

Chapitre 5

Création, diffusion et commercialisation des connaissances

Les politiques d'innovation requièrent un système robuste et efficace de création et de diffusion de la connaissance, dédié à la quête systématique de connaissances fondamentales et à leur diffusion dans l'ensemble de la société par divers canaux. Le présent chapitre passe en revue les politiques publiques concernant : le système scientifique, y compris la promotion de l'excellence dans le domaine de la recherche et la contribution de la science ouverte à l'augmentation de la rentabilité sociale et économique des investissements publics dans la recherche scientifique, ainsi que le rôle de la coopération scientifique et technologique internationale ; les nouvelles pratiques en ce qui concerne la commercialisation de la recherche financée par des fonds publics ; les questions de fond se rapportant aux thèmes connexes que sont les TIC, les « données massives » et l'internet ouvert ; l'évolution du lien entre les droits de propriété intellectuelle et l'innovation ; enfin, le développement et le fonctionnement des réseaux et des marchés du savoir.

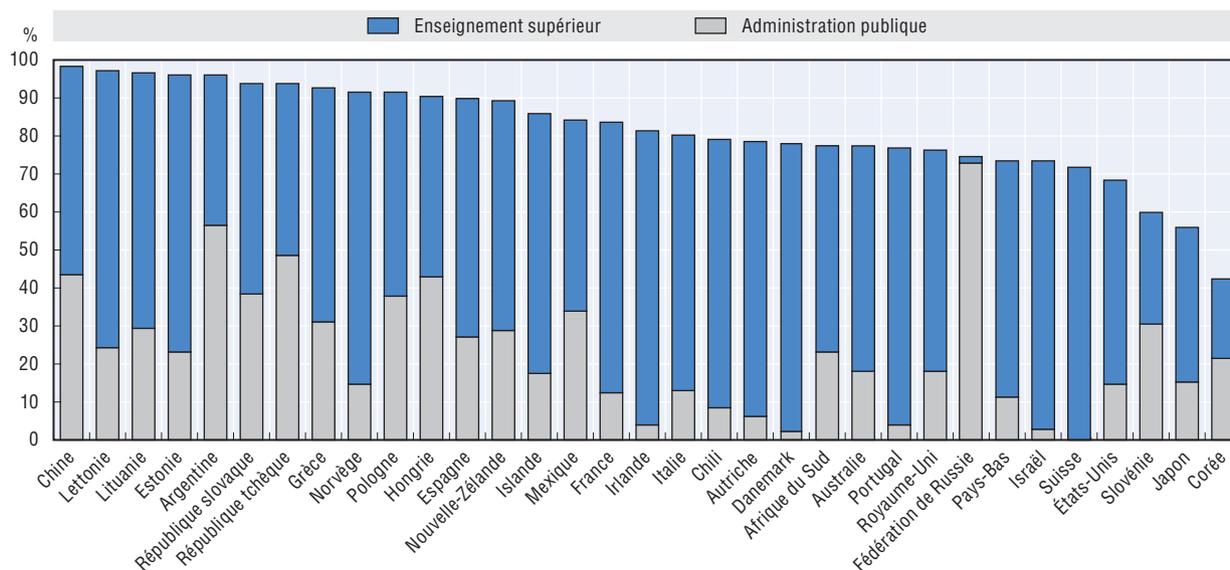
Les données statistiques concernant Israël sont fournies par et sous la responsabilité des autorités israéliennes compétentes. L'utilisation de ces données par l'OCDE est sans préjudice du statut des hauteurs du Golan, de Jérusalem-Est et des colonies de peuplement israéliennes en Cisjordanie aux termes du droit international.

5.1. Science et recherche publique

Comme décrit dans la version 2010 de la Stratégie pour l'innovation (OCDE, 2010a), si le lien entre science et innovation est complexe, il est largement admis que l'investissement public dans la recherche scientifique a une influence primordiale sur l'efficacité des systèmes nationaux d'innovation. La recherche publique joue en effet un rôle essentiel dans les systèmes d'innovation en fournissant des connaissances nouvelles et en repoussant les frontières du savoir. Les universités et les établissements publics de recherche (EPR) entreprennent souvent des travaux plus risqués et à plus long terme qui complètent les activités de recherche du secteur privé. Même si le volume de la R-D publique représente moins de 30 % de la R-D totale de la zone OCDE (OCDE, 2015b), les universités et les EPR réalisent plus des trois quarts de l'ensemble de la recherche fondamentale (graphique 5.1).

Graphique 5.1. **Recherche fondamentale effectuée par le secteur public, 2012 ou dernière année disponible**

En pourcentage du total de la recherche fondamentale



Note : Le secteur de l'enseignement supérieur peut inclure dans certains pays des établissements privés, par exemple des hôpitaux universitaires. En ce qui concerne le Chili, la Chine, l'Espagne, les États-Unis, la Fédération de Russie et la Norvège, les dépenses de recherche fondamentale ne recouvrent que les charges courantes.

Source : OCDE (2015b), *Science, technologie et industrie : Perspectives de l'OCDE 2014*, Éditions OCDE, Paris, http://dx.doi.org/10.1787/sti_outlook-2014-fr.

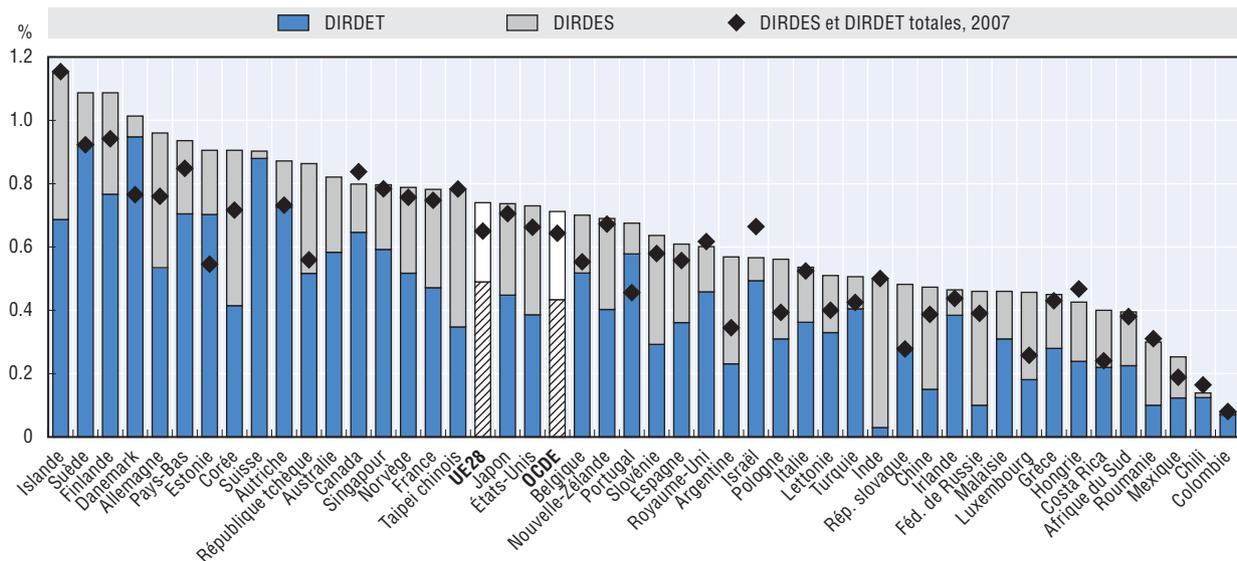
La recherche fondamentale est particulièrement importante, car elle donne lieu à des retombées, en termes de connaissances, nettement supérieures à celles de la recherche appliquée, tout en permettant à cette dernière d'être beaucoup plus productive (Akcigit, Hanley et Serrano-Velarde, 2014)¹. Comme le montre l'histoire de la science, les innovations

radicales issues de la recherche scientifique ne sont souvent considérées comme telles qu'avec le recul du temps (Kirschner, 2013). Ces innovations n'étaient pas le fruit d'un effort ciblé visant à produire un effet particulier, mais le résultat d'un heureux hasard. Veiller à maintenir un équilibre entre la recherche fondamentale, axée sur l'excellence, et des travaux de recherche plus ciblés et finalisés est donc un enjeu de taille pour le financement public.

La rentabilité économique immédiate de l'investissement dans la recherche universitaire n'est pas toujours facile à démontrer², même si de nombreux éléments indiquent que beaucoup des innovations les plus importantes de la dernière décennie trouvent leur origine dans la recherche publique, notamment l'internet et les technologies génomiques. Du fait de la crise économique, le financement public de la recherche fait depuis cinq ans l'objet de restrictions dans de nombreux pays de l'OCDE. Malgré tout, rapportées au PIB, les dépenses publiques de R-D se maintiennent relativement bien depuis la crise dans la plupart des pays de l'Organisation (graphique 5.2).

Graphique 5.2. **Dépenses publiques de R-D par type de système de recherche**

DIRDES et DIRDET en pourcentage du PIB en 2012, et DIRDES et DIRDET totales en 2007



Note : DIRDES : dépenses intra-muros de R-D du secteur de l'enseignement supérieur ; DIRDET : dépenses intra-muros de R-D du secteur de l'État.

Source : OCDE (2015b), *Science, technologie et industrie : Perspectives de l'OCDE 2014*, http://dx.doi.org/10.1787/sti_outlook-2014-fr, d'après OCDE (2014b) ; *Principaux indicateurs de la science et de la technologie*, <http://dx.doi.org/10.1787/msti-v2014-2-fr>.

La Stratégie pour l'innovation a mis en évidence trois grands axes d'évolution et domaines d'action concernant la science, à savoir : 1) les mécanismes de financement institutionnel et la promotion de la recherche pluridisciplinaire ; 2) la qualité et la pertinence de la recherche et de son évaluation ; et 3) la commercialisation des connaissances, la création d'entreprises par essaimage et le soutien des centres d'excellence. Elle a par ailleurs constaté le développement de la science ouverte, soulignant à cet égard l'utilité d'une intervention des pouvoirs publics pour faciliter l'accès aux données de la recherche et aux informations obtenues à l'aide d'un financement public.

En 2014, la publication *Promoting Research Excellence: New Approaches to Funding* (OCDE, 2014b) s'intéressait aux trois axes précités de l'action publique dans le domaine scientifique. Son analyse porte essentiellement sur les initiatives d'excellence en matière de recherche et s'appuie sur les résultats des enquêtes réalisées par les organismes publics de financement de la recherche, les centres d'excellence et les institutions d'accueil. Ses principales conclusions sont les suivantes :

- Les systèmes de recherche nationaux doivent faire face à un environnement de plus en plus concurrentiel en ce qui concerne les idées, les talents et les sources de financement. Cette concurrence se reflète dans l'émergence de classements mondiaux des universités en fonction de leurs performances³. Aussi, pour stimuler l'efficacité et l'innovation, les pouvoirs publics se sont orientés vers des formes de financement plus concurrentielles. Ils ont ainsi – entre autres – abandonné le financement institutionnel des activités de base au profit d'un financement par projet, souvent sur une base concurrentielle. Toutefois, la recherche nécessite également une certaine stabilité financière, laquelle devient difficile à assurer lorsque l'on n'est guidé que par la logique de la concurrence. C'est dans ce contexte que les initiatives d'excellence en recherche ont fait leur apparition. Il en existe aujourd'hui dans plus des deux tiers des pays de l'OCDE.
- Ces initiatives visent à encourager la recherche de haut niveau en fournissant à une sélection d'unités de recherche un financement d'envergure sur le long terme. Elles financent la recherche, l'infrastructure physique, la formation, la coopération entre la recherche et l'industrie, ainsi que le recrutement de chercheurs de haut rang. Leur seul et unique objectif est d'accroître les capacités nationales en matière de recherche et d'innovation. Certains pays disposent d'une seule initiative de ce type alors que d'autres en ont plusieurs. Le cycle moyen de financement est d'environ six ans. Cette stabilité du financement est particulièrement importante pour les nouveaux domaines de recherche, qui peuvent donner lieu à de grandes découvertes scientifiques mais qui présentent un caractère risqué et sont difficiles à développer avec un financement de projet à court terme.
- La plupart des initiatives d'excellence en recherche présentent les caractéristiques suivantes : financement public d'unités et d'établissements de recherche déterminés ; qualité exceptionnelle des travaux de recherche et activités connexes ; financement à long terme (au minimum pour quatre ans) ; financement concurrentiel attribué sur dossier après examen par les pairs ; dossiers de financement soumis par des établissements ou des unités de recherche (et non par des chercheurs) ; enfin, dotations beaucoup plus élevées que pour le financement par projet.

