garantir la bonne circulation.
 - La captation des signaux nécessaires à la mise en œuvre d'une Smartcity est un autre enjeu de taille : collecter l'information en temps réel sur la mobilité des individus, l'état de la pollution atmosphérique, les signaux de présence pour optimiser l'éclairage urbain, le niveau sonore de la ville, etc. Cela nécessite la pose et la maintenance de capteurs comme le montre le schéma ci-dessous. Leur développement peut être soutenu par les pouvoirs publics en établissant par exemple comme condition à la rénovation des façades la pose de capteurs.

¹⁶ Le soir, 12 février, « La 5G à Bruxelles ? L'industrie s'impatiente ».

¹⁷ En savoir plus sur http://www.lemonde.fr/pixels/article/2017/12/14/les-etats-unis-abrogent-la-neutralite-du-net-un-principe-fondateur-d-internet_5229906_4408996.html#BESrTTJORMm4bxbV.99



Source : Laboratoire d'Innovation Numérique de la CNIL

Des initiatives existent aujourd'hui par exemple dans la réglementation des niveaux sonores de la ville. Des capteurs sont posés et des données collectées via la CIRB (Centre d'Information pour la Région Bruxelloise) pour leur analyse et l'intervention publique.

3. Néanmoins, se pose la question de la protection des individus dans un univers hyperconnecté compilant en grande quantité des informations individuelles. Rob Kitchin identifie un certain nombre de risques pesant sur la vie privée des individus au sein de la smartcity. Selon lui, le débat est d'une part éthique et politique en lien avec la surveillance de masse permise par les nouvelles technologies, et il porte d'autre part sur la façon de recourir à des solutions respectueuses de la vie privée. Selon lui, en combinant plusieurs types d'approches, il serait possible de développer des solutions qui respectent les individus, sécurisent les données, et apportent de nouveaux services, à condition de mettre en place des mécanismes de gouvernance et de régulation. A ce titre, il rejoint les préoccupations de bonne gouvernance développées par Stiegler. La réforme

européenne RGPD « Règlement général sur la protection des données » va dans ce sens (elle est entrée en application le 25 mai 2018). Le gouvernement régional pourrait avoir en charge la responsabilité d'une base de données centralisées sur les pratiques et caractéristiques des individus, sous la surveillance d'un comité d'éthique et de sécurité de la vie privée dans lequel siègerait notamment des universitaires de différentes disciplines, comme cela existe à l'ULB (composé de philosophes, juristes, informaticiens, mathématiciens et médecins), des acteurs privés et publics. Rob Kitchin recommande en complément la présence d'une équipe informatique spécifiquement chargée de la sécurité et des interventions d'urgence afin de parer les potentielles vulnérabilités ou cyberattaques.

4. Celui de la redistribution des richesses émanant de la plus-value engrangée par l'industrie numérique.
5. Celui plus globalement des choix de société sur la répartition du temps de travail / temps hors travail.

B. Recommandations en matière d'emploi, de formation professionnelle et de gouvernance

Ces recommandations émanent en grande partie d'un focus groupe organisé par view.brussels en présence d'institutions régionales Emploi Formation engagées dans le numérique (Actiris - Pôle

Industrie, construction, transport et logistique, Evoliris, Cabinet Gosuin, City of making, BECI, CDR Iristech+, Bruxelles Economie Emploi, Mission locale d'Ixelles, IBEFE).

1. Préparation de la société à la digitalisation

Un double défi se présente : celui de préparer les individus à une société « numérique » où tout un chacun en devient le développeur de par les usages qu'il fait des applications dans la ville, au sein de la sphère domestique, à l'école, etc. ; et celui de préparer les individus à occuper des fonctions émergentes en charge du développement de composants électroniques et d'applications comme interface entre le public et la smartcity, la smartfactory, etc. **Trois ensembles de formations sont alors envisagés :**

- Celles ajustant les compétences des chercheurs d'emploi, des jeunes et des travailleurs pour qu'ils soient des citoyens / usagers avertis des développements numériques, des usages possibles et de leurs limites dans l'administration, la mobilité, l'e-commerce, l'e-santé, etc. Ces formations doivent veiller à ce que les individus partagent un langage commun dans la mesure où les applications numériques entre dans la sphère domestique, dans les rapports familiaux, dans la gestion du quotidien, etc. notamment, il s'agirait de réduire la fracture numérique avec les personnes les plus éloignées des outils et applications (personnes

âgées, famille en dessous du seuil de pauvreté).

- Celles formant des professionnels du numérique (encodeurs, programmeurs, développeurs, etc.) à la pointe des technologies du moment. Les laboratoires universitaires sont inscrits dans les réseaux internationaux et à la pointe des développements numériques. Les opérateurs de formation professionnelle sont en lien avec les entreprises régionales pour le montage des formations. Il existe une synergie entre offre de formation publique, universités, entreprises et pouvoirs publics à renforcer, notamment pour former des profils de niveau bachelor et master. En outre, un profil professionnel manquant, à développer, est soit celui de développeur spécialisé, soit de datascientist plus généraliste.
- Celles de formation des formateurs aux technologies de pointe et aux outils pédagogiques innovants : avoir des professionnels capables de s'adapter à des publics variés (d'un débutant à quelqu'un qui est spécialisé et qui a besoin d'être à jour sur un outil) et maîtrisant les technologies du moment.

