



Rapport du comité d'experts sur les radiations non ionisantes. 2015-2016

01 février 2016

Président : Y. Rolain

Beauvois, V. – Erzeel, D. – Hecq, W. – Lagroye – I. – Pollin, S. – Rebreanu, L. –
Vanderstreaten, J. – Verschaeve, L.

Secrétariat : Bruxelles-Environnement

1/29

1 Table des matières

Contents

1	Table des matières	2
2	Evaluation de l'application de l'ordonnance	4
2.1	Application générale des aspects techniques de l'ordonnance	4
2.1.1	Le protocole de mesure	4
2.1.2	Déterminer les marges d'erreur pour les mesures.....	5
2.1.3	Déterminer les marges d'erreur pour les simulations	5
2.1.4	Validation des simulations avec des mesures	5
2.1.5	SUGGESTION: validation croisée des simulations et des mesures	6
2.1.6	Aperçu des installations existantes	6
2.1.7	Adaptation de la base de données Urbis et des simulations	7
2.1.8	Choix entre une simulation a priori et une inspection a posteriori.....	8
2.1.9	Utilisation de l'outil de simulation 3D.....	9
3	Aspects spécifiques de la téléphonie mobile et santé pour la 4G standard	9
3.1	Effets sur la sante	9
3.1.1	Aperçu des principales études scientifiques	9
3.1.2	Cancer	9
3.1.3	Effets immunologiques	11
3.1.4	Affections cérébrales et neurologiques	11
3.1.5	Reproduction et développement	12
3.1.6	Problèmes de sante non spécifiques	12
3.1.7	Conclusion	12
3.1.8	Remarque importante concernant l'évaluation de rapports scientifiques.....	13
3.1.9	Avis du conseil supérieur de la sante (css)	13
3.2	Aspects socio-économiques.....	14
3.2.1	Aspects Macro-économiques	15
3.2.2	Aspects micro-économiques	18
3.2.3	Conclusions.....	24
3.2.4	Sources	25
3.3	Développement du standard 5G impactant pour l'Ordonnance	27
4	Suggestions.....	28

5 Annexe : Rémunérations payées par membre en 2015..... 29

2 Evaluation de l'application de l'ordonnance

Dans cette section, le comité donne une évaluation de l'application de l'ordonnance. Le rapport est basé sur le rapport de l'IBGE. Le comité a posé des questions à l'IBGE et a reçu des réponses en retour. Le texte reflète cette interaction et a été rédigé via consensus par le comité.

2.1 Application générale des aspects techniques de l'ordonnance

2.1.1 Le protocole de mesure

Le protocole de mesure, tel qu'il est utilisé par l'administration, est expliqué dans un document type, qui a été transmis au comité. Après une analyse approfondie, le comité a conclu que la procédure était correcte et que son application se faisait avec expertise et rigueur.

Le comité fait remarquer que l'ordonnance prévoit une détermination du champ dans tous les lieux accessibles au public, aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur des bâtiments. Les mesures devront donc être effectuées indoor et outdoor pour plus de précision dans les deux configurations.

Le comité marque son accord sur la procédure prévue, qui s'articule en trois phases.

- Le contrôle préalable des appareils.
- La réalisation des mesures.
- L'interprétation et le traitement des résultats de mesure.

Ces phases sont décrites plus en détail ci-dessous.

- Le contrôle préalable des appareils
 - Un laboratoire doté de l'accréditation ISO 9000 se charge chaque année de calibrer tous les composants du dispositif de mesure.
 - Le déroulement de la calibration des appareils est suivi d'année en année. On contrôle à chaque fois si la calibration de l'année précédente est compatible avec celle de la nouvelle année. Cela signifie que l'on vérifie si les valeurs de calibration sont pareilles au niveau de leur incertitude.
 - Le fonctionnement de l'appareil est testé au début de chaque mesure. On effectue pour ce faire plusieurs mesures standard qui permettent de s'assurer que chaque composant du dispositif fonctionne correctement.
 - CONCLUSION: Le comité conclut que la procédure utilisée garantit le fonctionnement des appareils et répond aux normes actuellement en vigueur pour les mesures de champ.
- La réalisation des mesures
 - Pour la réalisation des mesures, on travaille selon une procédure la plus conforme possible aux directives européennes.

- La réalisation des mesures est une gageure étant donné qu'il s'agit de valeurs moyennes et non de valeurs de pointe. Le choix d'une fenêtre d'intégration est dès lors un paramètre essentiel à la précision des mesures.
- CONCLUSION: Le comité estime que les mesures sont effectuées correctement et reflètent fidèlement la réalité.
- L'interprétation et le traitement des résultats de mesure
 - Les mesures de champ sont intrinsèquement soumises à des variations spatiales et temporelles. Ces variations peuvent être importantes et doivent dès lors être prises en compte dans l'évaluation de la puissance du champ.
 - L'incertitude temporelle est déterminée en phase de test par l'échange de données de l'émetteur à caractériser. Elle est prise en compte en comparant le spectre mesuré à la connaissance a priori des bandes de fréquences utilisées par l'émetteur.
 - CONCLUSION: Le comité estime que l'interprétation et le traitement des données de mesure se font de manière adéquate.

2.1.2 Déterminer les marges d'erreur pour les mesures

Les limites d'incertitude des mesures sont déterminées au moyen de la calibration et des spécifications des appareils de mesure. Actuellement, elles sont utilisées pour vérifier les mesures et permettent un contrôle de qualité fiable des mesures.

L'ordonnance ne prévoit pas l'utilisation de marges d'erreur comme résultat du contrôle des installations. La méthodologie actuelle, qui propose les mesures moyennes comme résultat de mesure, répond donc à l'ordonnance.

2.1.3 Déterminer les marges d'erreur pour les simulations

L'administration prévoit la documentation nécessaire aux experts pour estimer la précision des simulations du logiciel de simulation actuel (Mithra-REM v1.6.6) et de la version ultérieure (Mithra-REM v1.7). Les méthodes de calcul ne changeront pas avec le passage à la nouvelle version.

Le logiciel est conçu par le fabricant pour permettre de déterminer l'intensité du champ dans un environnement extérieur. Le logiciel permet d'évaluer l'intensité du champ à l'intérieur d'un bâtiment avec un post-traitement qui consiste à attribuer un facteur d'atténuation de 0 à 15 dB en fonction du type de façade du bâtiment. Ce calcul est réalisé conformément à la législation.

L'information fournie suffit à comprendre le fonctionnement du logiciel, ainsi que les sources possibles d'erreurs et la limite de fonctionnement du logiciel. L'information contient également une étude des différences entre mesures et simulation.

CONCLUSION: Le comité estime que le logiciel répond aux critères imposés aux mesures en dehors et à l'intérieur des bâtiments dans un environnement urbain tel que la Région bruxelloise.

2.1.4 Validation des simulations avec des mesures

- Validation des prévisions de l'outil de simulation avec les expositions réelles sur terrain à l'extérieur

Ce sont les mesures effectuées par GEOMOD qui sont utilisées comme référence de validation sur le terrain. La validation peut également être effectuée sur base des campagnes de mesure réalisées par le CSTB (responsables du moteur de calcul de Mithra-REM)

2.1.5 SUGGESTION: validation croisée des simulations et des mesures

Le comité propose d'effectuer des tests pour pouvoir comparer des mesures et des simulations dans le contexte d'une installation existante.

Le comité et l'administration s'accordent à dire que l'avantage de ce test est qu'il améliore considérablement la crédibilité de l'approche proposée.

Une attention devrait être fournie aux points suivants:

- Pour que le test soit fiable, l'installation doit être utilisée de manière contrôlée et spécifique. Les puissances émises doivent être connues avec exactitude, et doivent être activées et désactivées selon une séquence convenue d'avance. Ce n'est possible que si l'installation n'est pas utilisée (par exemple, pendant des travaux de maintenance à l'installation et non pas pendant l'utilisation normale). Ces tests ne sont donc possibles qu'occasionnellement et doivent être organisés en accord avec les opérateurs.
- La plupart des mesures sont effectuées par l'administration, à la demande de riverains. Ces mesures se font souvent à l'intérieur ou à des endroits spécifiques, non appropriés pour ce type de mesures de vérification.

Le comité propose de développer plus en avant le post-traitement des simulations.

- Pour l'heure, le champ à l'intérieur est déterminé en fonction de l'intensité du champ en plein air en attribuant un facteur d'atténuation à la façade
- Etant donné qu'il s'agit d'une géométrie compliquée, avec une variété de matériaux dont on ne connaît pas toujours précisément les propriétés, mieux vaut sans doute se baser sur plusieurs situations normalisées. Il vaut mieux comparer ces simulations à la réalité sur la base de mesures effectuées dans divers environnements représentatifs de la situation normalisée.

2.1.6 Aperçu des installations existantes

A la demande du comité, l'IBGE a fourni une liste reprenant les informations suivantes par type d'installation (GSM, WimAX, ...):

- Le nom du type d'installation visé par la réglementation
- Une estimation du nombre d'installations existantes
- Le nombre de dossiers soumis pour ces installations
- Le nombre de dossiers approuvés
- Le nombre de dossiers rejetés
- Le nombre de contrôles réellement effectués sur le terrain moyennant des mesures (FR) de l'exposition et une inspection de l'installation proprement dite (hauteur d'antennes, azimut, etc.).