En ce qui concerne l'impact des initiatives d'excellence en recherche, une première constatation est que l'on manque d'évaluations rigoureuses, à la fois de leurs résultats et de leur influence sur les différentes dimensions du bien-être. Les données dont on dispose sont principalement des avis d'experts. Cela dit, nombre de ces avis laissent entendre que ces initiatives ont souvent permis :

- de promouvoir l'excellence dans le secteur de la recherche en offrant aux chercheurs de meilleures possibilités de mener des travaux interdisciplinaires que dans de nombreux autres environnements de recherche
- de regrouper des chercheurs de haut niveau dans des environnements de travail dotés de tous les équipements nécessaires, de manière à ouvrir de nouveaux axes de recherche, à mener de nouveaux travaux interdisciplinaires et à développer le capital humain

- d'améliorer la renommée internationale des établissements de recherche
- de nouer des liens internationaux à long terme, notamment en recrutant d'éminents chercheurs étrangers
- de produire des retombées bénéfiques pour les établissements de recherche dont la demande de financement n'a pas été retenue en favorisant une coopération accrue entre les disciplines traditionnelles et les nouvelles initiatives de recherche interdisciplinaire.

Un certain nombre de questions de fond subsistent. Par exemple, quel est l'équilibre optimal entre ces trois modes de financement : institutionnel, par projet et dans le cadre d'une initiative d'excellence en matière de recherche ? La réponse dépend sans doute de chaque cas particulier et est impossible à donner avec certitude au vu des données dont on dispose ; toutefois, les études qualitatives comparatives qui ont été réalisées peuvent fournir d'importants éléments de réponse. Par ailleurs, il n'est pas facile de déterminer s'il est préférable d'utiliser une initiative d'excellence à titre temporaire pour renforcer le système de recherche, ou de l'intégrer de façon systématique dans l'éventail des moyens de financement. Dans le premier cas de figure, la question qui se pose est de trouver le moyen de préserver le niveau d'excellence une fois que le financement associé à l'initiative prend fin. Dans le second cas, il n'est pas certain qu'une recherche constante de l'excellence permette d'améliorer les performances du système sur le long terme.

Pour ce qui est de l'avenir, de nombreux pays de l'OCDE accroissent leur investissement dans la recherche dans la perspective de relever les défis mondiaux. Outre le fait que cela suscite des problèmes de gouvernance – y compris à l'échelle internationale (voir le chapitre 8) –, cela montre aussi la nécessité de mettre en place de nouveaux environnements de recherche interdisciplinaire et transdisciplinaire réunissant des scientifiques aux origines et aux parcours variés. De telles collaborations peuvent être difficiles à instaurer dans des contextes universitaires classiques, où le cloisonnement des disciplines est bien établi. Il serait temps d'analyser les initiatives existantes pour déterminer les dispositifs qui sont les plus efficaces pour établir des passerelles interdisciplinaires.

Plusieurs types d'études ont été menés dans la plupart des pays de l'OCDE pour évaluer la qualité et la pertinence de la recherche financée sur fonds publics. À cet égard, l'OCDE (2010b) a entrepris de dresser le bilan théorique et pratique du financement fondé sur les résultats de la recherche publique réalisée dans les établissements d'enseignement supérieur. Ce financement suppose une évaluation a posteriori des résultats et des retombées de la recherche effectuée par les universités et d'autres établissements d'enseignement supérieur, et s'appuie généralement sur un examen par les pairs ou des indicateurs quantitatifs (notamment bibliométriques). Les conclusions de l'évaluation sont utilisées par les pouvoirs publics pour déterminer quels établissements financer et à quelle hauteur.

Au cours des vingt dernières années, la plupart des pays ont mis en œuvre, sous une forme ou une autre, le financement de la recherche fondé sur les résultats. Les cycles de financement sont annuels ou pluriannuels. L'éventail des indicateurs utilisés pour mesurer les résultats et les retombées de la recherche est similaire d'un pays à l'autre, même si leur combinaison et leur pondération varient.

En règle générale, l'évaluation des individus et des départements s'effectue via un examen par les pairs, alors que l'évaluation globale des universités fait appel à un processus quantitatif (avec ou sans examen par les pairs). Les coûts directs et indirects de l'évaluation peuvent être élevés, mais c'est un sujet rarement abordé dans la documentation spécialisée. Même si le financement fondé sur les résultats est faible, ses effets en termes d'incitation peuvent être importants, en particulier si les résultats produits ont des répercussions sur le prestige de l'établissement ou l'accès à d'autres sources de financement.

La communauté scientifique tente toujours de définir ce qu'est la « qualité » des résultats de la recherche ainsi que la relation entre ces résultats et leurs impacts. Tous les moyens de mesure généralement utilisés (du nombre de citations au nombre de brevets) sont des indicateurs de performance. L'intégration de la politique d'innovation et de recherche a en outre entraîné l'émergence de nouveaux indicateurs qui mesurent le transfert et la commercialisation des connaissances. Le développement rapide de la science ouverte risque également de susciter l'apparition de nouveaux indicateurs, comme par exemple le nombre de citations des bases de données.

Bien que les évaluations officielles du financement fondé sur les résultats soient rares, les données dont on dispose indiquent que ses effets sur la production et la gestion de la recherche sont positifs. En revanche, les avis concernant ses retombées – attendues ou non – sur les systèmes scientifiques sont très partagés. L'impact de ce mode de financement dépend du mode d'affectation des ressources en interne par les établissements, qui lui-même dépend du degré d'autonomie et des pratiques internes en matière de gouvernance. Les mesures prises par les établissements suite aux évaluations sont elles aussi variables. À titre d'exemple, une évaluation négative peut conduire une université à fermer l'un de ses départements, alors qu'une autre décidera de procéder à des améliorations. Le financement fondé sur les résultats peut aussi avoir des effets négatifs tels qu'un resserrement de l'objet de la recherche. Il est urgent de consacrer des études structurées à l'évaluation des effets de ce type de financement aux niveaux des pays, des établissements et des départements (voire des individus). Ces études pourraient être très utiles aux autorités nationales comme aux universités dans leurs efforts pour accroître l'efficacité et l'efficience du financement des établissements.

L'intégrité de la recherche est un sujet qui suscite depuis cinq ans une attention croissante, et qui est lié à la méthode utilisée pour stimuler et mesurer les résultats de la recherche. Les récents incidents, très médiatisés, de pratiques abusives dans le domaine de la recherche risquent de saper la confiance du public dans la science. Parallèlement, la non-reproductibilité de certains résultats présentés comme de grandes avancées scientifiques suscite des interrogations quant à la rigueur des pratiques scientifiques. L'investissement substantiel (public et privé) nécessaire pour assurer le suivi de certains de ces travaux n'a pas été fait. L'urgence à publier les résultats, la concurrence extrême, le financement à court terme et l'incertitude concernant la durée d'occupation des postes sont autant de facteurs expliquant à des degrés divers les distorsions du système scientifique. Cela dit, une analyse minutieuse des effets de ces facteurs sur les comportements universitaires fait cruellement défaut. Quelques-uns des principaux messages relatifs au système scientifique et à son lien avec l'innovation sont résumés ci-après.

Principaux messages relatifs au système scientifique et à l'innovation

- Le financement de la recherche fondamentale demeure important pour soutenir l'innovation et s'attaquer aux défis mondiaux. Dans un contexte d'assainissement des finances publiques, les pouvoirs publics doivent apporter des preuves de la rentabilité sociale et économique du financement public, ce qui nécessite l'adoption de politiques scientifiques axées sur l'excellence, la liberté d'accès et l'impact des travaux.
- Le financement à long terme de la recherche visant à satisfaire la curiosité des chercheurs doit être maintenu, et le financement de projets doit être suffisant, de manière à permettre aux organismes de financement et aux ministères chargés de la recherche d'exercer un contrôle plus direct sur la recherche publique.
- Les chercheurs occupent une place centrale dans les systèmes scientifiques, et les offres d'emploi qui leur sont proposées doivent rester attractives ; les dispositifs de formation doivent en outre répondre à la nature de la science, qui est de plus en plus coopérative, pluridisciplinaire et fondée sur les données.
- À mesure que le rôle des grandes infrastructures de recherche s'accroît – à l'égard de la recherche scientifique comme des budgets de la recherche –, des mécanismes de financement durable et de gouvernance efficace doivent être mis en place.

5.2. La science ouverte : accroître la rentabilité des investissements publics dans la recherche scientifique

On entend par « science ouverte » une pratique scientifique reposant sur un accès sans restriction aux résultats de la recherche financée sur fonds publics, à savoir les articles et les données. Bien qu'associée à la recherche publique, la science ouverte peut aussi être appliquée au secteur des entreprises et donc favoriser l'innovation. Elle permet également aux citoyens de prendre davantage part au progrès scientifique et à l'innovation. La science ouverte nécessite l'interopérabilité de l'infrastructure scientifique, afin que les résultats de la recherche et les données puissent être partagés. Cela peut impliquer la création et le financement à long terme de référentiels contenant des données et des publications, la création et le nettoyage de métadonnées, la mise en place de méthodologies de recherche ouvertes et partagées (comme des applications et un code informatique), ainsi que l'utilisation d'outils automatisés (permettant, par exemple, l'exploration de textes et de données). Jusqu'à ce jour, la diffusion des résultats de la recherche financée par des fonds publics passait surtout par les revues scientifiques. Or, ce modèle est en pleine évolution. L'internet a considérablement réduit le coût marginal de la publication en ligne. Les coûts du stockage et de l'archivage des données ne cessent eux aussi de baisser. Quant aux progrès de l'informatique, ils offrent des possibilités d'organiser, de partager et de réutiliser les énormes quantités de données générées par la recherche publique.

Les pouvoirs publics et la communauté scientifique ont plaidé en faveur d'une plus grande ouverture de l'accès aux données scientifiques pour les raisons suivantes :

- Améliorer l'efficacité de la science. La science ouverte peut accroître la productivité de la recherche : 1) en réduisant la duplication de la recherche et la production des données en plusieurs exemplaires ; 2) en permettant une vérification plus précise des résultats de la recherche ; 3) en permettant la réalisation d'un plus grand nombre de travaux de recherche à partir des mêmes données ; et 4) en multipliant les possibilités de partenariat national et mondial dans le domaine de la recherche.

- Générer des externalités de connaissances. L'amélioration de l'accès aux résultats de la recherche pourrait favoriser les externalités de connaissances, l'innovation et l'efficacité dans les différents secteurs de l'économie et de la société.
- Créer de nouvelles possibilités de recherche scientifique. Les travaux scientifiques fondés sur les données – c'est-à-dire la formulation de nouvelles hypothèses scientifiques à partir de l'exploration des données – présentent un énorme potentiel dans de nombreux domaines. Le fait de pouvoir associer des données se rapportant à différents domaines – par exemple des dossiers médicaux avec des données génomiques et biologiques, ou des données sociologiques avec des données environnementales – ouvre de nombreuses perspectives prometteuses.
- Encourager l'utilisation de la recherche publique au sein des PME. Si les grandes entreprises ont des ressources suffisantes pour accéder aux résultats de la recherche scientifique, de nombreuses PME n'ont pas les moyens de se procurer des données potentiellement utiles.
- Contribuer à la résolution des enjeux mondiaux. La résolution des enjeux mondiaux passe par l'accès à des données fiables et leur mise en commun entre un grand nombre de pays. Le projet international « Génome humain » est un exemple de projet de recherche à grande échelle dans lequel un référentiel de données accessible à tous est utilisé avec succès par les chercheurs du monde entier avec des objectifs et dans des contextes différents. De surcroît, pour les scientifiques des pays en développement, un meilleur accès aux travaux scientifiques et aux données du monde entier peut permettre d'atteindre des objectifs sociaux et économiques.
- Renforcer le socle de données concrètes devant étayer les politiques. Les données scientifiques peuvent être utiles pour l'élaboration des politiques publiques et la prise de décisions. À titre d'exemple, les données administratives émanant des organismes officiels des pays membres de l'OCDE (celles sur l'emploi, par exemple) sont aujourd'hui amplement utilisées dans les sciences sociales et pour l'élaboration des politiques.

En tant que principaux bailleurs de fonds de la recherche publique, les responsables de l'action publique peuvent prendre toute une série de mesures pour promouvoir l'accès aux résultats de la recherche scientifique ainsi que leur utilisation et réutilisation. Ils peuvent notamment éliminer les obstacles à la science ouverte en instaurant des incitations appropriées, développer l'infrastructure nécessaire à la mise en place de cette science ouverte et, dans certains cas, adopter des règles obligeant à la diffusion des résultats de la recherche financée par des fonds publics. L'accès libre aux données a cependant des coûts. À l'heure actuelle, les coûts de l'ouverture de l'accès aux articles et aux données ainsi que ceux du stockage et de la conservation des données en ligne sont souvent pris en charge par les États et les établissements de recherche. Compte tenu de l'augmentation rapide des volumes de données qui sont générés, les organismes publics auront la dure tâche de trouver des modes de financement et de gestion qui soient durables. La mise en place de partenariats public-privé avec des prestataires de services privés peut apporter des solutions novatrices.