2. Système de gouvernance

Mettre en place un **système de gouvernance croisée et coordonnée** de l'économie numérique en tant que domaine transversal à différentes sphères régionales (commerce, mobilité, économie circulaire, gestion des ressources énergétiques, simplification administratives, nouvelles techniques pédagogiques dans l'enseignement,

etc.). En outre, mettre en commun les compétences régionales en matière d'environnement, de mobilité, d'emploi, de formation, de développement économique, de santé et de social et de numérisation de l'administratif pour répondre aux enjeux sociétaux de demain (vieillesse de la

population, chômage, décrochage scolaire, pollution urbaine, mobilité, etc.) et s'assurer que le numérique y réponde.

- Pour se faire, assurer la rencontre des observatoires régionaux : des activités productives, de l'emploi et de la formation, des mobilités, de l'environnement, du développement territorial, de la santé et du social et l'IBSA ;
- Renforcer les partenariats entre institutions oeuvrant pour ou dans le développement numérique et permettant l'articulation des ressources :
 - les entreprises (TPE, PME et grandes entreprises), via leur fédération professionnelle ou au travers de conventions quadripartites. Ces dernières engagent actuellement uniquement les grandes entreprises, Actiris, Bruxelles Formation et le VDAB. Or, le numérique se compose essentiellement de TPE/PME : pour rappel, un peu moins d'un travailleur sur deux est engagé par une entreprise de moins de 100 salariés. Des conventions pourraient être envisagées visant un regroupement de TPE/PME pour répondre à leurs besoins de main-d'œuvre et son renouvellement ;
 - HUB.Brussels ;
 - CIRB ;
- Innoviris ;
- les CDR Evoliris et Iristech+ ; et les futurs pôles Emploi/Formation ;
- Actiris ;
- Bruxelles Formation et le VDAB ;
- les FAB LAB ;
- les laboratoires de recherche universitaires de l'ULB et de la VUB et leur comité éthique.
- Renforcer la coordination et la visibilité des développements numériques régionaux :
 - le plan next tech subside de nombreux projets Smartcity dont la visibilité pour le public est faible. Promouvoir des événements impliquant la population bruxelloise, montrant les différentes dimensions du quotidien que couvrent le numérique et les services disponibles : fixmystreet, réglementation des niveaux sonores dans la ville, projets subsideés par innoviris, etc. Communiquer sur les réalisations ;
 - fédérer les réseaux. Par exemple, mettre les Fablab dans un réseau semi-public permettant un partage des outils aux différents publics (élèves, étudiants, travailleurs, demandeurs d'emploi). Des initiatives publiques développent des fab lab en région, parallèlement au réseau des 19 existants. Une coordination est nécessaire.

3. Adapter le système d'enseignement et de formation

Dans l'enseignement et le système de formation professionnelle : savoir de quoi demain sera fait est impossible. Par contre, s'assurer que les outils et les compétences des bruxellois sont à jour est possible : on ne peut former des élèves sur une 2CV alors qu'on fabrique aujourd'hui des voitures

entièrement automatiques (e-tron d'Audi). Cela suppose que les écoles et les centres de formation aient un matériel à jour : renforcer le soutien des entreprises pour qu'elles fournissent les outils et le matériel adéquats et participent aux processus d'ingénierie des contenus de formation.

4. Favoriser les innovations numériques au travers des marchés publics

Le fonctionnement des marchés publics pourrait être modifié en introduisant des propositions de développement numérique dans les critères de sélection. Par exemple, donner les besoins en

usage futur d'un bâtiment qui devra être producteur d'énergie et de santé pour que les entreprises proposent des solutions globales à ces besoins.

5. Sensibiliser les jeunes générations à l'informatique

Dans les écoles, faire découvrir les applications, le développement numérique, les projets Smart-city, présenter les métiers du numérique et les carrières possibles (dans la santé, la logistique, la communication, la cybersécurité, etc.). Quels métiers sont accessibles, avec quelles formations, dans quel environnement professionnel ? La Cité des Métiers pourrait ici jouer un rôle ? Cela éviterait une déperdition des jeunes qui entrent à l'université avec des attentes non rencontrées car

mal informés sur ce qu'est l'informatique (contenu mathématique pointu) et ses débouchés. Or cette déperdition génère une pénurie de travailleurs diplômés : trois quart des étudiants abandonnent le cursus entre le moment où ils entrent en première année et leur sortie en master. Dès le primaire, des startups ont développé des projets tels que Code'n play¹⁸ pour sensibiliser les enfants au monde du numérique. Renforcer ces initiatives est important.

¹⁸ <https://www.codenplay.be/>

Bibliographie

Albessart C. Calay V. Guyot J.L. Marfouk A. Verschueren F. (2017), *La digitalisation de l'économie wallonne : une lecture prospective et stratégique*, Rapport de recherche de l'IWEPS.