Type	Existant (2+1D)	Soumis (1D)	Approuvés (1D)	Rejetés (1D)	Contrôles (1D)
GSM-R	24	8	8	0	0
GSM 900	528	915	896	19	16
GSM 1800	236	240	236	4	6
UMTS	31	0	0	0	0
UMTS 2100	1972	850	832	18	15
VHF	2	0	0	0	0
UHF	2	0	1	0	0
WIMAX 3600	61	2	0	2	0
LTE 800	1158	534	529	5	12
LTE 1800	1356	750	734	16	15
LTE 2600	3	0	0	0	0
STIB 160	2	2	2	0	0
STIB 410	5	5	5	0	0
STIB 460	2	2	2	0	0
ASTRID 390	6	3	3	0	1
ASTRID	3	0	0	0	0
PAGING	3	0	0	0	0
ASTRID RADIO	16	0	0	0	0

Commentaire 1 Les données sont classées par technologies et non pas par sites. Les données par site sont fournies dans le rapport IBGE pour le comité d'experts.

Commentaire 2 : La colonne « contrôle » reprend les sites visités dans le cadre de la demande de permis. Pas le contrôle par mesure éventuellement réalisée par l'inspectorat. Sur base des données du rapport de l'administration, l'inspectorat a effectué 54 contrôles.

2.1.7 Adaptation de la base de données Urbis et des simulations

- Fréquence et nombre de mises à jour de la base de données Urbis 3D

La base de données URBIS est adaptée chaque mois à la nouvelle situation. 28 bâtiments sont adaptés en moyenne par mois dans la base de données.

Depuis l'entrée en vigueur de la loi en 2014, 340 demandes de changement ont été introduites. Le nombre de modifications nécessaires est certainement inférieur à 340. Il arrive souvent qu'il y ait plusieurs demandes pour un même bâtiment en raison des délais de traitement.

- Réévaluation des niveaux de radiation dans des dossiers déjà approuvés et clôturés, pour tenir compte des immeubles qui sont apparus ou ont disparu

Dans l'ensemble, 200 bâtiments ont été ajoutés et/ou modifiés jusqu'à présent. Deux tiers des modifications étaient dues au report de 2014 et un tiers des bâtiments ont été remodelés à la demande de l'architecte.

Actuellement, les installations existantes ne sont pas automatiquement réévaluées en cas d'adaptation des immeubles dans la zone d'exposition. Etant donné que pour chaque modification de son installation, l'exploitant doit introduire une nouvelle demande de permis et

qu'il en résulte une nouvelle simulation de l'ensemble de l'installation, on arrive en moyenne à une nouvelle évaluation de l'intensité du champ tous les deux ans. L'administration estime que s'il fallait refaire une évaluation complète à chaque modification dans la base de données, la charge de travail serait trop grande.

2.1.8 Choix entre une simulation a priori et une inspection a posteriori

- On a opté pour une approche a priori, qui est appliquée en phase d'approbation du dossier. Un opérateur doit obtenir un permis d'environnement avant de pouvoir installer une antenne. Pour déterminer si l'antenne respecte la législation en vigueur et peut obtenir un permis, Bruxelles Environnement (ci-après BE) utilise un logiciel de simulation dans lequel est intégrée une base de données reprenant les bâtiments de Bruxelles en 3 dimensions. Il est possible d'y intégrer les antennes et tous leurs paramètres (hauteur, puissance, angle d'inclinaison) et de faire ensuite une simulation de leur rayonnement à la hauteur voulue (p. ex.: hauteur d'homme par rapport au sol), ainsi que sur les façades intérieures et extérieures des bâtiments. De cette façon, on peut vérifier que la norme est bien respectée, en toute zone accessible au public. Si ce n'est pas le cas, le permis n'est pas délivré et l'opérateur ne peut pas exploiter les antennes en question.

Un agent de BE se rend sur place pour s'assurer que la réalité du terrain (position, inclinaison, configuration des bâtiments avoisinants, etc.) correspond bien aux éléments que l'opérateur a utilisés dans sa simulation. Les visites ne sont plus systématiques, comme c'était le cas pour la mise en œuvre de la norme 3V/m. Il s'agissait alors d'une phase de régularisation, qui nécessitait une visite de chaque site.

Pour la mise en œuvre de l'Ordonnance, les visites concernent actuellement des sites regroupant plusieurs opérateurs, des sites pour lesquels une vérification du bâti semble nécessaire ou encore des sites faisant l'objet d'une nouvelle demande de permis d'environnement, et pour lesquels un permis de classe 1D a déjà été délivré et mis en œuvre.

Toute modification technique d'une antenne ou de son environnement proche ayant déjà reçu un permis d'environnement et qui entraîne une augmentation du rayonnement électromagnétique, doit faire l'objet d'un nouveau permis d'environnement.

De plus, les opérateurs de téléphonie mobile doivent, sur demande de Bruxelles Environnement, transmettre au moins 4 fois par an les informations concernant leur configuration réseau et la puissance de leurs antennes. Nous pouvons alors vérifier que la puissance des antennes n'a pas augmenté depuis que nous avons accordé le permis. (Ceci est prévu par l'arrêté mais pas encore d'application).

Des mesures sur le terrain sont réalisées par la division Inspection dans le cadre de plaintes émanant des citoyens ainsi que dans le cas de campagnes de mesures ponctuelles (voir page 7 du rapport de l'IBGE).

2.1.9 Utilisation de l'outil de simulation 3D

Actuellement aucune demande d'utilisation du logiciel n'a été reçue par BE.

3 Aspects spécifiques de la téléphonie mobile et santé pour la 4G standard

Cette partie du rapport contient un aperçu des développements de l'année écoulée pouvant avoir une importance pour l'application de l'ordonnance. Dans ce premier rapport, la ligne de temps a été étendue à la date du début de l'ordonnance.

Les aspects de la propagation et de la quantification de l'intensité du champ sont abordés dans le document en annexe. Le comité estime que le texte en annexe (A1Fr) résume bien la problématique spécifique.

3.1 Effets sur la sante

3.1.1 Aperçu des principales études scientifiques

Depuis l'introduction du téléphone mobile, de nombreuses études ont été menées sur les effets potentiels des fréquences radio (FR) - et en particulier sur celles utilisées pour la téléphonie mobile - sur la santé. La recherche se composait à la fois d'un volet *in vitro sur des cellules cultivées en laboratoire* et d'études *in vivo* sur des animaux de laboratoire, d'études cliniques auprès de volontaires exposés à un rayonnement de FR, et d'un volet épidémiologique, notamment auprès de personnes utilisant fréquemment un téléphone mobile. Vous trouverez ci-dessous un aperçu des principaux sujets d'études et résultats de recherche. Nous avons tenu compte à cet égard aussi bien des études 'plus anciennes' que des toutes dernières données.

Note: l'intensité d'exposition au rayonnement FR des téléphones mobiles, exprimée comme une valeur SAR ('Specific Absorption Rate' ou, en français, 'Débit d'Absorption spécifique') fluctue généralement entre 0,1 en 1,2 W/kg au niveau de la tête de l'utilisateur. Cette valeur est inférieure à la valeur seuil pour les effets thermiques (4W/kg) mais nettement supérieure au SAR (0,0016 W/kg) qui correspond à la norme bruxelloise pour les antennes fixes (6V/m).

3.1.2 Cancer

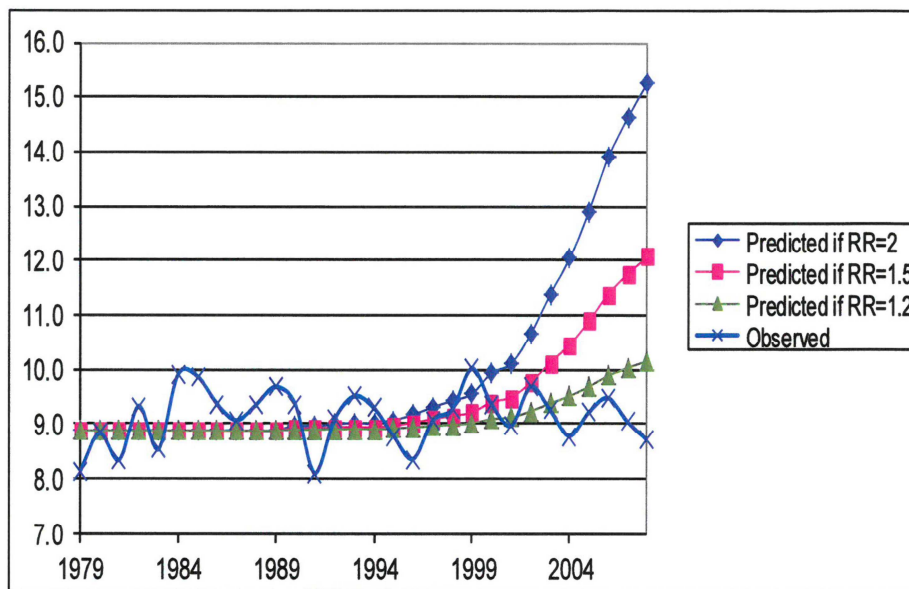
Ces dernières années, les études se sont multipliées sur l'effet potentiellement cancérigène des fréquences radios, et en particulier du rayonnement provenant d'appareils de télécommunication mobile (GSM, antennes GSM, etc.). En mai 2010, suite à ces études, le Centre international de Recherche