Les universités et les établissements publics de recherche ont également un grand rôle à jouer en adoptant des mesures de gestion des données et en s'assurant que les chercheurs ont bien connaissance des droits de propriété intellectuelle applicables aux articles et aux données scientifiques. Les chercheurs se livrent souvent concurrence pour faire avancer la science et ils ont donc peu intérêt à partager les données et les comptes

rendus d'expériences dont ils disposent. Des mécanismes permettant de faire état, sur les curriculum vitae des chercheurs, des données et autres informations scientifiques qu'ils ont publiées pourraient promouvoir la mise en commun des informations scientifiques. Un autre point important est de fournir aux chercheurs les compétences nécessaires pour partager et réutiliser les données et contenus scientifiques disponibles dans un environnement de science ouverte.

Les pays membres et non membres de l'OCDE sont de plus en plus nombreux à mettre en place des cadres (juridiques et réglementaire), des lignes directrices et des initiatives pour permettre une plus grande ouverture de la science. Plusieurs pays ont également adopté des approches stratégiques, comme par exemple la Finlande avec son initiative sur la recherche et la science ouverte. Une hétérogénéité des approches est toutefois à noter entre les différents pays et organismes. C'est le cas par exemple pour les publications d'experts : si les métadonnées se rapportant à un article publié sont généralement mises à disposition sur le champ, en revanche la diffusion du texte intégral est soumise à des règles différentes selon les pays et les organismes.

Les récentes initiatives prises par les pouvoirs publics sont notamment les suivantes :

- Publication en ligne de référentiels, de bases de données, d'archives et de bibliothèques numériques, ainsi que de plateformes contenant des informations sur les projets de R-D et les CV des chercheurs.
- Obligation d'accès : Les organismes de financement de la recherche de nombreux pays (notamment l'Allemagne, l'Australie, le Costa Rica, le Danemark, l'Estonie, les États-Unis, la Finlande, le Royaume-Uni et la Suisse) exigent que les résultats de la recherche qu'ils financent soient disponibles en accès public. D'autres pays de l'OCDE envisagent également d'adopter des règles pour rendre l'accès aux données obligatoire.
- Soutien financier : Les organismes de financement allemand, britannique, finlandais, néerlandais, norvégien et suisse ont adopté des mécanismes pour couvrir une partie des coûts de l'ouverture de l'accès aux publications. Dans les autres pays, les pouvoirs publics encouragent les universités ou les établissements de recherche à allouer directement des fonds pour les initiatives d'ouverture de l'accès.
- Données publiques en accès libre : Une autre façon de promouvoir la science ouverte consiste à diffuser les données publiques. Un certain nombre de pays membres et non membres de l'OCDE ont pris des mesures dans ce sens.
- Modification des règles de propriété intellectuelle applicables dans le domaine de la recherche, ou des exemptions. L'Australie et la Finlande envisagent actuellement de modifier le cadre juridique existant concernant la publication des résultats de la recherche financée sur fonds publics, dans le but de rendre la législation sur le droit d'auteur de plus en plus propice à la pratique de la science ouverte. L'Allemagne et le Royaume-Uni ont, de leur côté, modifié leur législation relative au droit d'auteur.

Plusieurs études montrent que l'accès libre aux publications améliore l'impact des documents scientifiques. Certaines ont mis en évidence une corrélation manifeste (mais est-ce bien surprenant ?) entre le nombre de citations d'un article et le fait que cet article soit accessible sans frais et en ligne. Une analyse plus approfondie est nécessaire pour connaître les effets de l'accès libre sur l'innovation dans les entreprises, la science et l'économie en général. Les études disponibles semblent indiquer que ces effets pourraient être importants. Ainsi, Houghton, Rasmussen et Sheehan (2010) ont estimé que la généralisation de la politique de l'accès libre des *National Institutes of Health* (NIH)

à l'ensemble des organismes scientifiques des États-Unis pourrait se traduire par un gain d'environ 51.5 milliards USD en valeur actuelle nette⁴.

Même si de solides arguments plaident en faveur d'une science plus ouverte, des interrogations surgissent quant à la question de savoir comment l'on peut éviter que des résultats scientifiques de mauvaise qualité soient diffusés, et comment l'accès libre aux publications et aux données pourrait être rendu plus viable grâce aux mécanismes du marché. En fait, le processus de sélection, révision et publication des articles dans une revue disponible en accès libre a un coût, même s'il revient moins cher que la publication d'ouvrages selon la méthode traditionnelle. En réalité, la plupart des revues accessibles librement dépendent des subventions ou des fonds provenant des universités, des associations scientifiques et des organismes publics. La difficulté est d'assurer un accès à long terme à des données de qualité, et nous n'en sommes qu'au début. Quelques-uns des principaux messages relatifs à la science ouverte sont résumés ci-après.

Principaux messages de fond relatifs à la science ouverte

La publication de l'OCDE intitulée *Principes et lignes directrices de l'OCDE pour l'accès aux données de la recherche financée sur fonds publics (OCDE, 2007)* fournit un cadre général d'action à l'intention des pouvoirs publics. Ces principes et lignes directrices sont censés s'appliquer aux données de la recherche financée sur fonds publics, dont le but est de développer des travaux et des connaissances scientifiques accessibles à tous. Le texte intégral de ces principes et lignes directrices est disponible en ligne¹.

Les dispositifs en matière de science ouverte doivent s'appuyer sur des principes mais être adaptés aux réalités locales. À titre d'exemple, si un projet de recherche fait participer des acteurs du secteur privé et que des intérêts commerciaux soient présents, les exigences au regard du partage des résultats ne seront sans doute pas les mêmes que si le projet n'incluait que des acteurs publics. Dans d'autres cas, des questions de confidentialité ou de protection de la vie privée pourront entrer en ligne de compte pour certaines catégories de données.

Les approches consultatives englobant tous les acteurs concernés sont essentielles pour la réussite des stratégies de science ouverte. Les initiatives en matière de science ouverte font intervenir des communautés et des acteurs variés : chercheurs, organismes gouvernementaux, universités et centres de recherche, bibliothèques et centres de données, organisations privées à but non lucratif, organisations professionnelles (y compris des sociétés d'édition universitaires), entités supranationales et citoyens. Ces acteurs n'ont pas nécessairement les mêmes motivations, objectifs ou attentes. Pour être réussie, la stratégie doit tenir compte de cette diversité et s'y adapter.

Des mécanismes d'incitation plus efficaces sont nécessaires pour promouvoir les pratiques de partage des données entre les chercheurs. Si tous les chercheurs du secteur public ont intérêt à mettre en commun les articles publiés, il n'en est pas de même pour les ensembles de données ayant trait à la recherche, notamment au stade qui précède la publication. Par ailleurs, le nettoyage et la gestion des données tout au long de leur cycle de vie (par exemple en développant des métadonnées) est une activité de longue haleine qui est rarement prise en compte dans les évaluations ou les procédures d'allocation des subventions. La plupart des évaluations réalisées par les universités et les chercheurs s'appuient presque exclusivement sur des indicateurs pédagogiques et bibliométriques, et accordent peu d'importance à la mise en commun des données fournies en amont de la publication et des résultats obtenus en aval. Le fait d'étendre les mécanismes de citation aux ensembles de données pourrait résoudre partiellement le problème.

Des cadres juridiques clairs doivent être mis en place aux niveaux national et international pour permettre le partage des publications et la réutilisation des ensembles de données. La difficulté d'interprétation des cadres juridiques nationaux et internationaux peut empêcher la mise en commun ou la réutilisation des résultats de la recherche. Des lignes directrices claires concernant l'exploration des données et des textes sont également nécessaires, car ces outils seront à l'avenir de plus en plus utilisés par les chercheurs.

Principaux messages de fond relatifs à la science ouverte (suite)

Des facteurs « intangibles » comme l’instauration d’une culture de la science ouverte sont importants.

De récentes études montrent que les chercheurs ne sont pas tous au courant des possibilités offertes par la science ouverte. Dans certains pays, des établissements divers organisent régulièrement des ateliers et des formations pour sensibiliser les chercheurs à ces possibilités. D’autre part, le règlement des défis mondiaux nécessitera un meilleur accès aux ensembles de données de la recherche nationale publique ainsi que leur mise en commun, et donc une coopération à l’échelle mondiale.

La collaboration internationale est importante pour la science ouverte, en particulier pour la résolution des enjeux mondiaux. La collaboration internationale devient plus importante à mesure que les publications et les données traversent, sous forme électronique, les frontières nationales. Une infrastructure commune et interopérable est nécessaire pour diffuser les résultats de la recherche et promouvoir la collaboration scientifique. Cette collaboration peut permettre de partager les investissements et les risques, ainsi que d’éviter la duplication des efforts. La coordination et la coopération internationales deviendront d’autant plus importantes à mesure que la R-D et la production mondiale de connaissances auront lieu dans les économies émergentes. Par ailleurs, la résolution des enjeux mondiaux nécessitera un meilleur accès aux ensembles de données de la recherche nationale publique ainsi que leur mise en commun, et donc une coopération à l’échelle mondiale.

Une analyse plus approfondie est nécessaire pour connaître les effets de l’accès libre sur l’innovation dans les entreprises, la science et l’économie en général, en particulier lorsque les coûts assumés par le secteur public pour garantir l’ouverture sont élevés.

1. Voir <http://www.oecd.org/fr/sti/sci-tech/principesetlignesdirectricesdelocdepourlaccesauxdonneesdelarecherchefinanceesurfondspublics.htm>.

5.3. La coopération internationale dans le domaine de la science et la technologie

Comme décrit dans la *Stratégie de l’OCDE pour l’innovation* (2010a), la science et l’innovation sont des activités mondiales dans lesquelles de multiples acteurs provenant de nombreux pays collaborent et se livrent concurrence. Le paysage international est en constante évolution, les BRIICS et autres pays émergents produisant une part croissante des connaissances scientifiques. Bien que ne dominant plus la situation, les pays de l’OCDE conservent généralement leurs atouts traditionnels tout en profitant des nouvelles possibilités qui s’offrent à eux en matière de coopération scientifique et technologique. Parallèlement, le secteur de la science est au point mort dans de nombreux pays en développement, ce qui nuit aux efforts de résolution des enjeux mondiaux.

Au cours des cinq dernières années, l’OCDE a centré ses efforts sur trois domaines dans lesquels une politique réfléchie est nécessaire pour promouvoir une coopération internationale efficace, à savoir : 1) les infrastructures et réseaux de recherche ; 2) les enjeux mondiaux et la gouvernance ; et 3) la promotion de la coopération avec les pays moins développés. Les principales conclusions tirées dans ces trois domaines sont résumées ci-dessous.

Les infrastructures de recherche internationales sont un moteur important de la coopération scientifique entre les pays, et une condition indispensable pour la réalisation de progrès scientifiques dans certains domaines, notamment la physique et l’astronomie. L’OCDE travaille depuis plus de vingt ans avec les concepteurs des politiques scientifiques en vue d’améliorer les processus de mise en place, de gestion et d’évaluation des infrastructures de grande ampleur. Depuis quelque temps, sous l’influence notamment de l’essor de la science ouverte et des données massives, les questions relatives aux infrastructures distribuées de moindre ampleur occupent une place plus importante dans le programme d’action des pouvoirs publics.

Les infrastructures scientifiques de grande ampleur peuvent être extrêmement onéreuses. Les difficultés et les obstacles rencontrés pour la mise en place de ces infrastructures sont analysés dans le rapport publié par l'OCDE en 2010, intitulé *Establishing Large International Research Infrastructures: Issues and Options* (OCDE, 2010c). Bien qu'il n'y ait pas de recette unique pour réussir, il est clairement conseillé de s'inspirer de l'expérience passée et de solliciter la participation de ceux qui l'ont acquise. L'évaluation empirique de l'impact socio-économique des installations de grande taille, prévues pour une longue durée, n'est pas une tâche facile. Des études de cas qualitatives peuvent néanmoins fournir des enseignements importants. C'est la démarche adoptée par l'OCDE (2014c) pour son étude consacrée à l'Organisation européenne pour la recherche nucléaire (CERN) et sa principale installation scientifique commune : le grand accélérateur de particules. On voit dans cette étude que les effets produits par le CERN vont bien au-delà de sa mission scientifique de base.

Les infrastructures dispersées géographiquement suscitent des problèmes particuliers, dus au fait que leur gestion administrative et financière est souvent décentralisée. Dans le cas des infrastructures partagées, la stabilité du personnel et du financement, l'identité juridique et l'hétérogénéité des partenaires peuvent causer des difficultés (OCDE, 2014d). L'un des domaines dans lesquels de gros progrès ont été réalisés ces dernières années est la coordination des collections scientifiques. En avril 2013, un réseau de musées et autres établissements possédant des collections scientifiques a été créé sous le nom de *Scientific Collections International* (SciColl). Son objectif est de promouvoir l'accès à ces précieuses ressources de la recherche – souvent uniques – qui peuvent fournir des enseignements indispensables dans des domaines aussi variés que les changements environnementaux, les évolutions sociétales et les épidémies.