Babet C. (2016), *Portraits statistiques des métiers 1982-2014*, Synthèse.Stat, n° 19, Dares, mars, 687p.

Bachimont B. (2000). L'intelligence artificielle comme écriture dynamique : de la raison graphique à la raison computationnelle. In J. Petitot & P. Fabbri (Eds.), *Au nom du sens* (pp. 290-319): Grasset

Bernard A.B, Smeets V., Warzynski F. (2016), *Rethinking Deindustrialization*, Preliminary version of a paper prepared for the 63rd Panel Meeting of Economic Policy, April.

Carif-Oref Pays de la Loire (2016), *Les métiers du numérique recrutent et recruteront !*, série Études et enquêtes, janvier, 89 p.

Conseil d'Orientation pour l'Emploi, 2017, *Automatisation, numérisation et emploi*.

Conseil supérieur de l'emploi, 2016, *Economie numérique et marché du travail*.

Convert, B., Horn, F. & Zune, M. (2011). Pour une socio-économie du numérique: Introduction au dossier. *Revue Française de Socio-Économie*, 8,(2), 31-38. doi:10.3917/rfse.008.0031.

Danguy J., Persyn L. (2016), *L'économie du numérique*, Ch. 10 dans *Rapport sur l'économie Wallonne 2016.*, IWEPS-SOGEPA-SPW-DG06

Dares et France Stratégie (2015), *Les métiers en 2022*, Rapport du Groupe Prospective des métiers et qualifications, avril, 411 p.

Evoliris (2016), *Le big data à Bruxelles aujourd'hui. Et demain ?*, Les Cahiers d'Evoliris

Evoliris (2017), *Après la sensibilisation, état des lieux sur la Cybersécurité à Bruxelles*, Les Cahiers d'Evoliris

Fafiec (2013), *Contrat d'études prospectives du secteur professionnel du numérique, étude réalisée par les cabinets Katalyse et Merlane* (Lécole J.-F., Dulong C., Zoroddu M., Lutz M., Mathieu J.-M. et Bonnefous C.), août, 189 p.

Fafiec (2016), *Étude prospective pour la branche des métiers du numérique en région Île-de-France*, étude réalisée par le cabinet Ambroise Bouteille et Associés pour le compte du FAFIEC et de la DIRECCTE Île-de-France, mai, 408 p.

Godonou C., Renouvel S., Roger S., Camors C., Soulard O., Dezenaire F. (2016), *Économie numérique en Ile-de-France : une dynamique d'emploi portée par les non-salariés*, Insee, analyse Ile-de-France, n°31.

Empirica (2015), « *E-skills in Europe. Trends and forecasts for the European ICT professional and digital leadership labour markets (2015-2020)* », Working Paper (Hüsing T., Korte W. B. et Dashja E.), novembre.

Zune M. (2006), « De la pénurie à la mobilité : le marché du travail des informaticiens », *Formation Emploi*, n°95



Directrice Chef de Service :

Cathy VAN REMOORTERE (NL)	☎ 02/505.77.42	✉ cvanremoortere@actiris.be
---------------------------	----------------	-----------------------------

Directeur :

Stéphane THYS (FR)	☎ 02/505.14.54	✉ sthys@actiris.be
--------------------	----------------	--------------------

Adjointe au directeur :

Amandine BERTRAND (FR)	☎ 02/505.78.76	✉ abertrand@actiris.be
------------------------	----------------	------------------------

Collaborateurs :

Mourad DE VILLERS (FR)	☎ 02/505.14.14	✉ mdevillers@actiris.be
Sara DEL MOLINO TALAVERA (FR)	☎ 02/505.77.15	✉ sdelmolinalavera@actiris.be
Marie DOZIN (FR)	☎ 02/563.24.35	✉ mdozin@actiris.be
Jérôme FRANÇOIS (FR)	☎ 02/505.77.21	✉ jfrancois@actiris.be
Alessandro GRUMELLI (FR)	☎ 02/563.34.61	✉ agrumelli@actiris.be
Guillaume JACOMET (FR)	☎ 02/505.16.07	✉ gjacomet@actiris.be
The Man LAÏ (FR)	☎ 02/505.14.12	✉ tlai@actiris.be
Nicolas MUYLLE (NL)	☎ 02/563.24.37	✉ nmuylle@actiris.be
Marleen SENDERS (NL)	☎ 02/505.77.79	✉ msenders@actiris.be
Bénédicte VAN EGEREN (FR)	☎ 02/505.15.35	✉ bvanegeren@actiris.be
Sandy VAN RECHEM (NL)	☎ 02/505.14.56	✉ svanrechem@actiris.be

Secrétariat :

Nikita BARANYANKA (FR)	☎ 02/505.14.34	✉ nbaranyanka@actiris.be
Xavier BERCKMANS (FR)	☎ 02/505.11.49	✉ xberckmans@actiris.be

Avenue de l'Astronomie, 14 - 1210 Bruxelles

✉ view@actiris.be – site view.brussels : www.actiris.be

Editeur responsable : Grégor CHAPELLE, Directeur général d'Actiris