9/29

sur le Cancer a classé ce type de radiation non ionisante dans le groupe 2B; cela signifie que le rayonnement FR a été estimé "potentiellement cancérigène" pour l'homme. Cette décision a été prise par la majorité des experts concernés, sur la base de plusieurs études démontrant un risque accru de gliomes chez les utilisateurs de téléphones mobiles. Il n'y a toutefois aucune certitude et des études récentes tendent à prouver plutôt que le lien entre l'exposition au FR et les gliomes diminue au lieu d'augmenter. La figure ci-dessous indique p.ex. l'incidence de gliomes et quel serait-elle si le risque relatif était de 1,2, 1,5 ou 2,0¹. La figure indique donc que la réalité ne correspond pas au risque annoncé. On peut donc admettre que le risque accru, dont on avait fait état antérieurement, résulte d'artefacts méthodologiques et ne correspond pas à la réalité. Pour l'heure, il est toutefois trop tôt pour se prononcer définitivement étant donné que de nombreux cancers mettent des années à se déclarer et que l'utilisation du téléphone mobile est encore trop récente à ce stade. Les indices sont encore moins nombreux en ce qui concerne les tumeurs cérébrales ou les autres cancers de 'la tête et du cou'... La seule étude qui portait sur 'la téléphonie mobile et les tumeurs cérébrales chez les enfants et les adolescents' n'a démontré aucun effet.

Pour l'heure, aucune bonne étude expérimentale menée sur des cellules et des animaux n'est en mesure de donner des indications suffisantes d'un pouvoir potentiellement cancérigène du rayonnement FR.

Des études portant sur des effets potentiellement génétiques (pouvant avoir un lien indirect avec un cancer) n'ont pas débouché sur des effets évidents. Des effets alarmants ont été rapportés mais uniquement dans le cadre d'études dont la qualité peut être remise en question. Les indications sont également insuffisantes pour d'autres effets potentiels pouvant avoir, dans une certaine mesure, un lien avec le cancer (prolifération des cellules, mort programmée de cellules, effets immunologiques, etc.).



¹ Un risque relatif (RR) de 2 signifie que le risque est 2x plus grand que la normale (sans exposition)

Figure: Incidence (nombre/100.000/an) des gliomes (basée sur une étude scandinave récente) et incidence prévue en cas de risque supposé accru dû à l'utilisation d'un téléphone mobile (>10 ans) pour un RR = 1,2, 1,5 ou 2,0).

3.1.3 Effets immunologiques

Des effets significatifs ont été observés uniquement dans des conditions expérimentales, lorsque l'intensité de rayonnement est élevée et entraîne également des effets thermiques (net réchauffement de cellules ou de tissus). Cela se produit lorsque la valeur SAR est nettement supérieure à 4 w/kg. Une telle exposition ne peut jamais être atteinte avec des antennes GSM, un téléphone mobile, le Wifi ou d'autres systèmes de communication mobile auxquels a accès la population. Cela ne signifie pas que des effets 'non thermiques' ne sont pas possibles. Une stimulation des cytokines et autres paramètres immunes a parfois été rapportée à des intensités auxquelles nous pouvons être exposés couramment. Mais à ce jour, la pertinence biologique de ces observations n'est toutefois pas claire. La recherche sur des plantes montre p.ex. une activation de certains paramètres immunologiques pouvant être vue comme une 'middle stress reaction' et qui peut être également suscitée par d'autres facteurs environnementaux (température extérieure augmentée ou réduite, conditions osmotiques ou taux d'humidité des cellules légèrement changeants, faible stress mécanique, etc.).

3.1.4 Affections cérébrales et neurologiques

Etant donné que nous tenons notre téléphone mobile contre la tête, d'aucuns craignent que le rayonnement qui parvient dans le crâne ait des effets nocifs sur le cerveau (pas seulement un cancer). Il y a des indications d'effets sur l'activité cérébrale, le sommeil, l'apprentissage ou la mémoire mais les effets sont limités et pour l'heure, il n'est absolument pas certain qu'ils aient un impact réel sur la santé. Quelques études ont démontré p.ex. un léger changement au niveau des profils EEG (électro-encéphalogramme) mais les résultats ne sont pas cohérents et n'ont probablement pas de signification fonctionnelle. C'est aussi le cas chez les enfants, où des résultats douteux ont été enregistrés. Aucune perturbation du mécanisme de thermorégulation n'a été démontrée chez l'adulte ou chez l'enfant. Il convient néanmoins de poursuivre la recherche.

La barrière hémato-encéphalique empêche certaines molécules présentes dans le sang, comme les protéines, de pénétrer dans le cerveau. S'il n'y avait pas cette barrière, la fonction cérébrale serait gravement mise en danger. C'est pourquoi il est important d'étudier la possibilité d'une perméabilité accrue de la barrière hémato-encéphalique sous l'effet des FR. Par le passé, un groupe de chercheurs suédois avait observé de tels effets chez des rats exposés à un rayonnement de FR. Cette étude avait toutefois été fort critiquée à l'époque, en raison de plusieurs manquements de taille. Entre-temps, une centaine d'études similaires ont été publiées. Plusieurs évaluations critiques de ces études arrivent à la même conclusion, à savoir qu'une perturbation de la barrière hémato-encéphalique sous l'action (notamment) de fréquences de téléphonie mobile est possible mais uniquement lorsque l'intensité de l'exposition est élevée et qu'il se produit donc des effets thermiques. On n'observe aucune perturbation de la barrière hémato-encéphalique en cas d'utilisation 'normale' des appareils de communication mobile et donc d'exposition 'normale'.

Des expériences en laboratoire n'ont révélé aucune affection neurologique telle que la maladie d'Alzheimer, contrairement à ce que certains prétendent. Quelques études sur le sujet démontrent au contraire un effet protecteur. C'est toutefois loin d'être prouvé.

3.1.5 Reproduction et développement

Par le passé, de nombreuses études sérieuses ont fait état d'effets potentiels du rayonnement des FR sur le développement d'animaux. Cette fois encore, des effets incontestables ont pu être démontrés lorsque l'exposition dépassait nettement les directives (de l'ICNIRP²) et que se produisaient des effets "thermiques". Par contre, aucun effet sérieux n'a pu être observé aux niveaux d'exposition qui nous intéressent.

Aucun effet significatif n'a pu non plus être observé chez des souris qui avaient été exposées en permanence au rayonnement de systèmes de communication sans fil et ce, sur quatre générations. Il est invraisemblable qu'il puisse y avoir des effets sur le fœtus de mères exposées pendant la grossesse en raison des niveaux d'exposition extrêmement faibles. Il n'y a aucune indication sérieuse d'effets sur la qualité du sperme, et des études récentes sur l'homme et les animaux ne changent rien aux conclusions formulées précédemment, selon lesquelles il n'y a aucun effet sur la reproduction et le développement en cas d'exposition non thermique au rayonnement des FR des appareils de téléphonie mobile, notamment.

Pour l'heure, il n'y a toujours pas d'indication sérieuse d'autres effets.

3.1.6 Problèmes de sante non spécifiques

Certains symptômes non spécifiques, tels que maux de tête, fatigue, vertiges et autres sont parfois attribués à une exposition aux fréquences radios. Il est ainsi fait mention d'"hypersensibilité électromagnétique". Des études antérieures, qui ont été complétées par des études plus récentes, conduisent toutefois à la conclusion qu'il n'y a aucune preuve que l'exposition à des champs électromagnétiques provenant de téléphones mobiles par exemple, ait un lien de cause à effet avec ces symptômes. Au contraire, il y a des indications d'un effet "nocebo", ce qui signifie que des effets peuvent survenir de par la simple conviction que quelque chose est nocif et non parce que cette chose est réellement nocive. L'une des constatations d'une grande étude menée récemment aux Pays-Bas est que la distance réelle d'un individu autoproclamé 'hypersensible' par rapport à une antenne GSM (ou une ligne à haute tension) n'est pas du tout associée aux symptômes aspécifiques rapportés, mais bien la perception de proximité.

3.1.7 Conclusion

Des études poussées ont été menées sur les potentiels effets biologiques des champs FR. Ces études portaient aussi bien sur des animaux, des plantes et des êtres humains (*in vivo*) que sur des modèles *in vitro* avec des cellules animales et humaines exposées en conditions de laboratoire à un rayonnement d'intensités diverses. De manière générale, il n'a été fait état d'aucune indication de risque accru de cancer (tumeurs cérébrales et autres cancers du cou et de la tête), tant chez l'enfant que chez l'adulte. La recherche n'a pas été en mesure de démontrer que des intensités d'exposition 'normales' (sous les directives internationales de l'ICNIRP) pouvaient entraîner des symptômes non spécifiques tels que maux

² ICNIRP = International Committee on Non Ionizing Radiation protection

de tête et vertiges. Pour l'heure, un effet "nocebo" (un effet placebo négatif) semble être l'explication la plus plausible. Cela signifie que des effets peuvent survenir du simple fait de la conviction que 'quelque chose' (en l'espèce, le rayonnement FR) peut nuire à la santé. Certaines études se sont penchées sur les effets chez l'enfant mais n'ont trouvé aucun motif d'inquiétude. On n'a pas observé non plus d'effets convaincants sur le plan de la reproduction et du développement, ni sur d'autres points étudiés.