Mesurer l'impact des grandes infrastructures internationales de la recherche est un sujet qui continuera de préoccuper les responsables de l'élaboration des politiques scientifiques pendant un certain temps. Le sujet risque d'être particulièrement ardu pour les pays en développement, où il est relativement nouveau d'investir de grosses sommes dans de telles installations. À cet égard, l'accord conclu en 2012 concernant l'emplacement d'une partie importante du radiotélescope SKA (*Square Kilometre Array*) en Afrique du Sud – d'autres parties étant installées en Australie et dans plusieurs autres pays africains – est révolutionnaire. L'adoption de mesures pour faire en sorte que l'Afrique en retire quelques avantages (en termes de capacité scientifique ainsi que de progrès économiques et sociaux) présente dans ce cas un défi important pour les pouvoirs publics.

Pour relever efficacement les défis mondiaux – tels que le changement climatique, la sécurité (alimentaire, énergétique et de l'approvisionnement en eau) et les pandémies –, des connaissances et des technologies nouvelles issues de la science sont nécessaires. La mise en place de modes de gouvernance réactifs et adaptables, couplés à des mécanismes de financement et de dépense flexibles, est primordiale (OCDE, 2012a). Une approche personnalisée du partage des connaissances et de la propriété intellectuelle peut jouer un rôle important. Quant à l'adoption des innovations, elle repose nécessairement sur des approches participatives et des efforts de sensibilisation. Le Groupe consultatif pour la recherche agricole internationale (GCRAI) est un exemple de ce qui peut être fait à cet égard. L'intégration de pays disposant de capacités moindres dans le domaine de la science, de la technologie et de l'innovation (STI) comme partenaires à part entière est nécessaire et peut nécessiter des actions spécifiques pour renforcer ces capacités. Parallèlement, l'évolution rapide de la science ouverte doit fournir des possibilités de développement plus

radical de la gouvernance future du domaine STI, afin de pouvoir trouver des solutions aux défis mondiaux. Pour citer un exemple, l'initiative *Future Earth* qui a été lancée récemment possède une structure inédite – distribuée sur le plan régional et incluant des partenaires multiples – qui pourrait servir de modèle pour l'avenir.

La propagation du virus Ebola en Afrique a mis en évidence non seulement la vulnérabilité des pays les plus pauvres aux maladies infectieuses, mais aussi la difficulté, dans un monde connecté, à contenir et traiter efficacement les nouvelles maladies. La réponse des pouvoirs publics face à de telles épidémies passe obligatoirement par le développement, l'expérimentation et le déploiement de nouveaux vaccins et de nouveaux traitements. En 2012, le Conseil de l'OCDE a émis une recommandation concernant la gouvernance des essais cliniques (OCDE, 2012b). Ce texte met l'accent sur trois domaines dans lesquels l'action des pouvoirs publics peut être utile : 1) réduire la complexité administrative des procédures opératoires des essais ; 2) introduire une méthode d'approbation et de gestion des essais cliniques fondée sur les risques ; enfin 3) améliorer la formation, l'infrastructure et la participation des patients.

Un autre défi mondial important est celui des risques naturels, dus notamment à la migration d'un plus grand nombre de gens vers les villes, situées pour beaucoup d'entre elles dans des zones à risque. Le modèle *Global Earthquake Model* (GEM), établi en 2009 avec l'aide de l'OCDE, est un exemple de réponse, étayée par la science, apportée par la communauté internationale face à un risque naturel. Le GEM est le fruit d'un partenariat public-privé au sein duquel la communauté mondiale participe à la conception, au développement et au déploiement de modèles et d'outils de pointe pour gérer les risques sismiques. Ce type de partenariat entre scientifiques et utilisateurs pourrait être étendu à d'autres domaines faisant l'objet de prises de décisions.

Dans un contexte de développement rapide de la science ouverte, les infrastructures de données distribuées joueront un très grand rôle au regard de la collaboration internationale et scientifique (voir plus haut la section consacrée à la science ouverte). Les bases de données mondiales sur la bio-informatique ont déjà beaucoup contribué au développement de la biologie moléculaire et de la biomédecine, et le partage des données à l'échelle internationale revêt une importance capitale pour les travaux de recherche centrés sur les enjeux mondiaux. Cela dit, il est urgent de trouver des modèles économiques durables pour financer un grand nombre de ces structures. Bien que certaines d'entre elles soient financées par une enveloppe de base dédiée à cet usage, d'autres dépendent dans une large mesure de subventions ponctuelles octroyées sur une base concurrentielle et/ou de partenariats public-privé. Quel que soit le mécanisme utilisé, il importera de démontrer la rentabilité de l'investissement et de son impact à mesure qu'augmenteront la taille et le nombre des infrastructures de données.

La nécessité d'associer les pays en développement aux initiatives scientifiques visant à relever les défis mondiaux a été évoquée dans la précédente section. Elle implique des actions spécifiques des pouvoirs publics. Un domaine important à prendre en compte est la synergie potentielle entre le financement de la science et l'aide au développement. Les organismes de financement de la science et les organisations de coopération pour le développement pourraient collaborer plus étroitement pour renforcer le rôle de la science dans les pays en développement, notamment en ce qui concerne les enjeux mondiaux (OCDE, 2011a).

L'échange de pratiques et d'expérience entre pays développés et pays en développement peut également jouer un rôle important en ce qui concerne les mécanismes et les

processus permettant de conseiller les pouvoirs publics sur les questions scientifiques. Les pays de l'OCDE disposent pour la plupart d'un large éventail de structures (formelles et informelles) et de personnes qui, ensemble, forment un dispositif consultatif scientifique national. Ces dispositifs nationaux sont complétés par un ensemble tout aussi varié de structures internationales. Dans de nombreux pays en développement, en revanche, les structures consultatives en matière scientifique sont relativement peu développées. C'est un domaine dans lequel le développement des capacités est important. Une coopération et/ou une coordination internationale(s) entre les structures consultatives sont nécessaires, surtout en situation de crise. Quelques-uns des principaux messages relatifs au système scientifique et à la coopération scientifique internationale sont résumés ci-après.

Principaux messages relatifs à la coopération scientifique et technologique internationale

- Pour relever efficacement les défis mondiaux, les initiatives scientifiques et technologiques doivent reposer sur des modes de gouvernance réactifs et adaptables, couplés à des mécanismes de financement et de dépense flexibles.
- Une collaboration internationale plus poussée est nécessaire pour mettre en place des mécanismes consultatifs dans le domaine scientifique, de façon à disposer d'informations fiables et cohérentes pour faire face aux situations de crise et aux enjeux mondiaux. Il est également nécessaire de renforcer les capacités consultatives dans les pays en développement, et d'améliorer la coordination dans les domaines présentant un intérêt commun pour les pays.

5.4. La commercialisation de la recherche financée sur fonds publics

La recherche financée sur fonds publics qui est menée dans les universités et les EPR a débouché sur de nombreuses innovations technologiques déterminantes, comme par exemple les techniques de recombinaison de l'ADN, les systèmes de géolocalisation (GPS), la technologie MP3 et le système de reconnaissance vocale Siri. Plusieurs raisons expliquent l'intérêt accru pour la commercialisation de la recherche publique, notamment :

- Le souci d'améliorer la compétitivité nationale.
- L'inquiétude suscitée par le ralentissement du nombre de brevets, de licences et d'entreprises créés dans les universités et les EPR depuis la fin des années 2000. En fait, les universités doivent faire face à une pression croissante liée à la nécessité de mener de front des activités pédagogiques et de recherche d'excellence, ainsi que des activités de commercialisation et de collecte de fonds. La Suède a même modifié sa loi sur l'enseignement supérieur en ajoutant à la mission des établissements concernés la mise en place de partenariats externes, de manière à encourager ces établissements à exploiter activement les résultats de la recherche.
- Le coût croissant de la recherche scientifique, qui conduit un grand nombre d'EPR et d'universités à chercher de nouvelles sources de financement (même si dans la plupart des EPR, les recettes tirées de la commercialisation représentent une faible part des recettes totales).
- Une tendance accrue dans les entreprises à l'externalisation des activités de R-D, les entreprises se tournant de plus en plus vers les universités et les EPR pour leur confier une grande partie de leur recherche fondamentale.

- La prise de conscience que l'entrepreneuriat universitaire n'exclut pas la productivité de la recherche ni n'est moins enclin à entreprendre des travaux de recherche fondamentale. De fait, les études réalisées en Suède montrent qu'il existe une forte corrélation positive entre l'excellence scientifique et le nombre de contacts des différents chercheurs avec l'industrie (Bourellos, Magnusson et M. McKelvey, 2012).

Bien que les brevets, licences et entreprises créées par essaimage demeurent des canaux importants pour commercialiser la recherche publique, d'autres solutions semblent gagner du terrain – recherche collaborative, mobilité des étudiants et du personnel enseignant, contrats de recherche, prestation de services de conseil par le personnel enseignant et entrepreneuriat étudiant. Les TIC ainsi que l'impulsion donnée par les organismes de financement de la science pour améliorer l'accès aux résultats et aux données de la recherche financée sur fonds publics contribuent également à élargir les canaux de commercialisation. La publication *Commercialising Public Research: New Trends and Strategies* de l'OCDE (2013a) examine les récentes évolutions au regard des institutions et des politiques publiques.

Presque tous les pays de l'OCDE disposent désormais de cadres législatifs et dispositifs spécifiques pour stimuler la commercialisation de la recherche publique. L'exemple le plus connu est la loi Bayh-Dole aux États-Unis, qui permet aux universités d'être propriétaires des brevets déposés grâce au financement fédéral de la recherche, et qui prévoit des mesures d'incitation à leur commercialisation. Cette loi a été largement imitée dans d'autres pays.

On observe par ailleurs une convergence des politiques publiques, la plupart des pays octroyant des droits de propriété intellectuelle aux universités. Ces dernières ont souvent la possibilité de contourner les réglementations nationales sur la propriété intellectuelle universitaire en adoptant des règlements internes (par exemple pour négocier des accords de propriété intellectuelle différents avec des tiers).

Malgré le développement, dans la plupart des pays, de nouveaux canaux de transfert de connaissances, les organismes officiels et les responsables de l'action publique continuent de privilégier la commercialisation via le dépôt de brevets et l'octroi de licences. Cela dit, à l'exception d'une poignée d'universités et de laboratoires publics de premier plan, ces deux activités sont – et resteront – peu fréquentes dans la plupart des universités et des EPR. Au Royaume-Uni, par exemple, les établissements d'enseignement supérieur ont généré en 2011-12 des recettes externes de plus de 3 milliards GBP. Or, sur cette somme, seuls 2 à 4 % provenaient de l'octroi de licences ou de la vente de parts dans des entreprises créées par essaimage. La majorité des recettes provenaient de la recherche collaborative et des contrats de recherche, des services de conseil et de la formation professionnelle (Chambre des Communes, Commission de la science et la technologie, 2013). En Europe, 10 % seulement des universités se partagent environ 85 % des recettes totales provenant des licences.

On accorde de plus en plus d'importance à l'amélioration de l'accès aux résultats de la recherche scientifique en général, et à ceux de la recherche financée sur fonds publics en particulier (voir la section précédente sur la science ouverte).

Une part croissante des fonds publics est consacrée à la recherche collaborative plutôt qu'à la recherche menée dans tel ou tel centre de recherche. Bien que les universités collaborent depuis longtemps avec l'industrie, le phénomène s'est intensifié ces dernières années. L'industrie et les universités (en particulier les bureaux de transfert de technologie) peuvent avoir des visions différentes concernant la valeur – et le partage – des recettes

provenant de la propriété intellectuelle. Des divergences peuvent aussi exister en ce qui concerne les modalités de mise en commun des connaissances brevetées. Le manque d'expérience et la méconnaissance des besoins des entreprises sont des doléances courantes de l'industrie (Hertzfeld, Link et Vonortas, 2006). Des intermédiaires comme des entreprises spécialisées dans la propriété intellectuelle ou des fonds de brevets garantis par l'État sont de plus en plus utilisés pour faire coïncider l'offre et la demande d'innovations entre les universités et les PME.

Une série d'intermédiaires et d'organisations-relais ont été mis en place pour faciliter le transfert et la commercialisation des connaissances -- bureaux de transfert de technologie, pépinières d'entreprises, centres d'innovation pour les entreprises, parcs scientifiques, agences spéciales au sein des chambres de commerce, bureaux de liaison avec l'industrie, centres de validation de concept (dont le but est de combler les déficits de financement lorsque les investisseurs providentiels et les sociétés de capital-risque privilégient les projets de grande envergure ou de dernière minute)⁵, ainsi que des bibliothèques/services d'archivage publics. Ces entités peuvent avoir des missions très différentes, comme le montre l'encadré 5.1.

Les objectifs les plus courants des bureaux de transfert de technologie sont l'augmentation des recettes provenant des licences, le maintien ou le renforcement du soutien à la recherche industrielle, les transferts de technologie et, dans une moindre mesure, le développement régional. Les recettes provenant des licences sont généralement le principal critère utilisé par les bureaux de transfert de technologie pour mesurer leur succès, même si pour la plupart d'entre eux, les brevets et les licences ne permettent ni de générer un bénéfice net, ni n'atteindre le seuil de rentabilité (Bulut et Moschini, 2009). Cela dit, un petit nombre de ces bureaux tirent des licences des recettes non négligeables.

De nombreux bureaux de transfert de technologie ont complété leur mission de départ – la simple gestion du transfert de technologie (la communication des inventions, le dépôt de brevets, etc.) – en y ajoutant toute une série d'activités de gestion et de soutien à la propriété intellectuelle (par exemple : chasse aux brevets, conseil), ainsi que la commercialisation de services autres que les brevets, la gestion de fonds d'amorçage et la création d'une culture de l'innovation.

Compte tenu du bilan mitigé des bureaux de transfert de technologie, de nombreuses universités ont tenté de les réformer ou de les remplacer. Quelques-uns des autres modèles et formules proposés sont brièvement décrits ci-après :

- **Alliances pour le transfert de technologie** : Étant donné que les universités ont souvent une capacité limitée à générer des recettes suffisantes pour couvrir les coûts de leurs bureaux de transfert de technologie, il a été proposé de créer des alliances pour regrouper les services. En théorie, ces alliances peuvent mutualiser les inventions entre les différentes universités, réduire les coûts opérationnels unitaires et améliorer l'accès aux compétences. Elles peuvent toutefois aussi générer des coûts de coordination/communication. Un exemple d'alliance de transfert de technologie est le réseau *Innovation Transfer Network* (ITN) aux États-Unis. Créé en 2006 avec l'aide publique, l'ITN sert d'alliance de transfert de technologie pour 13 petits établissements d'enseignement supérieur, qui sont tous représentés au sein du conseil d'administration du réseau.
- **Modèles à but lucratif** : Pour des raisons à la fois de coûts et d'efficacité, certains établissements ont mis en place des bureaux de transfert de technologie financés par des fonds privés. Ces bureaux ont un statut de société à responsabilité limitée. Dans certaines universités, ces types de bureaux existent depuis la fin des années 80 (un

exemple est Isis Innovation, une filiale à 100 % de l'Université d'Oxford, créée en 1988). En Israël, la majorité des bureaux de transfert de technologie sont conçus sur le modèle de la responsabilité limitée et détenus en tout ou partie par les universités.

- **Modèles reposant sur l'internet** : Les structures existantes des bureaux de transfert de technologie peuvent être complétées par des plateformes fonctionnant sur l'internet. Ces plateformes répondent à la nécessité, pour les professionnels du transfert de technologie et les chercheurs dont le travail est axé sur les applications, d'avoir plus facilement accès à l'information. Elles sont aussi une vitrine qui permet de montrer au secteur des entreprises les technologies inventées dans les universités. Flintbox, de l'Université de Colombie-Britannique, en est un exemple.
- **Modèle de l'organisme indépendant** : Les bureaux de transfert de technologie sont parfois perçus comme des machines à produire des recettes et des acteurs peu enclins à trouver de nouveaux canaux de commercialisation. Il a donc été proposé que les chercheurs puissent choisir entre le bureau de transfert de technologie de leur université ou un agent extérieur (c'est-à-dire un organisme indépendant). En créant de la concurrence, ce modèle peut théoriquement permettre aux bureaux de transfert de technologie d'accroître leur efficacité. Des doutes existent néanmoins, notamment quant au degré avec lequel la concurrence peut stimuler les performances des bureaux de transfert de technologie.

Bien qu'occupant une grande place dans le discours des pouvoirs publics, les entreprises créées par essaimage sont moins nombreuses qu'on ne le pense souvent. Selon les récentes données de l'*Association of University Technology Managers* (États-Unis), le nombre d'entreprises de ce type par université et par an parmi les 100 premières universités de recherche américaines est de seulement deux, le nombre record étant de 22 (au *Massachusetts Institute of Technology* [MIT]). Le taux de création d'entreprises par essaimage est très variable au sein de la zone OCDE. L'Europe obtient en moyenne un taux plus élevé (2.4 entreprises pour 100 millions USD de dépenses de recherche pendant la période 2004-10) que les États-Unis (1.1 pour la période 2004-11), le Canada (1.1 pour 2004-11) et l'Australie (0.7 pour 2004-11) (OCDE, 2013i).

Des études ont mis en évidence l'importance de l'entrepreneuriat étudiant, encouragé par les universités et les pouvoirs publics d'un grand nombre de pays de l'OCDE. Åstebro, Bazzazian et Braguinsky (2012) montrent que les récents diplômés ont deux fois plus de chances que le corps enseignant de créer une entreprise, et que cette dernière présente souvent un haut niveau de qualité.

De nouvelles méthodes de financement de la commercialisation sont également en train d'apparaître. Souvent, les fonds publics octroyés aux entreprises universitaires naissantes sont complétés par les universités et les EPR, qui créent leurs propres fonds d'amorçage et de validation de concept. Des études mettent toutefois en évidence des difficultés liées à la méconnaissance du monde de l'entreprise, de compétences et de contacts de la part d'un grand nombre d'universitaires (Wright, Clarysse et Mosey, 2012). Par conséquent, les initiatives axées uniquement sur l'aspect financier de l'entrepreneuriat étudiant risquent de ne pas être suffisantes.

Des études de cas montrent que les universités peuvent atteindre un haut niveau d'activité entrepreneuriale si la conception de leurs programmes est bonne. Cela est possible même lorsque les établissements effectuent peu de dépenses de R-D, possèdent peu de capacités de recherche/développement, et ont accès à peu de capital-risque (Åstebro, Bazzazian et Braguinsky, 2012).

Encadré 5.1. **Marché de l'innovation en Hongrie et programme GAMMA en République tchèque**

Hongrie – Marché de l'innovation : L'Office national hongrois pour la recherche, le développement et l'innovation est le seul organisme de financement de l'innovation en Hongrie ; c'est aussi un centre regroupant toutes les informations pouvant intéresser les acteurs. Il est entré en service le 1^{er} janvier 2015 en vertu de la loi hongroise 2014/XLLVI sur la recherche scientifique, le développement et l'innovation. L'Office est un organisme national de gestion stratégique et de financement au service de la recherche scientifique, du développement et de l'innovation ; il est aussi la principale source de conseils sur la politique d'innovation pour le gouvernement hongrois, et le principal organisme de financement.

L'Office national hongrois pour la recherche, le développement et l'innovation est contacté à la fois par les entreprises naissantes en quête d'investisseurs, les détenteurs de technologies recherchant des marchés à l'étranger, les organismes étrangers à l'affût de technologies, les laboratoires proposant des capacités, et les entreprises ayant des besoins en la matière. Afin de mettre ces différents acteurs en relation les uns avec les autres, l'Office a créé le « marché de l'innovation », un système qui transfère l'ensemble des demandes et les présente sous forme de propositions commerciales accessibles aux acteurs privés et publics. Le marché de l'innovation se transforme petit à petit en une plateforme qui permet de convertir les propositions de projet en propositions commerciales normalisées, créant ainsi un flux d'opérations indispensable pour les investisseurs potentiels. L'Office utilise en outre cette plateforme pour promouvoir indirectement le financement participatif, agissant ainsi comme un intermédiaire par rapport à l'organisme public de prestation de services.

République tchèque – Programme GAMMA : Le programme GAMMA a été conçu pour pallier l'exploitation insuffisante des résultats de la recherche publique. Son but est d'aider à transformer les résultats de la R-D menée dans les établissements de recherche en applications concrètes, afin de faciliter leur commercialisation et leur mise en œuvre. Ce programme encourage également la coopération entre les établissements de recherche et les entreprises au moyen de « l'apprentissage par l'action ». Il se compose des deux sous-programmes suivants :

Le sous-programme n° 1 s'adresse aux établissements de recherche. Il vérifie l'utilisation concrète des résultats de la R-D qui est menée dans les établissements de recherche (principalement publics), et devrait présenter un fort potentiel d'application commerciale. Il fournit également une aide globale à la définition, à la mise en œuvre et au développement des activités commerciales dans les établissements de recherche.

Le sous-programme n° 2 a pour but de promouvoir la recherche appliquée et le développement expérimental au sein des entreprises en utilisant les résultats de la recherche menée dans les EPR. Le soutien apporté aux projets consiste à achever les prototypes fonctionnels, à vérifier leurs caractéristiques, à contrôler les séries de tests et à évaluer l'ensemble des impacts (technologiques, économiques, sociaux, sanitaires et autres) des nouveaux produits ou services. Bien que s'adressant aux entreprises, ce sous-programme inclut également parmi ses participants des établissements de recherche.

Lorsque les universités ont la possibilité de contourner les réglementations nationales en mettant en place des règlements et des processus internes concernant les brevets, des formules nouvelles peuvent être expérimentées. Certaines universités réservent par exemple

un traitement préférentiel aux chercheurs qui souhaitent protéger par une licence les technologies qu'ils ont développées. D'autres autorisent leurs enseignants à créer de nouveaux projets, en accordant des congés sans solde ou des interruptions de carrière pendant que le personnel enseignant poursuit les activités de commercialisation. Une étude réalisée auprès de 64 universités américaines et canadiennes a montré que 16 d'entre elles tenaient compte des réalisations en matière de dépôt de brevets et de commercialisation pour prendre des décisions concernant les nominations et les avancements (Stevens, Johnson et Sanberg, 2012).

Les universités des pays de l'OCDE sont de plus en plus confrontées au problème de l'attribution des droits de propriété intellectuelle aux étudiants diplômés et autres employés/individus non membres du corps enseignant qui effectuent des travaux de recherche. Cette situation peut donner lieu à des tensions entre universités et étudiants. Compte tenu de ces évolutions et pour éviter les différends entre étudiants et universités au sujet de la propriété intellectuelle, l'Université du Missouri aux États-Unis a mis en place en 2011 un dispositif autorisant, sous certaines conditions, les étudiants à détenir les droits de propriété des inventions créées pendant leur cursus.

Les organismes de financement nationaux et certains établissements ont mis au point des accords de licence normalisés pour les inventions universitaires (par exemple : au Royaume-Uni, le *Lambert Toolkit* ; en Allemagne, les accords types de coopération en matière de R-D ; au Danemark, les accords types de Schlüter). Ces accords normalisés peuvent permettre d'atténuer les craintes de l'industrie quant à la difficulté de négocier des licences avec les EPR. Certains pays de l'OCDE ont également commencé à soutenir la création de fonds de brevets spécialement pour les établissements de recherche. Quelques-uns des principaux messages relatifs à la commercialisation de la recherche financée sur fonds publics sont résumés ci-après.

Principaux messages relatifs à la commercialisation de la recherche financée sur fonds publics

L'un des principaux rôles des pouvoirs publics est de définir les règles de base et les cadres institutionnels qui reflètent l'intérêt du public et envoient aux entreprises, aux chercheurs du secteur public et aux établissements publics de recherche les signaux d'incitation qui conviennent. Pour y parvenir et mettre au point des cadres d'action cohérents, une collaboration est nécessaire entre les pouvoirs publics, les ministères de la recherche et les entreprises.

La politique de commercialisation ne doit pas être circonscrite aux bureaux de transfert de technologie des universités et des EPR. Dans la majorité des pays, les organismes officiels et les responsables de l'action publique continuent de privilégier la commercialisation via le dépôt de brevets et l'octroi de licences. Or, ces deux activités sont peu fréquentes dans la plupart des universités et des EPR. D'autres canaux de commercialisation occupent une place importante – recherche collaborative public-privé, mobilité des étudiants et du personnel enseignant, contrats de recherche, prestation de services de conseil par le personnel enseignant et entrepreneuriat étudiant.