3.1.8 Remarque importante concernant l'évaluation de rapports scientifiques

Il est important de souligner que les conclusions ci-dessus sont apparemment contraires à de nombreuses publications scientifiques qui démontrent souvent des effets significatifs. Plus précisément, il est important d'insister sur la nécessité d'une approche 'weight of evidence' correcte. Il est à noter à cet égard que l'étude des effets biologiques du rayonnement FR requiert une approche multidisciplinaire. De par la complexité du sujet et du nombre sans cesse croissant de publications (pas toujours dans des magazines scientifiques fiables et souvent sans 'peer review'), l'interprétation des différentes études est devenue une science en soi. C'est pourquoi nous n'avons tenu compte ici que des synthèses critiques, des rapports émanant de groupes d'experts indépendants et de méta-analyses.

3.1.9 Avis du conseil supérieur de la sante (css)

Le premier avis du Conseil, reprenant des recommandations pour la limitation de l'exposition aux champs électromagnétiques FR dans le cadre de la téléphonie mobile, date de 2000. Depuis lors, des milliers de publications scientifiques sont parues sur une possible influence des CEM FR sur la santé. Malgré cela, on ne peut répondre clairement par 'oui' ou par 'non' à la question 'L'exposition aux champs électromagnétiques FR de systèmes de communication sans fil est-elle nocive pour la santé?', même si de nombreux 'groupes d'experts internationaux indépendants' estiment qu'il n'y a pas d'indication sérieuse de nocivité. C'est rassurant, d'autant plus qu'après des années d'utilisation, on n'a trouvé aucune indication claire de dommages sanitaires en cas de respect des recommandations émises par les instances nationales et internationales. Mais d'un autre côté, on ne connaît pas encore assez les conséquences de l'exposition actuelle 'de toute une vie et sur toute la population' au rayonnement FR des systèmes de communication sans fil pour pouvoir se prononcer définitivement. Le CSS estime dès lors que sa recommandation antérieure (3V/m à 900 MHz) reste valable. Il voit dans l'application du principe de précaution le meilleur moyen d'éviter des dommages irréversibles au niveau de la santé publique.

Le Conseil place par ailleurs la relation entre la communication sans fil et la santé publique dans une perspective plus large. La forte augmentation de l'utilisation d'Internet et de la communication 'partout et tout le temps' modifie les schémas sociaux et les comportements. Cette évolution peut influencer la santé publique dans un sens positif comme négatif mais la recherche scientifique à ce sujet est encore limitée. Le glissement de l'utilisation vers des tranches d'âge de plus en plus jeunes mérite par contre toute notre attention. Le CSS recommande de favoriser la recherche sur ces aspects des technologies de communication sans fil.

Il convient de noter que la limite d'exposition proposée ne signifie pas qu'au-delà de cette limite, des risques réels sont à prévoir. Rien d'étonnant donc à ce que d'autres normes ait été adoptées dans d'autres pays. En fait, l'avis du CSS est pour ainsi dire le plus strict au monde (la recommandation de

l'ICNIRP est de ~ 42 V/m à 900 MHz, ce qui correspond à environ 200x la valeur SAR à 3V/m). Cet avis est souvent accueilli avec incrédulité au niveau international. Il n'y a en réalité pas de véritable base scientifique à une norme aussi stricte. Le but a d'ailleurs toujours été que le gouvernement tienne compte des valeurs conseillées mais aussi d'autres considérations (p.ex. économiques), et fixe donc des normes indiquant la limite entre les niveaux d'exposition acceptables et inacceptables. En ce qui nous concerne, nous avons peut-être suivi l'avis du CSS un peu trop à la lettre. Ajoutons que la valeur de 3V/m correspond à un facteur de sécurité de 10.000 par rapport à la valeur seuil pour les effets thermiques (4W/kg) et à un facteur de 2500 par rapport à la valeur SAR minimale (1 W/kg) à partir de laquelle la plupart des études expérimentales font état d'effets biologiques. Ces facteurs de sécurité vont donc beaucoup plus loin que ceux habituellement utilisés pour d'autres aspects liés à la santé et à l'environnement. .

Cela a donné lieu à une saga qui a duré des années à Bruxelles, avec l'adoption de la norme 3V/m (200x plus stricte que la recommandation de l'ICNIRP), qui a ensuite été rejetée parce qu'elle s'est avérée intenable (elle est actuellement de 6V/m, ce qui est toujours 50x plus strict que ce que recommande l'ICNIRP). Au vu des connaissances scientifiques actuelles, cette norme assouplie ne semble pas inique.

3.2 Aspects socio-économiques

L'utilisation de la téléphonie mobile (GSM et smartphone) est devenue prépondérante dans notre société et cette tendance ne fait que se renforcer, encouragée par l'évolution technologique qui rend les systèmes de plus en plus performants et flexibles. L'objectif de ce chapitre est de faire une synthèse des aspects socio-économiques liés au développement des technologies de télécommunications hertziennes (sans fil-mobiles) au travers un panorama au niveau de l'économie mondiale/européenne jusqu'à régionale (RBC) de l'évolution de la téléphonie mobile et de ses impacts, notamment pour :

- le marché du secteur mobile (croissance, rôle des opérateurs et part de marché; les générations de réseaux et leurs implications, les communications et abonnements, taux de pénétration, etc) ;
- la contribution directe et indirecte à l'activité économique ;
- l'emploi ;
- les infrastructures (antennes et relais) ;
- les services rendus (bien-être des consommateurs) et les barrières;
- la tarification (licences + taxes) et le financement public ;
- la prospective (smart cities).

Il est bien sûr difficile de ne pas considérer l'évolution générale du secteur télécom et de ne pas passer en revue les tendances internationales si nous souhaitons avoir une vue pertinente et objective de la situation bruxelloise. Nous abordons les différents outils (téléphones mobiles, smartphones, tablettes, laptops) et applications (téléphonie, messagerie, internet, vidéo, musique, accès réseaux sociaux, online Banking, achats (mobiles), géolocalisation et autres (jeux, home services, TV, ...) utilisant les technologies mobiles. La croissance du secteur télécoms est soutenue par le développement de ces outils et applications, et l'utilisation de plus en plus généralisée des smartphones et tablettes contribue à l'augmentation du trafic de données mobiles (« données » au sens large), et donc à l'accroissement de la pression sur les infrastructures existantes qui risquent de plus en plus de se trouver en sous-capacité. Nous couvrirons également l'ensemble des technologies en utilisation (2G, 3G, 4G) ou en cours de

développement (5G). Notons qu'en Belgique le secteur des télécoms est couvert essentiellement par 3 opérateurs nationaux (MNO) et quelques opérateurs virtuels (MVNO)³.

3.2.1 Aspects Macro-économiques

3.2.1.1 *Marché du secteur mobile*

Le marché⁴ de la téléphonie mobile a connu des développements sans précédent dans le monde au cours de ces dernières années atteignant 3,6 milliards de souscripteurs fin 2014 et devant à passer à 4,6 milliards en 2020. Il y avait en 2014, 7,3 milliards de connexions-SIM et 10 milliards sont attendues en 2020 (GSMA Intelligence, 2015). Dans ce contexte, l'Union européenne représenterait 29% du trafic global en 2016 (Herrmann, P. et al., 2014). Mais ce marché européen commence à atteindre un certain taux de saturation, les abonnements passant de 96 à 125 par 100 habitants de 2005 à 2013 (Marinello, M. and Salemi, F., 2015). Pour les pays de l'OCDE, fin 2013, des chiffres similaires sont observés : 111 lignes par 100 hab. (OECD, 2015).

3.2.1.2 *Déterminants de la croissance du marché du secteur mobile*

Parmi les moteurs de la croissance, on peut citer les prix et les investissements ainsi que trois facteurs interdépendants :

- le trafic de données "mobile" (x11 entre 2014 et 2018),
- la mise sur le marché de smartphones, tablettes et laptops de plus en plus performants
- et un nombre d'applications de plus en plus variées,
- alors que le marché "voix" se stabilise.

Le marché du haut débit y joue aujourd'hui un rôle important avec des taux de pénétration annuels supérieurs à 10% dans les pays de l'OCDE (OECD, 2015) en terme d'abonnements. Ce marché du haut débit bénéficie du passage progressif à de nouvelles générations de réseaux : de 3G à 4G qui permettent des débits de plus en plus rapides, de dizaines de kbps (2G), à des Mbps (3G) à des dizaines de Mbps (4G) et ce grâce au développement des nouvelles antennes LTE. L'utilisation future d'autres bandes de fréquences (700 MHz, 1400 MHz, etc.) permettra d'élargir les couvertures géographiques et la capacité des réseaux. A l'avenir, il sera question de recourir à d'autres bandes de fréquences : 1340 MHz et 1960 MHz pour faire face à la demande en 2020 et aux Gbps de la 5G (Camargos, L., 2015).

Cette évolution implique des mises à niveau continues des infrastructures existantes et demandent des investissements de la part des opérateurs. La branche des opérateurs se caractérise par des coûts fixes élevés (achats de licences et extension de la couverture géographique du réseau) et de faibles coûts

³ MNO – mobile network operator

MVNO – mobile virtual network operator ; ces opérateurs offrent leurs propres services mobiles via les réseaux mobiles existants.