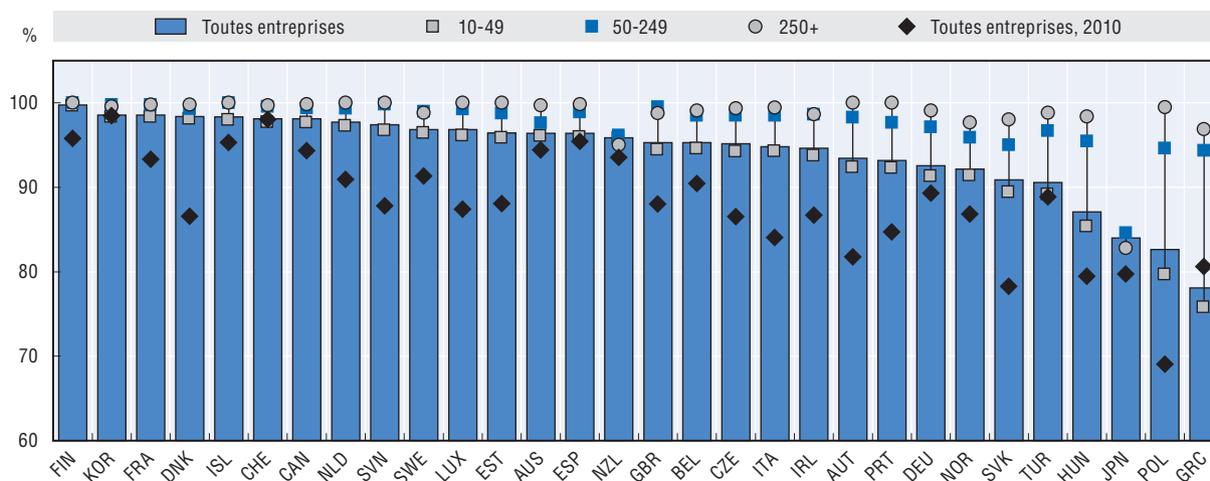
Parce que de nombreuses organisations intermédiaires ont fait leur apparition en tant que canaux de commercialisation, les pouvoirs publics peuvent apporter leur aide en mettant en évidence les bonnes pratiques et en diffusant des informations à leur sujet.

Du fait notamment de l'existence de la technologie numérique, les pouvoirs publics jouent un rôle de plus en plus important en mettant au point des cadres juridiques qui permettent d'améliorer l'accès aux travaux et aux données de la recherche scientifique, ainsi que leur utilisation.

5.5 Les TIC, les « données massives » et l'internet ouvert

La quasi-totalité des entreprises fonctionnent aujourd'hui avec l'aide des TIC. En 2014, 95 % des entreprises des pays de l'OCDE étaient équipées d'une connexion à haut débit (graphique 3.13), quoique la situation soit très contrastée dans les petites entreprises (graphique 5.3). En 2014, plus de 75 % de l'ensemble des entreprises de la zone OCDE possédaient un site web ou une page d'accueil, contre 70 % environ en 2009. S'agissant de l'accès au haut débit, la présence sur le web est plus faible parmi les PME. Le rythme d'adoption dépend dans certains cas du taux d'adoption préalable. Il a fallu 15 à 20 ans à un peu plus de 75 % des entreprises pour créer un site web, mais seulement quelques années à environ 30 % des entreprises pour devenir actives sur les réseaux sociaux.

Graphique 5.3. **Connectivité haut débit selon la taille des entreprises, 2010 et 2013**
Pourcentage d'entreprises par classe de taille (effectifs)



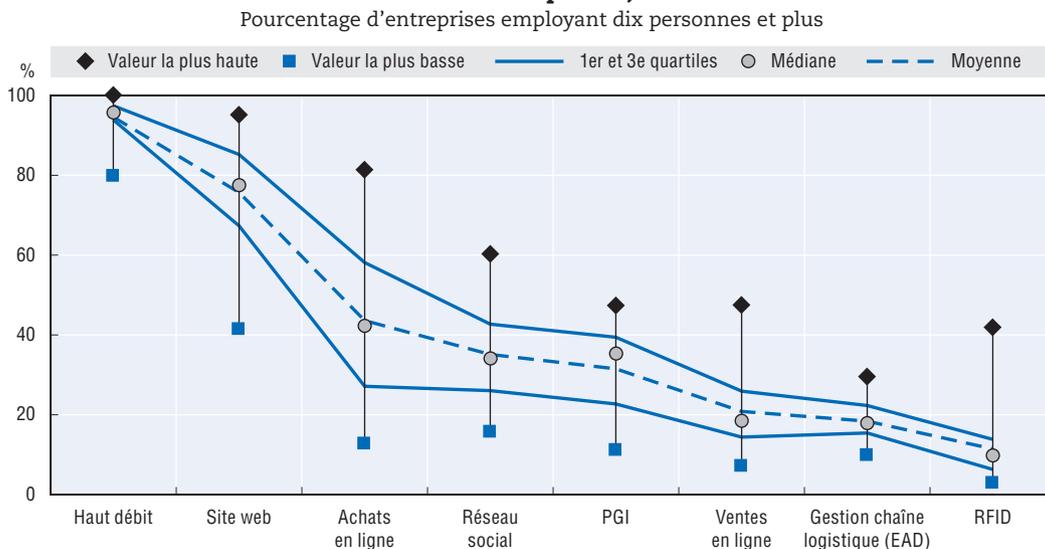
Source : OCDE (2014e), *Measuring the Digital Economy*, Éditions OCDE, Paris, <http://dx.doi.org/10.1787/888933148520>.

Dans la plupart des cas, la présence sur le web est toujours utilisée comme une vitrine pour fournir des informations sur l'entreprise. Les chiffres de la participation au commerce électronique sont en fait nettement moins élevés. Dans les pays de l'OCDE ayant participé à l'étude, 21 % en moyenne des entreprises de dix salariés au moins ont reçu des commandes électroniques, ce qui représente une hausse de 4 points de pourcentage par rapport à 2009 (graphique 5.4). Les différences entre les pays n'en demeurent pas moins considérables et reflètent les écarts existant en ce qui concerne le pourcentage de petites entreprises. Pour les entreprises de 250 salariés ou plus, la pratique du commerce électronique concerne environ 40 % d'entre elles ; même dans certains pays moins développés, le pourcentage dépasse 30 %. L'utilisation de TIC plus perfectionnées est également moins fréquente. Cela concerne les applications utilisées pour gérer les flux d'informations – dont la mise en œuvre impose aux entreprises des changements d'organisation –, et la radio-identification (RFID), dont la diffusion est limitée à certains types d'activité.

Le niveau élevé d'adoption des TIC dans l'ensemble de l'économie montre l'importance qu'a acquise progressivement la technologie – une importance de plus en plus grande également au regard de l'innovation. Les progrès réalisés dans le domaine de la transmission des informations ont souvent servi de base à l'innovation. Ainsi,

la découverte du télégraphe au XIX^e siècle a rendu les réseaux ferroviaires plus performants car la rapidité des communications sur l'état des voies ferrées permettait de faire circuler plusieurs trains sur la même voie. Ensuite, le développement de la théorie de l'information dans la première moitié du XX^e siècle a offert la possibilité de traiter les données de façon homogène. Par la suite, la mise au point des circuits intégrés à base de silicium, contenant des milliards de transistors, a permis d'appliquer la théorie de l'information à une échelle jusque-là inimaginable. Les nouvelles technologies des communications ont joué un rôle capital dans la réalisation du potentiel d'innovation de la technologie de l'information. À l'heure actuelle, les deux volets vont de pair, et « TIC » est devenu un acronyme quasi-universel. Aux États-Unis, quelque 55 % du capital-risque est investi dans des entreprises produisant des biens et des services ayant trait aux TIC. Au cours des vingt dernières années, ce pourcentage a atteint en moyenne les 60 %, une grande partie des 40 % restants étant liés indirectement aux TIC.

Graphique 5.4. Diffusion d'une sélection d'outils et d'activités des TIC dans les entreprises, 2014



Note : PGI = progiciel de gestion intégrée ; EAD = échange automatique de données.

Source : OCDE (2015a), *Perspectives de l'économie numérique de l'OCDE 2015*, Éditions OCDE, Paris, <http://dx.doi.org/10.1787/888933224847>.

Dans la plupart des pays de l'OCDE, les industries de l'information⁶ représentent 20 à 25 % des dépenses totales de R-D des entreprises (DIRDE) (OCDE, 2014e). Le pourcentage est de 30 à 50 % en Corée, aux États-Unis, en Finlande, en Israël et au Japon. On estime que dans la zone OCDE, 70 % des entreprises du secteur des TIC réalisent des innovations, contre 50 % en moyenne pour l'ensemble des entreprises (OCDE, 2014e). À l'heure actuelle, une grande partie de l'innovation réalisée dans les TIC vise à : rendre les données disponibles au moyen de l'amélioration des capteurs ; transmettre ces données à l'aide de diverses technologies de communication en réseau ; stocker les données dans le nuage ; analyser les données massives ; définir des actions à l'aide de l'apprentissage automatique ; communiquer au sujet de ces actions ; enfin, donner suite à ces actions par une amélioration des mécanismes de commande (ces mécanismes permettent une modification de l'état physique et se présentent sous différentes formes, des lasers aux buses d'encre, en passant par les complexes valves à fluide magnétique).

L'un des rôles joués par les TIC au regard de l'innovation est qu'elles facilitent la diffusion des connaissances. Dans certains domaines universitaires comme la physique, les mathématiques et la biologie, la quasi-totalité des travaux scientifiques sont d'abord diffusés sous forme de prépublications sur le site *www.arXiv.org*. Chaque jour, pas moins de 7 000 travaux y sont prépubliés. Le site arXiv.org fut l'un des premiers exemples d'évolution de la science vers l'accès libre (voir plus haut dans le présent chapitre la section relative à la science ouverte). Les TIC ont en outre favorisé une rapide internationalisation de la recherche. Pour citer un exemple, en 1998, seuls quelques pays enregistraient plus de 10 000 collaborations internationales ; en 2011, ce niveau de collaboration était courant dans les pays développés⁷. Un autre exemple du rôle des TIC dans la diffusion des connaissances est le fait qu'un grand nombre d'universités publient leurs cours en ligne. Si les effets de cette mise à disposition des cours à grande échelle sont encore difficiles à déterminer, on sait que cette formule pourrait bien révolutionner l'enseignement supérieur. Voir dans l'encadré 5.2 ci-après des exemples de l'impact des TIC sur la société.

Encadré 5.2. Exemples d'innovations dans les TIC ayant un impact sur la société

Dans le secteur de l'agriculture, les TIC deviennent aujourd'hui indispensables. La production de lait s'effectue de plus en plus dans des exploitations automatisées. Les robots chargés de l'alimentation, de la traite et du nettoyage des vaches peuvent changer le fonctionnement d'une ferme, ces tâches étant effectuées selon le rythme de chaque vache, et non selon l'emploi du temps de l'agriculteur. Les données issues de la géolocalisation permettent une distribution optimale des engrais et des pesticides dans les différents champs. Les serres équipées de capteurs contrôlent les cultures mais peuvent aussi, grâce aux TIC, être utilisées à part entière pour la production d'énergie. Aux Pays-Bas, les serres sont, depuis 1994, intégrées au marché de la production d'énergie ; leurs systèmes de production combinée de chaleur et d'électricité génèrent de la chaleur et du dioxyde de carbone (CO₂), propices à la croissance végétale. Ces systèmes permettent de réduire jusqu'à 20 % les coûts de la production végétale (Koolwijk et Peeters, 2011).

Dans les transports, les véhicules actuels comprennent un ensemble de 80 à 200 capteurs et processeurs. Des fonctions comme la gestion du moteur, le freinage antiblocage et la régulation antipatinage sont assurées grâce au traitement des informations. Sans les TIC, les véhicules ne seraient pas aussi sûrs ni efficaces qu'ils le sont aujourd'hui. Quant aux véhicules dotés de la conduite automatisée, ils offrent la promesse d'un niveau d'efficacité et de sécurité supérieur, ainsi que d'une autonomie accrue pour les handicapés et les personnes âgées. Des voitures autonomes devraient être commercialisées par Nissan et Audi d'ici à 2017.

Les applications TIC avec géolocalisation qui sont intégrées aux voitures et appareils mobiles rendront les réseaux de transport beaucoup plus efficaces et permettront de réaliser d'importantes économies en termes de temps de transport et d'émissions de CO₂. TomTom, par exemple, fabricant de matériels et logiciels de navigation de premier plan, a recueilli plus de 9 000 milliards de points de données à l'aide de ses appareils de navigation et d'autres sources. Ces données renseignent sur l'heure, la localisation, la direction et la vitesse de déplacement des différents utilisateurs, dont l'identité reste secrète. Chaque jour, 6 milliards de points de données sont collectés. Après analyse, les données recueillies sont réinjectées par TomTom dans ses appareils de navigation afin d'informer les conducteurs des conditions de circulation (actuelles et prévues). Grâce à ce système, d'importants gains de temps et une forte réduction de la congestion ont été obtenus, notamment dans les villes. On estime en fait que la compilation de données personnelles de géolocalisation à l'échelle mondiale augmente de 20 % par an depuis 2009. D'ici à 2020, cette masse de données pourrait rapporter 500 milliards USD au niveau mondial sous forme de gain de temps et d'économie de carburant, ou se traduire par une réduction de 380 mégatonnes (millions de tonnes) des émissions de CO₂ (TomTom, 2014). Les données recueillies sont également utilisées par les pouvoirs publics pour mieux comprendre les effets des aménagements de l'infrastructure (envisagés ou réalisés) sur les flux de circulation.

Les possibilités offertes par les TIC ont également modifié les modèles économiques. Pour citer un exemple, les micro-multinationales – c'est-à-dire des entreprises de taille moyenne qui, malgré leur taille, ont des activités dans le monde entier – sont aujourd'hui très répandues. Ces entreprises ont parfois des salariés et des collaborateurs indépendants qui, grâce aux TIC, travaillent pour elles sur les mêmes projets où que ce soit dans le monde. Les plateformes prenant en charge les TIC (comme par exemple Kickstarter, Indiegogo et Quirky) ont également permis aux créateurs d'entrer en relation avec des clients et des investisseurs potentiels. En obtenant instantanément un retour sur leurs inventions – par l'intermédiaire des dons et des commentaires des clients potentiels –, les créateurs se font une idée du succès potentiel de leurs produits. Au sein de la zone OCDE, 77 % des entreprises possèdent un site web, et quelque 21 % vendent leurs produits en ligne (OCDE, 2014e). Plus de 80 % des entreprises utilisent les services d'administration électronique, et dans certains pays (comme les Pays-Bas), toutes les sociétés doivent effectuer leur déclaration fiscale en ligne. Les consommateurs, eux aussi, poussent les entreprises à changer leur mode de fonctionnement : au Danemark, aux Pays-Bas et au Royaume-Uni, 77 % des consommateurs font leurs achats en ligne (OCDE, 2014e).

5.6. L'analyse des « données massives »

Le nombre croissant de transactions informatisées et l'accélération de la migration des activités sociales et économiques vers l'internet ont entraîné la production d'un volume énorme de données (numériques), appelées généralement « données massives ». Ces données sont aujourd'hui exploitées par les organisations – souvent en faisant preuve d'une grande créativité – pour lancer des innovations dans le domaine des produits, des processus, des modes d'organisation et des marchés. Les données et leur analyse sont devenues un moteur de l'innovation. Leur exploitation a déjà procuré à de nombreuses entreprises une importante valeur économique, et ce n'est qu'un début. Une série d'études montrent que l'utilisation de l'analyse des données peut accroître la productivité des entreprises de 3 à 13 % (Brynjolfsson, Hitt et Kim, 2011 ; Bakhshi, Bravo-Biosca et Mateos-Garcia, 2014 ; Tambe, 2014). Selon certaines estimations, le marché mondial des technologies et services générateurs de données massives se chiffrerait à 17 milliards USD en 2015, avec un taux de croissance annuelle de 40 % en moyenne depuis 2010 (IDC, 2012).

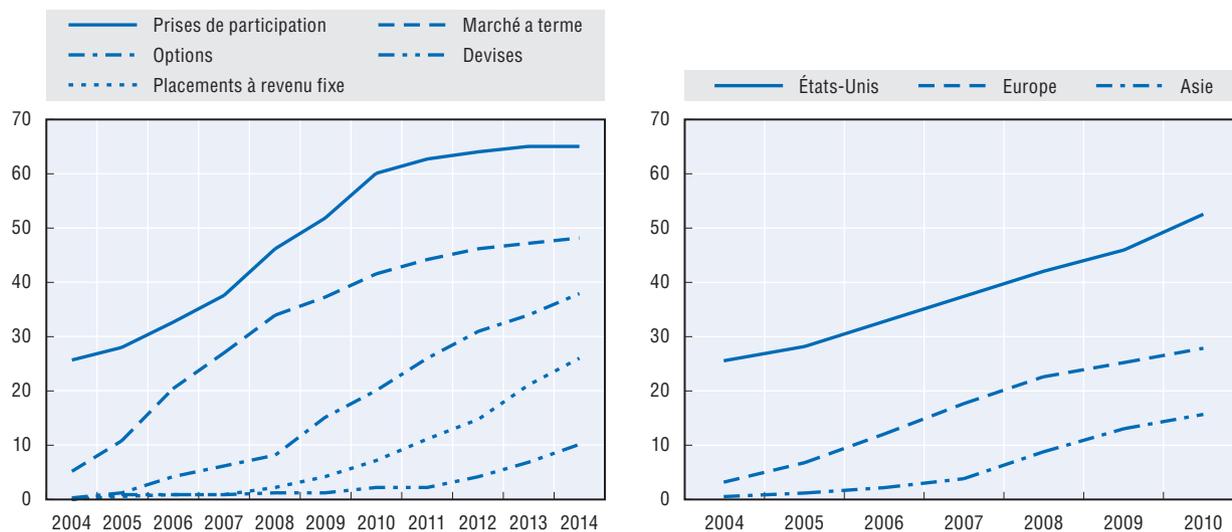
Sur l'ensemble des données stockées par les entreprises, 50 à 85 % peuvent être des données non structurées (Shilakes et Tylman, 1998 ; Russom, 2007). Grâce à la fonction d'analyse, il est possible d'extraire de façon rentable des informations à partir de sources de données non structurées telles que des documents texte et des messages électroniques, des vidéos, des images et des bandes audio. L'analyse des données permet en outre aux organisations de prendre leurs décisions sur la base de données fournies (quasiment) en temps réel. Pour les entreprises, cela signifie un raccourcissement des délais de commercialisation, ainsi que des avantages liés à l'antériorité de la mise sur le marché. Pour les pouvoirs publics, cela peut se traduire par l'élaboration d'une politique en temps réel étayée par des éléments concrets (Reimsbach-Kounatze, 2014).

L'utilisation croissante de données et de leur analyse par les organisations s'accompagne d'un changement dans le processus décisionnel des entreprises, qui s'appuie dorénavant davantage sur la corrélation que sur les relations de causalité. S'agissant par exemple de Wal-Mart, l'entreprise peut décider de modifier l'emplacement de ses produits dans ses magasins en s'appuyant sur la corrélation entre la disposition de ses produits et les

achats qui sont effectués, mais sans être obligée de comprendre *pourquoi* cette modification aura des effets sur le comportement des consommateurs. Comme l'explique Anderson (2008) : « Qui sait pourquoi les gens font ce qu'ils font ? L'important est qu'ils le font, et que nous sommes en mesure de l'observer et de le mesurer avec une précision sans précédent. » Anderson (2008) a même été jusqu'à remettre en question l'utilité de la modélisation à une époque où des volumes énormes de données sont recueillis, et où les machines parviennent à mettre en évidence parmi de vastes bases de données des tendances complexes qui resteraient sinon invisibles aux yeux des chercheurs.

L'analyse des données permet par ailleurs de créer des systèmes autonomes, qui utilisent des algorithmes d'apprentissage automatique pour améliorer les performances à chaque série de données analysées. Compte tenu des énormes volumes de données disponibles un peu partout, ces systèmes sont aujourd'hui très répandus. Ils peuvent effectuer un nombre toujours plus grand de tâches qui nécessitaient auparavant une intervention humaine. La voiture sans chauffeur de Google est un exemple de ce potentiel. Les nombreux capteurs (y compris les caméras et systèmes radar) dont est équipé ce véhicule collectent des données qui sont combinées avec celles provenant de Google Maps et Google Street View (points de repère, panneaux de signalisation et feux de circulation). Un autre exemple est celui des systèmes d'échanges automatiques ou algorithmiques, avec lesquels les valeurs boursières sont achetées et revendues en l'espace de quelques fractions de seconde. Aux États-Unis, cette forme d'échange représenterait plus de la moitié de l'ensemble des transactions commerciales (graphique 5.5).

Graphique 5.5. Part des échanges algorithmiques dans le total des transactions commerciales



Note : 2013-14, d'après des estimations.

Source : Calculs effectués par l'OCDE d'après *The Economist* (2012), « High-frequency trading: The fast and the furious », www.economist.com/node/21547988, et Aite Group (2012), *The Next Generation of Execution Consulting Services: Leveraging Technology to Build Relationships*.

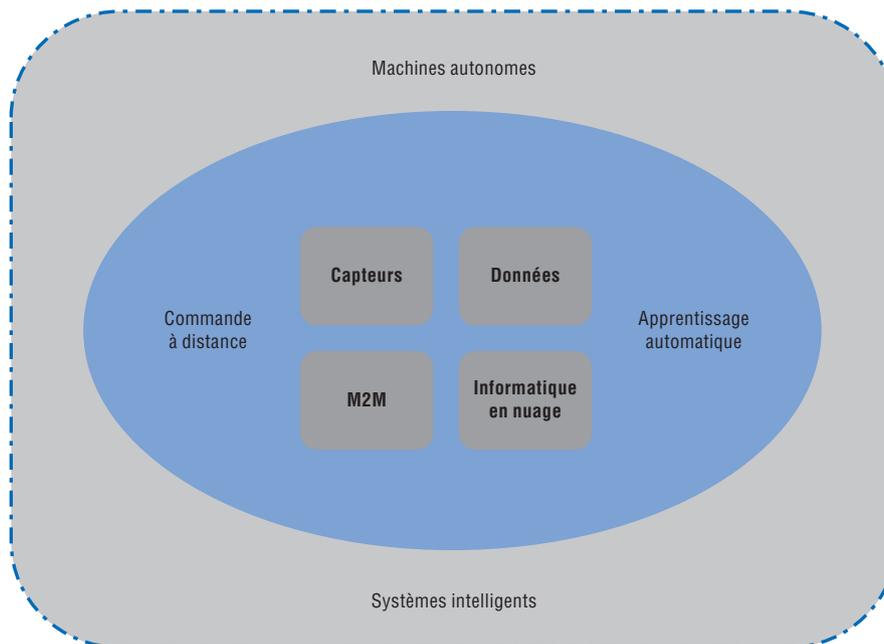
5.7. L'internet des objets

En 2012, l'OCDE estimait qu'une famille moyenne avec deux adolescents possédait dans son foyer dix appareils connectés à l'internet (OCDE, 2013b). En 2022, il pourrait y avoir jusqu'à 50 appareils par foyer, soit un total de 14 milliards dans l'ensemble de la zone

OCDE. Selon les estimations publiées par Ericsson, Cisco et Intel, le nombre d'appareils connectés à l'internet pourrait atteindre les 50 milliards d'ici vingt ans. C'est ce que l'on appelle l'internet des objets.

Ce phénomène a également un lien avec les progrès réalisés dans d'autres branches des TIC, en particulier les données massives, l'informatique en nuage, la communication entre machines (M2M), ainsi que les capteurs et mécanismes de commande de pointe. L'association de l'informatique en nuage et de l'analyse des données massives permet de créer des applications d'apprentissage automatique plus élaborées. L'association des machines et systèmes télécommandés et de l'apprentissage automatique permet d'obtenir des machines et des systèmes de plus en plus autonomes (graphique 5.6). Les avantages économiques de l'internet des objets peuvent se manifester sous la forme d'un surplus pour le consommateur, de nouvelles recettes et d'une croissance plus élevée du PIB à mesure que les technologies sont commercialisées, et enfin d'une productivité accrue de l'entreprise (par exemple grâce aux nouvelles stratégies d'optimisation des processus et de maintenance préventive) (McKinsey & Company, 2013).

Graphique 5.6. **Principaux éléments de l'internet des objets**

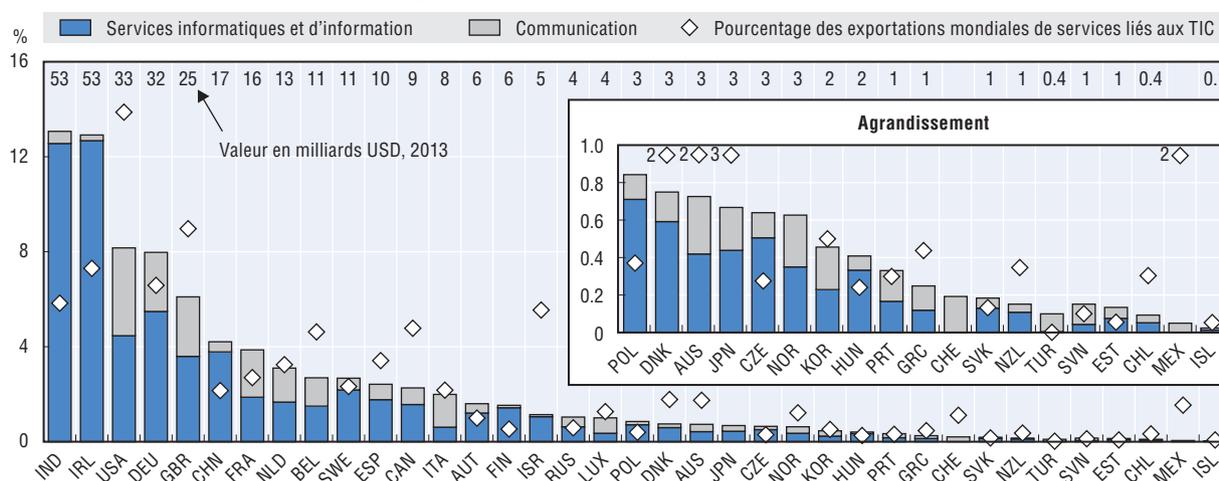


L'objectif de nombreuses innovations proposées dans le secteur des TIC est le développement de machines autonomes. Nous citerons comme exemples récents les feux de circulation de Londres – qui fonctionnent avec des algorithmes d'apprentissage automatique –, le thermostat intelligent NEST, les voitures à conduite automatisée, ainsi que les entrepôts entièrement automatisés et autogérés. Certains services disponibles sur les *smartphones* (comme par exemple Google Now et Siri d'Apple) apportent la démonstration des possibilités offertes par l'apprentissage automatique et les systèmes autonomes (notamment lorsqu'ils utilisent les conditions de circulation actualisées pour avertir l'utilisateur qu'il est temps de partir à son rendez-vous). Ces systèmes deviendront de plus en plus perfectionnés, et leurs effets se feront sentir dans un nombre toujours plus grand de secteurs de l'économie.