Full MVNO – opérateurs exploitant certains éléments de réseau. Ils disposent de numéros et cartes SIM propres.

Light MVNO – opérateurs n'exploitant pas des moyens de réseau et se limitant à proposer les services d'un opérateur de réseau mobile.

⁴ Il est nécessaire de bien distinguer les marchés "fixe et mobile", considérer "voix et données", ainsi que les différentes technologies et débit.

variables (Marinello, M. and Salem, F., 2015). En contrepartie, les retombées de ces évolutions technologiques peuvent être non négligeables. C'est le cas des smartphones de plus en plus performants (capacité de batterie, grand écran, rapidité, etc.) et compatibles avec la 4G ce qui a des répercussions en terme de croissance au niveau mondial (Walsh, K., 2015). En outre, la 4G, basée sur IP, laisse espérer des baisses de coûts de fonctionnement en comparaison avec la 3G (OECD, 2014). Ces baisses de coûts ne sont pas uniformément réparties dans les pays européens et peuvent rester limitées là où les marchés sont proches de la saturation, voir §2 (Walsh, K., 2015).

En ce qui concerne les applications/softwareurs leur marché connaît une hausse constante : de 18% du marché du mobile (portables + applications) en 2012, il passerait à 33% en 2016. Ce marché représentait au niveau mondial 53 milliards de dollars en 2012 et devrait s'élever à 143 milliards de dollars en 2016, soit un taux de croissance annuel moyen de 28% (Voskoglou, C., 2013). L'Union Européenne par contre, connaît des taux de croissance annuel plus modestes de 12 %, soit de 13 milliards de dollars en 2012 à 16,5 milliards de dollars en 2014 (Pappas, A., Voskoglou, C., 2014).

3.2.1.3 Contribution directe et indirecte au développement économique

Au niveau mondial, la première contribution directe en parts de PNB concerne le secteur industriel qui bénéficie du développement de la branche de la téléphonie mobile (Infrastructure : 0,04 %; réseau : 0,99 %; fabricants de portables : 0,12 %; distribution-vente : 0,07%; applications et autres services : 0,17 %) ce qui représenterait 1,4 % du PNB mondial en 2014 (GSMA Intelligence, 2015).

A cette contribution, s'ajoute la contribution indirecte qui résulte du soutien de la productivité (2,2 % en 2014), des investissements (14-16%), de l'emploi (voir § 5.1.4), et de la consommation des ménages.

La productivité du travail exprimée en valeur ajoutée par personne employée bénéficie de hausses significatives et représenterait 2,2 % du PNB mondial en 2014 (GSMA Intelligence, 2015). A titre d'information, la Belgique se placerait en 2^{ème} position mondiale (OECD, 2015) en terme de rôle de la productivité. Les déterminants majeurs de la croissance du secteur mobile sont décrits dans le § 1. La contribution du secteur à l'emploi est reprise dans le § 3 qui suit.

3.2.1.4 Contribution à l'emploi direct et indirect

Au niveau mondial, le secteur du "mobile" est pourvoyeur d'emplois directs avec 12,8 millions d'emplois directs en 2014, résultat de hausses continues et qui devraient dépasser les 15 millions en 2020 (GSMA Intelligence, 2015). Les emplois indirects représentaient en 2014, 11,8 millions supplémentaires en 2014. Cette contribution à l'emploi reste toutefois inégale suivant les continents.

Pour l'UE, il est estimé 1 million d'emplois directs et indirects en 2014 (croissance de 26%, 2013-2014) dont 670.000 directs (406.000 pour les développeurs) (Vision mobile, 2014). Au niveau de la Belgique, les emplois de l'économie d'application représentent en 2015, 0,6 % de l'emploi total (1,1 % en U.K.) (Wilcox, M., Voskoglou, C., 2015).

A côté de l'emploi lié aux applications, s'ajoute le développement de nouvelles antennes, un marché pour les constructeurs d'équipements et qui fait largement appel à la sous-traitance (ABI Research, 2015).

3.2.1.5 Infrastructures : antennes

Ce chapitre se concentre sur les développements en matière d'antennes et relais qui suivent l'implantation des réseaux 2G (antennes GSM) qui bénéficie d'une couverture mondiale à l'opposé des 3G (antennes UMTS) et 4G (antennes LTE -Advanced) encore en expansion. En 2014, le taux moyen de couverture des réseaux avec des antennes LTE était de 79 % en Europe (68 % en Belgique) contre 99% aux USA, Pays-Bas, Suède et Danemark (ABI Research, 2015). D'autres chiffres proches sont repris par l'Institut belge des services postaux et des télécommunications : EU 62,4 % dont BE : 45,7 % (IBPT, 2014).

Devant le succès limité du 3G en 2000, coûts élevés, débits faibles et techniques étroitement standardisées, des améliorations sont par la suite intervenues. Actuellement, la 4G avec des antennes "LTE capables" sont multi-bandes et fonctionnent en multifréquence ce qui permet d'absorber les hausses de trafic. Cette nouvelle technologie tire le marché mondial et représente des montants de 4 milliards de \$ en 2015 (ABI Research, 2015). Elle préfigure l'arrivée de la 5G prévue en 2020 avec les antennes LTE-B.

La technologie évolutive des antennes demande une compatibilité avec celles des appareils portables (smartphones, tablettes et ordinateurs portables). Dans ce domaine, de nouvelles opportunités s'ouvrent en terme d'innovations pour des dispositifs miniatures multibandes (Vatech, 2015).

3.2.1.6 Services rendus (bien-être des consommateurs) et barrières

Aujourd'hui, plus personne ne nie l'apport de la technologie mobile pour le bien-être de la société et le succès de son développement en est le reflet (GSMA Intelligence, 2015). C'est une source d'opportunité élargie de communications qui contribue :

- au développement de l'économie digitale avec des services divers (voix, texte, données): téléphonie, messagerie ; informations : accès internet ; loisirs : vidéos, t.v., jeux, musique; monnaie mobile : télé-achats, home banking ; sécurité : alertes (inondations, climat), urgences et accès aux secours, protection individuelle (insécurité), géolocalisations;
- au renforcement des réseaux sociaux : Facebook, Twitter, (Sabatini, F., 2014).

Ces contributions se heurtent à des barrières, parmi lesquelles figure la capacité à payer pour les bas revenus et la difficulté d'usage pour les groupes désavantagés comme les personnes âgées et les illettrés (Eardley, T., Bruce, J. and Goggin G. , 2009). La capacité à payer pose aussi problème chez jeunes utilisateurs, ainsi qu'auprès des femmes qui peuvent connaître des contraintes de revenu (GSMA Intelligence, 2015). Pour y répondre, le système de cartes prépayées permet de soulager le budget des personnes ainsi que des tarifs sociaux (Eardley, T., Bruce, J. and Goggin G., 2009; IBPT, 2014). Des simplifications dans les modes d'emploi et dans les offres permettent une plus large accessibilité (OECD, 2015; OECD, 2014).

3.2.1.7 Financement public

En 2014, l'industrie des communications sans fil contribuait pour 411 milliards de \$ au financement public global et ce montant est censé s'élever à 465 milliards de \$ en 2020. A ces contributions, il faut ajouter le revenu additionnel des enchères menées dans le cadre de l'attribution des licences spectrales : 14 milliards de dollars en 2014 (GSMA Intelligence, 2015).

3.2.1.8 Perspectives (smart cities)

Il s'agit d'un système qui se base sur l'utilisation large de techniques d'information et de communication grâce notamment aux réseaux mobile (OECD, 2015) afin de contribuer à la qualité de vie des citoyens dans l'esprit du développement durable.

Dans ce contexte, diverses applications émergentes sont attendues avec notamment le développement de la 5G, grâce notamment aux hauts débits :

- Santé : services médicaux dont prévention, diagnostic, soins, appareils portable de monitoring utile notamment dans une société vieillissante ;
- Sécurité : téléprotection, gestion de flux, etc , mais avec des dangers, virus rapides, piratages immédiats ;
- Transport : services embarqués et d'urgence ; économie de partage : location véhicules, flottes voitures partagées, véhicules sans conducteur;
- Energie : "smart grids" pour optimiser la consommation énergétique par communication home-réseau ; "smart meters" et gestion de l'électricité photovoltaïque.

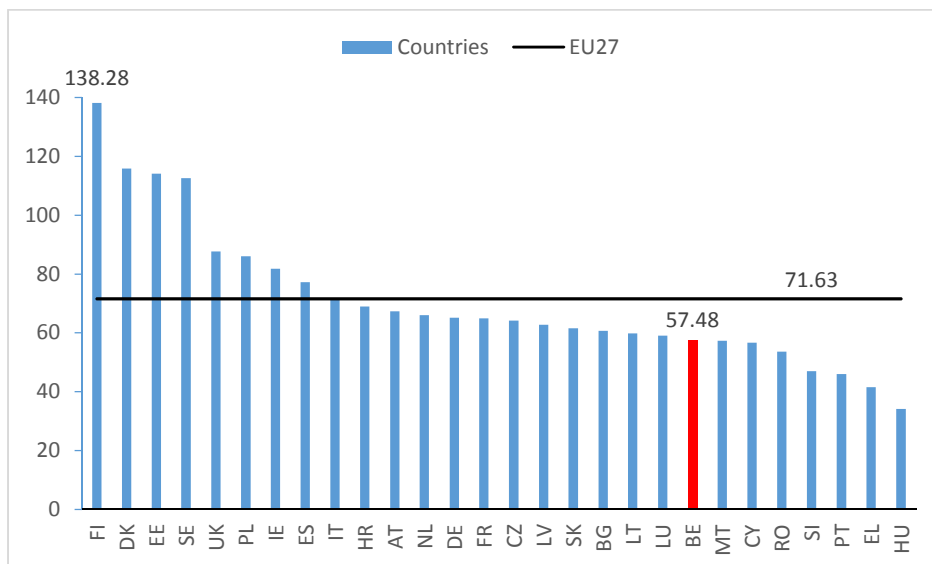
3.2.2 Aspects micro-économiques

3.2.2.1 Le secteur mobile en Belgique

En Belgique comme ailleurs, le secteur télécoms est en évolution constante et la plupart des services sont en croissance. Tous les services fixes et mobiles sont en hausse depuis 2009, à l'exception des services de téléphonie fixe qui se sont contractés de 2% entre 2009 et 2013 et continuent à baisser. Les services mobiles enregistrent particulièrement une forte hausse, avec l'internet mobile s'envolant depuis 2009 et l'apparition des premiers smartphones sur le marché belge.

La téléphonie mobile est devenu le service de télécommunications le plus utilisé par les particuliers, avec 95% des Belges âgés de 15 ou plus y faisant appel contre 74% pour la téléphonie fixe (Baromètre de la société de l'information 2015, SPF Economie, 2015). Le taux de couverture des ménages s'élevait à 98,8 % pour la technologie 3G+ (HSPA) et à 45,6 % pour la 4G (LTE) en 2013 (Promotion de la pénétration du haut débit mobile en Belgique, IBPT, 2014 ; SPF Economie, 2015). Remarquons toutefois que l'utilisation de l'internet mobile (sur GSM ou smartphone) connaît actuellement une forte croissance, avec 35% d'utilisateurs en 2014 contre 28% en 2013, soit 7 points de croissance en un an.

Le smartphone et la tablette se situent en deuxième et troisième position de la liste des appareils les plus utilisés pour se connecter à internet (SPF Economie, 2015). Toutefois, l'internet mobile à haut débit reste globalement encore relativement peu développé en Belgique par rapport aux autres pays européens et en-dessous de la moyenne européenne. Ainsi, en 2014 la Belgique comptait 57,5 abonnements internet mobile à haut débit pour 100 habitants, contre une moyenne européenne de 66,7.



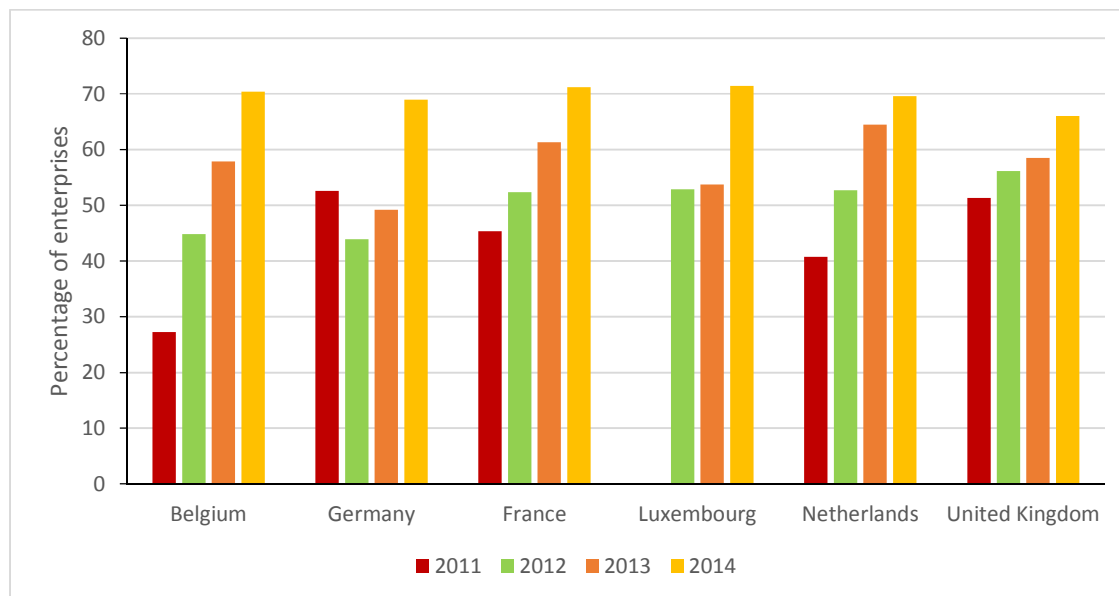
Source : Mobile broadband penetration, all active users, December 2014, CoCom.

Les raisons de ce retard sont multiples : sous-équipements en smartphones (seulement 42% des Belges ont un smartphone contre une moyenne européenne dépassant les 50%), tarifs qui restent relativement élevés, taxes sur les infrastructures (antennes et mâts) et normes d'émissions d'ondes hertziennes strictes ralentissant le déploiement des réseaux adéquats, particulièrement en Région de Bruxelles-Capitale.

Pourtant la croissance de l'utilisation des services mobiles implique des besoins de plus en plus importants en capacité pour les réseaux, et donc le développement continu de l'infrastructure. Ceci est d'autant plus vrai que l'évolution technologique nécessite d'adapter et mettre à jour les installations existantes, mais aussi de déployer des nouvelles structures en sus de celles existantes. En effet, à l'heure actuelle, il serait difficile d'éliminer les technologies plus « anciennes » telles que la 2G, car elles sont encore fortement utilisées. Ainsi, beaucoup d'appareils « intelligents » utilisent cette technologie pour les communications « machine-to-machine » (M2M) et autres ; remplacer toutes les installations concernées est pratiquement mission impossible et extrêmement coûteux tant sur le plan environnemental, qu'économique. De plus, cela ralentirait fortement le développement de la « ville intelligente », qui a pour but d'améliorer la qualité de vie des populations citadines tout en contribuant à une utilisation plus efficaces des ressources.

Les opérateurs ont toutefois fait des importants efforts en matière d'investissements dans les réseaux mobiles à haut débit, qui sont passés de 12% en 2010 à 20% en 2013 (IBPT, 2014). L'utilisation de nouvelles bandes de fréquence, tels que 700 MHz et 1400 MHz est à l'étude, ce qui permettra d'améliorer la capacité et la couverture des réseaux⁵. Cette évolution positive est particulièrement importante, au vu de l'impact positif sur l'économie. **Ainsi, on estime que 1 € investi « dans les nouveaux réseaux très haut débit (fixe et mobile) génère 3 euros de PIB, ce qui engendre 1,5 euros de recettes fiscales et sociales »** (Le paysage des télécoms en Belgique, Arthur D. Little, 2015).

Notons que du côté des entreprises, les nouveaux services de télécommunications sont en constante croissance (téléphonie mobile, téléphonie via internet, internet mobile). Le nombre d'entreprises offrant à leurs employés un appareil mobile pouvant se connecter à internet est passé de 27% à 70% entre 2011 et 2014 (Eurostat/Digital Agenda Data). La Belgique d'ailleurs a rattrapé le retard qu'elle avait dans ce domaine par rapport aux pays voisins et a même dépassé certains ; ceci est une évolution encourageante, et il est à espérer qu'elle se confirmera. Cette croissance de l'usage professionnel s'explique probablement en partie par des tarifs non résidentiels généralement avantageux et plus compétitifs que ceux pratiqués dans les pays voisins, exceptés pour les utilisateurs intensifs de données mobiles (SPF Economie, 2015).



Enterprises providing to the persons employed portable devices that allow a mobile connection to the internet for business use, Eurostat/Digital Agenda Data, 2015.

⁵ En Belgique, les bandes 700 MHz et 1452-1492 MHz seront également développées dans le futur (IBPT 2014).

3.2.2.2 Contribution directe et indirecte au développement économique du secteur numérique belge et contribution à l'emploi

Les technologies de l'information et de la communication (TIC) investissent tous les domaines économiques et constituent un important moteur de croissance et de développement, mais aussi d'innovation technologique et organisationnelle. Ainsi un quart des investissements totaux en R&D en Europe est du fait du secteur industriel des TIC. Par ailleurs, bien que ne représentant que 5% du PIB de l'Union Européenne, il contribue à 27% de la croissance de sa productivité (SPF Economie, 2015).

En Europe, c'est le secteur télécoms qui domine le paysage numérique en terme de chiffres d'affaires. En 2013, les opérateurs réseau contribuaient à hauteur de 65% du chiffre d'affaires du secteur TIC européen ; si à cela on ajoute la branche des équipements télécoms, on arrive à 77% du chiffre d'affaires total (Le paysage des télécoms en Belgique, Arthur D. Little, 2015).

En Belgique en 2013 le secteur des télécoms était à l'origine de 58% du chiffre d'affaires du secteur des TIC en 2013 et employait 26500 personnes (SPF Economie, 2015). Sur la même période il était à l'origine de 87% des investissements du secteur et générait 89% des taxes (Le paysage des télécoms en Belgique, Arthur D. Little, 2015). Ces chiffres soulignent l'importance du secteur pour l'économie belge. En termes de chiffres d'affaires, celui-ci a connu une forte décroissance (-11,5%) sur les deux premiers trimestres de 2014 par rapport à la même période de 2013 (SPF Economie, 2015).

3.2.2.3 Indice relatif à l'économie et à la société numérique et indice de densité numérique

Le Digital Agenda for Europe – ou Agenda numérique – est l'un des sept piliers de la stratégie Europe 2020, qui prévoit des objectifs de croissance déterminés pour l'Union européenne (UE) d'ici 2020. Il promeut l'utilisation des technologies de l'information et de la communication afin de stimuler l'innovation, la croissance économique et le progrès.

Pour le moment, la Belgique a seulement atteint 7 des 13 objectifs de performance essentiels de l'Agenda numérique de la Commission européenne, lancé en 2010. Parmi les 6 objectifs encore à atteindre on compte l'accès à l'internet rapide et ultra-rapide, et l'atteinte de ces objectifs passe aussi par le développement des technologies mobiles à large bande.

Dans le cadre de la DAE, l'Europe a développé l'indice relatif à l'économie et à la société numérique (DESI) pour évaluer la progression des pays européens vers une économie et société numérique. La Belgique obtient un score de 0,59 et se classe ainsi en 5^{ème} position parmi les pays européens. Pourtant, la Commission note que des améliorations sont nécessaires sur deux points :

- Le déploiement du haut débit mobile (technologie 4G, notamment) ;
- Le déploiement du haut débit ultra-rapide.

Comme mentionné plus haut, **les retards pris sur le premier point sont notamment dus aux systèmes de taxation très lourdes, à des normes restrictives, mais aussi à climat législatif peu favorable à l'investissement**. En effet, la législation est en constante évolution ce qui conduit à une certaine insécurité juridique et fiscale, ralentissant les investissements nécessaires pour développer les réseaux.

En Belgique comme ailleurs, **la productivité des entreprises et de l'administration est soutenue par les télécoms**. L'étude la plus récente d'ADL, montre une augmentation de 15% de la productivité pour les PME grâce à la réduction des coûts (7%) et à la hausse des revenus par une meilleure segmentation du marché et élargissement de la zone couverte (8%). En même temps, les coûts de transport ont diminué

de 7% grâce aux nouveaux modes de communication. Ceux-ci impacte également le fonctionnement de l'administration, avec de plus en plus de services disponibles en ligne ; ainsi, 50% des belges ont utilisé internet pour différents services administratifs, tels que le service d'immatriculation ou tax-on-web.

Dans une récente étude, Accenture et Oxford Economics (mars 2015) estiment que l'utilisation accrue des technologies numériques pourrait faire grimper la productivité des grandes économies mondiales et contribuer à leur rendement économique global en 2020. Ceci est également valable pour la Belgique, où **une hausse de la densité numérique de 10 points pourrait relever le taux de croissance annuelle moyenne de 0,25 pour cent, pour une contribution de 10 milliards EUR au PIB en 2020**. Cela correspond à une hausse d'environ 1,8% du PIB belge en 2020.

Si la Belgique se classe relativement bien au niveau du DESI, comme mentionné ci-dessous, le taux d'abonnement au haut débit mobile par habitant ne représente que la moitié de la moyenne européenne (0,5 par habitant - Digital Density Index, Accenture, 2015). L'accès mobile est donc essentiel à l'amélioration de la densité numérique (Digital Density Index, Accenture, 2015). Ceci rejoint donc les conclusions de la Commission Européenne et souligne, si besoin encore, l'importance de soutenir le développement les réseaux mobiles adéquats.

3.2.2.4 Contribution à l'économie et à l'emploi de la Région de Bruxelles-Capitale

Le secteur télécom est un des plus important d'un point de vue économique et financier pour la Région. **Il représente à lui seul 89% des taxes et 75% de l'emploi du secteur numérique**. En effet, les opérateurs GSM contribuent de façon significative à l'économie régionale, aussi bien en termes d'emplois et d'investissements qu'en termes de charges fiscales et taxes versées.

Les trois principaux opérateurs sur le territoire de la Région sont Base Company, Belgacom SA et Mobistar. Ils emploient plus de 5000 personnes sur le territoire de la Région et en 2014, ils ont investi environ 65 millions d'euros dans le développement d'infrastructures mobiles à Bruxelles. Il est important de souligner que chaque euro investi dans les nouveaux réseaux très haut débit (fixes et mobiles) génère 3 euros de PIB, ce qui engendre 1,5 euros de recettes fiscales et sociales (Le paysage des télécoms en Belgique, Arthur D. Little, 2015). Les contributions financières du secteur sont donc très importantes, comme le montrent les chiffres suivants (GSM Operators' Forum, 2015) :

- Le secteur télécom verse plus de 300 millions EUR d'ISOC et de charges annuelles au Trésor (hors dividendes et contributions diverses).
- L'achat des licences et les diverses redevances représentent plus de 2 milliards EUR depuis 1995. Ainsi, fin 2013, chaque opérateur a investi 120 millions EUR pour acquérir une licence dans la bande des 800 MHz, qui est la fréquence de la technologie 4G.
- Le secteur public et parapublic bruxellois perçoit, en loyers, plus de 3 millions EUR annuels pour l'occupation d'espaces dédiés aux sites techniques (antennes et mâts).

L'importance du secteur est en outre surlignée par le nombre d'actions politiques initiées par le gouvernement régional pour favoriser son développement. Ainsi, **la déclaration de politique régionale (20 juillet 2014), a dit vouloir « faire de Bruxelles une capitale du numérique »**. C'est aussi, semble-t-il,

le sens de plusieurs actions prises entretemps ; citons notamment les axes politiques développés par la Secrétaire d'Etat Bianca dans le cadre de la transition numérique.

Pourtant, l'avenir du secteur est incertain, vu notamment l'existence d'une norme qui reste 50x plus restrictive que les recommandations OMS, et qui oblige à multiplier les antennes, augmentant les coûts d'investissements et d'opérations, mais aussi augmentant la lourdeur des démarches administratives. De plus, l'incertitude qui pèse sur le maintien de la norme actuelle (attaquée en justice) ne rassure pas le secteur et ne favorise certainement pas la poursuite des investissements. A cela s'ajoute la perspective d'une taxation régionale des infrastructures des réseaux mobiles. Pourtant, cela constituerait un frein important au développement des réseaux et aux investissements. Or comme mentionné plus haut, des études économiques montrent que chaque euro investi dans les réseaux très haut débit (fixe et mobile) génère 3 euros de PIB, et 1,5 euros de recettes fiscales et sociales. De ce point de vue, il serait bien plus intéressant pour la région de favoriser la croissance du secteur en créant un environnement stable et propice à l'investissement.

3.2.2.5 Technologies développées à Bruxelles et impact de la norme sur leur déploiement

L'ensemble de la Région de Bruxelles-Capitale est couverte par la 2G, la 3G mais aussi la 4G (source : IBPT). Le cadastre tenu par l'IBGE, l'administration environnementale de Bruxelles, montre l'existence de 1083 sites 2G et 876 sites 3G. De plus, il y a 742 sites 4G autorisés dont 610 sont mis en place (source : Rapport Comité d'experts, IBGE, 2015). Remarquons que plusieurs technologies peuvent être présentes sur un même site.

3.2.2.5.1 Permis d'environnement

Le point 2.1.6 (Aperçu des installations existantes) de ce rapport détaille le nombre de permis existants, soumis, rejetés et contrôlés par BE. La nouvelle législation en place en RBC en matière d'émissions hertziennes prévoit une nouvelle classe de permis d'environnement pour les antennes GSM, la classe 1D. Depuis son entrée en vigueur en mai 2014, 1122 demandes de permis d'environnement 1D ont été traitées. Ces 1122 demandes portent sur 742 sites d'antennes. Parmi ces 742 sites, 127 sont nouveaux. Seuls 10 d'entre eux ont, à ce jour, été mis en place (IBGE, 2015).

La nouvelle classe 1D a permis de faciliter le traitement des dossiers et réduit les délais ce qui est une évolution favorable tant pour l'administration que pour les opérateurs. Une moyenne de 28 jours est nécessaire pour traiter une demande de permis d'environnement, alors que les délais légaux sont de maximum 56 jours.

La norme actuelle est bien respectée et BE n'a pas observé au courant de la période couverte par le rapport « des cas où les opérateurs ont dû baisser leurs émissions à 25% de la norme en vigueur suite à un dépassement de la norme globale de 6V/m équiv. 900MHz ».

3.2.2.5.2 Permis d'urbanisme

Les antennes GSM sont également soumises aux règles urbanistiques en vigueur à Bruxelles, et à ce titre doivent obtenir un permis d'urbanisme (PU). La réglementation en vigueur est assez complexe, ce qui représente des coûts directs et indirects tant pour les opérateurs que pour l'administration.

Toutefois, comme pour les PE, une tendance à la simplification administrative s'observe. Ainsi, des nouvelles règles (notamment l'ajout de l'article 30/1 dans l'arrêté de minime importance, qui permet de dispenser certaines installations) et la mise en place d'une procédure prioritaire à la Direction de l'urbanisme, a déjà permis une réduction des délais de délivrance de PU. Ceux-ci sont passés de 336 jours en moyenne en 2013 à 145 jours en moyenne en 2015 (3 premiers trimestres – Rapport Comité d'experts, Direction de l'Urbanisme, 2015). Les délais restent toutefois bien supérieurs (plus de 5 fois !) à ceux nécessaires pour l'obtention du permis d'environnement.

Le nombre de demande est en constante diminution depuis 2006. Ainsi, il y avait 223 demandes de PU en 2006 contre seulement 117 en 2013. Le taux de rejet est relativement faible (maximum 20% par an) et la principale raison de refus de permis est le défaut d'intégration de l'installation dans le paysage urbain. Notons également que lors des consultations publiques, la principale cause d'opposition aux installations est liée aux éventuels impacts sur la santé humaine et ce phénomène a pris de l'ampleur au fil du temps.

3.2.3 Conclusions

Le secteur des télécoms est essentiel pour l'économie bruxelloise, et ceci est en ligne avec la situation belge générale. Il présente un important potentiel de développement, mais celui-ci est limité par une législation à la fois très complexe et très stricte, évoluant constamment. Les changements législatifs continuels créent un climat d'insécurité juridique peu favorable à l'investissement et rend les perspectives économiques du secteur assez sombres. Il est dès lors nécessaire de simplifier la législation et de diminuer autant que possible les démarches et exigences administratives, dans le but non seulement de diminuer la charge de travail de l'administration (particulièrement la Direction de l'Urbanisme), mais aussi pour favoriser le déploiement des réseaux.

La transition numérique souhaitée par le Gouvernement bruxellois ne pourra pas se faire sans un cadre juridique, fiscal et administratif favorable. Une évaluation constante de la norme, de son application et de son impact sur la qualité des réseaux, à mettre en parallèle avec les développements technologiques et l'évolution des connaissances, devra être assurée pour garantir que celle-ci reste adéquate et appropriée.

Un frein important aux nouvelles installations est l'opposition d'une certaine partie du public. Il est donc nécessaire de continuer d'informer et éduquer le public de façon objective, et de dépassionner le débat autant que possible. A cette fin, les outils développés par l'IBGE pourraient s'avérer très utiles s'ils sont accompagnés d'une communication positive et efficace sur les enjeux environnementaux, sanitaires, sociaux et économiques liés aux technologies mobiles.

3.2.4 Sources

ABI Research, 2015 LTE Capable Antennas Push the Market towards US\$4 Billion in 2015, Says ABI Research

Camargos, L. (2015), Creating a sustainable future for mobile broadband – Future Mobile Spectrum Requirements – GSMA Brazil, 19 p.

Eardley, T., Bruce, J. and Goggin G. (2009), *Telecommunications and Community Wellbeing: a review of the literature on access and affordability for low-income and disadvantaged groups*, SPRC Report 9/09, prepared for the Telstra Low Income Measures Assessment committee (LIMAC), Social Policy Research Centre, University of New South Wales, Sydney, 60 p.

GSMA Intelligence.com (2015), The Mobile Economy 2015, 78 p.

Herrmann, P., Kundisch, D., Nicolau, V., Zimmermann, S., *Competition at last? An Economic Analysis of Current Mobile Data Roaming Regulation in Europe*, Twenty Second European Conference on Information Systems, Tel Aviv 2014, 11 p.

IBPT (2014), Rapport annuel - Institut belge des services postaux et des télécommunications, 71 p.

Marinello, M. and Salemi, F., *Addressing Fragmentation in EU Mobile Telecoms Markets*, Bruegel Policy Contribution – Issue 2015/13, 16 p.

OECD (2015), *OECD Digital Economy Outlook 2015*, OECD Publishing, Paris. 280 p.

OECD (2014), *Wireless Market Structures and Network Sharing*, OECD Digital Economy Papers, No. 243, OECD Publishing, 89 p.

Pappas, A., Voskoglou, C., (2014), The European Application Economy 2014, Research note – Vision Mobile. 6 p.

Sabatini, F., Sarracino, F. (2014). *Will Facebook save or destroy social capital? An empirical investigation into the effect of online interactions on trust and network*. GESIS-Working Papers 2014, 45 p.

Vatech (2015). Virtual Antenna™ Technology: the Next Generation Antenna for Wireless Devices - Executive Agency for Small and Medium-sized Enterprises (EASME) – EC Project

VisionMobile, (2014). *A snapshot of the EU App Economy in 2014 - THE EUROPEAN APP ECONOMY 2014*, Research Note, 6 p.

Voskoglou, C., (2013). *Sizing the App Economy* - <http://www.developereconomics.com/report/sizing-the-app-economy/>

Walsh, K., 2015. *Four Key Trends in the Global Smartphone Market* – GfK Trends & Forecasting. 8 p.

Wilcox, M., Voskoglou, C., *European App Economy 2015* | © VisionMobile Fév. 2015-16 p.

SPF Economie, 2015 - Baromètre de la société de l'information (2015)

http://economie.fgov.be/barometre_de_la_societe_de_l_information_2015

Pujol, J., Pennings, C., 2014 - Institut belge des services postaux et des télécommunications (IBPT) - Promotion de la pénétration du haut débit mobile en Belgique

http://www.bipt.be/public/files/fr/21309/FR_MBB.pdf

IBPT, 2015 - Situation du secteur des communications électroniques 2014

http://www.bipt.be/public/files/fr/21529/Situation_du_secteur_des_communications_%C3%A9lectroniques_2014.pdf

Arthur D. Little, 2015 - Le Paysage télécom belge. Etude économique du secteur télécom belge - 1ère édition

http://www.adlittle.be/uploads/tx_extthoughtleadership/ADL_StudyonBelgianTelecomsector_Economy_French.pdf

Accenture, 2015 - Digital Density Index: Guiding digital transformation in Belgium

<http://www.slideshare.net/accenturebelux/digital-density-study-belgium>

Union Européenne - Digital Agenda for Europe, 2010 - Communication « Une stratégie numérique pour l'Europe », COM(2010) 245 final/2 –

[http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:52010DC0245R\(01\):FR:NOT](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:52010DC0245R(01):FR:NOT)

Union Européenne - Digital Agenda Scoreboard, 2015

<http://ec.europa.eu/digital-agenda/en/digital-agenda-scoreboard>

Union Européenne – Digital Economy and Society Index (DESI)

<http://ec.europa.eu/digital-agenda/en/digital-economy-and-society-index-desi>

Eurostat (Statistiques sur la société de l'information) – <http://ec.europa.eu/eurostat/web/information-society/overview>

GSM Operators' Forum (GOF), 2015 – note « Quelques faits et chiffres » (communication personnelle)

IBGE, 2015 - Rapport Comité d'experts 2015

Direction de l'urbanisme, 2015 - Rapport 2015 de la Direction de l'urbanisme au comité d'experts des radiations non-ionisantes

3.3 Développement du standard 5G impactant pour l'Ordonnance

Pour les tendances de la 5G l'attention devra être portée sur les éléments suivants:

- Déploiement de petites cellules :
L'utilisation de petites cellules permettront une distribution plus homogène des niveaux de puissance
- Bandes de fréquences différentes (ondes centimétriques et millimétriques)
L'utilisation d'ondes millimétriques nécessitera plus de puissance pour permettre un bilan de liaison convenable.
- Utilisation massive du MIMO.
L'utilisation massive du MIMO est compliquée dans le cadre de l'ordonnance. Elle impliquera des puissances moyennes basses mais impliquera potentiellement des pics temporels et spatiaux.

4 Suggestions

Dans cette partie, le comité formule des suggestions dont on peut attendre qu'elles améliorent l'application de l'ordonnance et/ou la diffusion d'informations correctes vis-à-vis du grand public

- Le site Internet de l'IBGE regorge d'informations digitales et correctes, qui peuvent être consultées par tous les citoyens. Pour éviter que ne s'installe un climat de méfiance vis-à-vis de tous les rayonnements, il est important de mener une communication claire et le comité estime que le site Internet peut jouer un rôle important à cet égard. Le comité estime que le site Internet mérite une plus grande renommée.
Suggestion: Augmentez la renommée du site Internet.
- La propagation des ondes est une matière abstraite. Les ondes électromagnétiques présentent l'inconvénient de ne pas être observables par nos sens, ce qui rend le grand public réceptif aussi bien à l'information qu'à la désinformation.
Les sources d'information liées à la Région sont parfois perçues comme partiales par le public et ne sont donc pas estimées à leur juste valeur. Le comité estime qu'il faut une communication scientifiquement correcte mais vulgarisée, qui soit impartiale et dont l'impartialité soit également reconnue par le grand public.
Suggestion: Prévoyez un canal d'information de vulgarisation, indépendant et honnête, pour cette matière technique.
- **Suggestion technique:** validation croisée des simulations et des mesures, voir 2.1.5.

5 Annexe : Rémunérations payées par membre en 2015

Nom	Prénom	Total jetons présence	Montant total (€)
Beauvois	Véronique	2	200
Erzeel	David	2	200
Hecq	Walter	2	200
Lagroye	Isabelle	1	100
Pollin	Sofie	2	200
Rebreanu	Laura	2	200
Rolain	Yves	2 (président du comité)	300
Vanderstreaten	Jacques	1	100
Verschaeve	Luc	2	200