5.8. La nécessité d'un internet ouvert

Un internet ouvert et accessible, ainsi que des infrastructures fixes et mobiles à haut débit sont essentiels. L'innovation que représente l'internet, avec sa liberté d'accès, sa connectivité de bout en bout et son absence de « gardiens », a fourni à des entreprises comme Google, Skype, eBay, Hotmail et Alibaba un environnement dans lequel elles peuvent expérimenter et améliorer leurs idées. En plus de permettre l'échange de données, d'informations et de connaissances, l'internet ouvert stimule la concurrence au niveau mondial en offrant aux utilisateurs la possibilité de faire une sélection parmi plusieurs prestataires de services. Les utilisateurs de l'internet peuvent ainsi choisir leur fournisseur d'accès, leur navigateur et de nombreux autres critères (Clark, 2012). Un internet ouvert facilite en outre la mise en place et la gestion des chaînes de valeur mondiales (CVM), qui permettent de plus en plus aux entreprises de répartir leurs systèmes de production et leurs chaînes logistiques entre différents pays. Par ailleurs, de nombreuses économies sont étroitement associées à l'internationalisation des services liés aux TIC. Des pays comme l'Allemagne, le Canada, les États-Unis, la France, l'Irlande, le Japon, les Pays-Bas et le Royaume-Uni – pour n'en citer que quelques-uns – occupent une place particulièrement importante en ce qui concerne l'hébergement de services web et de centres de données, ainsi que les exportations de services liés aux TIC (graphique 5.7).

Graphique 5.7. L'OCDE et les grands exportateurs de services liés aux TIC, 2000 and 2013



Source : OCDE (2014e), *Measuring the Digital Economy*, <http://dx.doi.org/10.1787/888933148882>, d'après UNCTADstat, <http://unctad.org/en/Pages/Statistics.aspx>, juin 2013.

Les entraves à l'ouverture de l'internet peuvent avoir d'importantes répercussions sur le plan économique. Certains des obstacles à la libre circulation des données résultent – intentionnellement ou non – des mesures limitant l'ouverture de l'internet. Ces mesures peuvent être des dispositifs techniques (visant pour certains à optimiser le flux des données pour des besoins particuliers) – comme par exemple le filtrage des paquets IP –, ou des exigences en matière de « localisation des données » – que ce soit par la restriction territoriale du trafic de l'internet ou l'obligation légale d'implanter les serveurs sur les marchés locaux. Dans d'autres cas, les mesures visant à protéger les valeurs d'intérêt public – via la réglementation de la sécurité et de la protection de la vie privée – peuvent aussi avoir des incidences sur l'ouverture de l'internet. Les conséquences sociales et économiques de la limitation de l'ouverture de l'internet ne sont toujours pas connues, d'où la nécessité d'une analyse approfondie.

Nombreux sont les pays qui souhaitent trouver un accord sur la méthode à adopter pour préserver le caractère ouvert et dynamique de l'internet. La Réunion de l'OCDE à haut niveau sur l'économie internet, qui s'est tenue les 28 et 29 juin 2011, a abordé la question de l'ouverture de l'internet, ainsi que celle de la méthode à adopter pour assurer la pérennité de la croissance et de l'innovation de l'économie internet. Le projet de communiqué qui a été diffusé à l'issue de la réunion a servi de base à la *Recommandation du Conseil sur les principes pour l'élaboration des politiques de l'internet* (OCDE, 2011b). Ce communiqué énonce les principes de base devant guider l'élaboration des politiques à l'égard de l'internet qui, s'ils sont respectés, permettront de faire en sorte que l'internet demeure une plateforme ouverte et dynamique au service de l'innovation et de la croissance. Quelques-uns des principaux messages relatifs aux TIC, aux données massives et à l'internet sont résumés ci-après.

Principaux messages de fond relatifs aux TIC, aux données massives et à l'internet des objets

Tout en étant au cœur d'importantes innovations, l'utilisation des données et leur analyse entraînent des défis majeurs sur le plan économique et sociétal, auxquels les pouvoirs publics doivent s'efforcer de répondre. L'un de ces défis consiste à faciliter l'innovation fondée sur les données par les actions suivantes :

- Stimuler l'investissement dans le haut débit, l'infrastructure intelligente et l'internet des objets, mais aussi dans les données et leur analyse, en mettant plus particulièrement l'accent sur les PME et les services à forte valeur ajoutée (autrement dit l'analyse des données et les services fondés sur les données). Cela inclut également l'investissement dans la R-D.
- Encourager l'innovation fondée sur les données dans le secteur public, notamment la santé, la science et l'éducation. Les questions de fond spécifiques à chaque domaine doivent en outre être examinées car de grandes différences peuvent exister à cet égard entre les différents domaines d'action.
- Comme cela est préconisé ailleurs dans le présent rapport, des conditions-cadres doivent être mises en place à l'intention des entreprises pour encourager les changements organisationnels ainsi que l'entrepreneuriat dans les secteurs public et privé.
- Promouvoir les qualifications et les compétences dans le domaine de l'analyse des données : les spécialistes du traitement des données ne représentent que 0.5 % environ du total des emplois dans la plupart des pays de l'OCDE. Le manque de compétences est un obstacle fréquent pour la mise en œuvre de l'innovation fondée sur les données. Des compétences spécifiques à certains domaines sont également requises pour prendre des décisions avisées à partir des données, ainsi que pour repérer les possibilités d'innovation que présentent les données.
- Éliminer les obstacles superflus au développement de l'internet des objets. Parce que cette forme de l'internet touchera à l'avenir de très nombreux aspects de la société, un grand nombre de règles et de réglementations devront être révisés. Les dispositions relatives aux réseaux et aux services de télécommunications (numérotation), aux services de santé électroniques (certification, indemnisation des médecins), aux transports (véhicules avec conduite automatisée, avions télécommandés, réglementation des services de taxi), au bâtiment (normes de construction, économies d'énergie) et à de nombreux autres secteurs devront peut-être être actualisées.

D'un autre côté, les pouvoirs publics doivent travailler en collaboration avec les autres parties prenantes pour préserver la caractère ouvert de l'internet, et prendre des mesures pour mieux comprendre les conséquences économiques et sociales des éléments faisant obstacle à l'ouverture de l'internet. Les pouvoirs publics doivent donc relever les défis suivants :

- **Préserver le caractère ouvert de l'internet et promouvoir la libre circulation des données au sein d'un écosystème mondial, afin de faciliter l'innovation fondée sur les données.** Cela consiste notamment à encourager le partage des données et à promouvoir l'accès libre à ces données – de même que

Principaux messages de fond relatifs aux TIC, aux données massives et à l'internet des objets (suite)

l'interopérabilité des services fondés sur les données – en mettant en place des normes et des interfaces de programmation d'application (API) ouvertes. Cela inclut également l'amélioration de la portabilité des données entre les applications.

- **Encourager la coopération entre un grand nombre de parties prenantes.** Les processus faisant intervenir un grand nombre de parties prenantes ont montré qu'ils apportaient la souplesse et l'adaptabilité générale qui est requise pour relever les défis pratiques ayant trait à l'internet.
- **Répondre aux préoccupations des individus concernant les préjudices causés par les violations de la vie privée.** L'innovation fondée sur les données peut porter préjudice aux valeurs fondamentales de la société, à savoir l'autonomie, l'égalité et la liberté d'expression. Les principaux moyens à utiliser pour répondre aux préoccupations des individus sont les suivants : accroître la transparence du traitement des données ; promouvoir un usage responsable des données personnelles et une protection efficace de la vie privée ; enfin, encourager la gestion des risques d'atteinte à la vie privée. La tâche la plus difficile pour les pouvoirs publics est de fixer les limites juridiques et pratiques entre les cas où un usage responsable des données est de mise, et ceux où une automatisation des décisions est autorisée.
- **Répondre aux inquiétudes concernant l'appropriation des retours sur investissement dans le cadre de l'innovation fondée sur les données.** Une adaptation des droits de propriété intellectuelle (DPI) peut être nécessaire pour permettre dans certains cas le partage des données, notamment parce que le concept de propriété des données n'est pas clair. D'autres mécanismes d'incitation comme les régimes de protection du droit d'auteur (par exemple les licences de *Creative Commons* et celles attribuées aux logiciels libres) et les citations de données obligatoires dans les publications doivent être explorés plus avant.
- **Évaluer la concentration du marché et les obstacles à la concurrence.** L'innovation fondée sur les données risque de remettre en question les modalités traditionnelles d'exercice de la concurrence. Il convient donc d'approfondir la réflexion sur la définition des marchés pertinents ainsi que sur l'évaluation du degré de pouvoir qui s'y exerce et de préjudice que les atteintes à la vie privée sont susceptibles de porter au consommateur. La cohérence de l'action publique passe en outre par la promotion du dialogue entre les autorités de réglementation – en particulier celles chargées de la concurrence, de la protection de la vie privée et des consommateurs – afin que : i) le préjudice pouvant être porté au consommateur du fait des données recueillies soit pris en compte ; ii) l'application des règles de protection de la vie privée, et de contrôle des pratiques anticoncurrentielles et des fusions donne lieu à des synergies ; et iii) les entreprises soient davantage incitées à faire le maximum et à investir dans les biens et services qui protègent la vie privée et ceux qui présentent un niveau de sécurité renforcé à cet égard.
- **Améliorer le système de mesure afin d'empêcher l'érosion de la base d'imposition.** L'écosystème mondial de données met à l'épreuve la capacité des autorités fiscales à déterminer où ont lieu les activités économiques imposables. Le fait d'améliorer le système de mesure permettra de déterminer la valeur économique des données qui sont recueillies et de localiser les activités en question.
- **Promouvoir une culture de gestion des risques numériques au sein de la société.** L'ouverture et l'interconnectivité de l'écosystème de données remettent en cause l'applicabilité du modèle traditionnel de la sécurité numérique, qui repose sur la fermeture de l'environnement numérique. Une approche moderne de la sécurité numérique, reposant sur la gestion des risques, doit être adoptée.

5.9. Les droits de propriété intellectuelle et l'innovation

En quoi la propriété intellectuelle est-elle importante pour l'innovation ? La justification économique des droits de propriété intellectuelle (DPI) est qu'il est dans l'intérêt à long terme de tout un chacun que les individus et les entreprises créant du savoir possèdent des droits opposables et bien définis qui empêchent à des tiers de s'approprier leurs inventions

et leurs créations – ou l’expression de ces créations – sans leur autorisation. Faute de restrictions à l’appropriation des inventions et des créations par un tiers, le rendement de l’investissement dans l’innovation diminuera, et avec lui l’incitation à investir.

La propriété intellectuelle est aujourd’hui omniprésente. Il y a peu de temps encore, les dispositifs de protection concernaient surtout quelques secteurs bien précis tels que les produits pharmaceutiques et les créations artistiques, mais la propriété intellectuelle couvre désormais toute l’économie et s’applique à un large éventail de secteurs et de produits. À l’heure actuelle, un téléphone portable peut faire l’objet de pas moins de 3 000 brevets différents. Les progrès technologiques comme la numérisation et l’internet ont amené les consommateurs à être en contact plus direct et plus fréquent avec la législation sur le droit d’auteur, car ces technologies permettent de créer, reproduire et diffuser les contenus plus facilement, plus rapidement et de façon plus économique. Les DPI sont donc devenus une forme d’encadrement très répandue, dont les effets sur l’innovation sont nombreux.

Par le passé, les entreprises qui recouraient à la propriété intellectuelle avaient tendance à utiliser plus fréquemment une forme de protection en particulier et, lorsqu’elles détenaient plusieurs formes de propriété intellectuelle, celles-ci pouvaient être utilisées pour des aspects très différents de leur activité commerciale. Ainsi, les entreprises du secteur des médias pouvaient détenir presque exclusivement des droits d’auteur, tout en conservant également quelques marques. De nos jours, les entreprises utilisent plus couramment un ensemble varié de DPI. À titre d’exemple, un logiciel maison utilisé pour la conception et la fabrication d’un produit – chose courante dans les grandes entreprises – est généralement protégé par le droit d’auteur, alors que le produit qui en résulte peut être protégé par un brevet, une marque ou, là encore, le droit d’auteur. De fait, les données recueillies montrent que les entreprises du monde entier utilisent de plus en plus une combinaison de brevets, de marques et de modèles industriels.

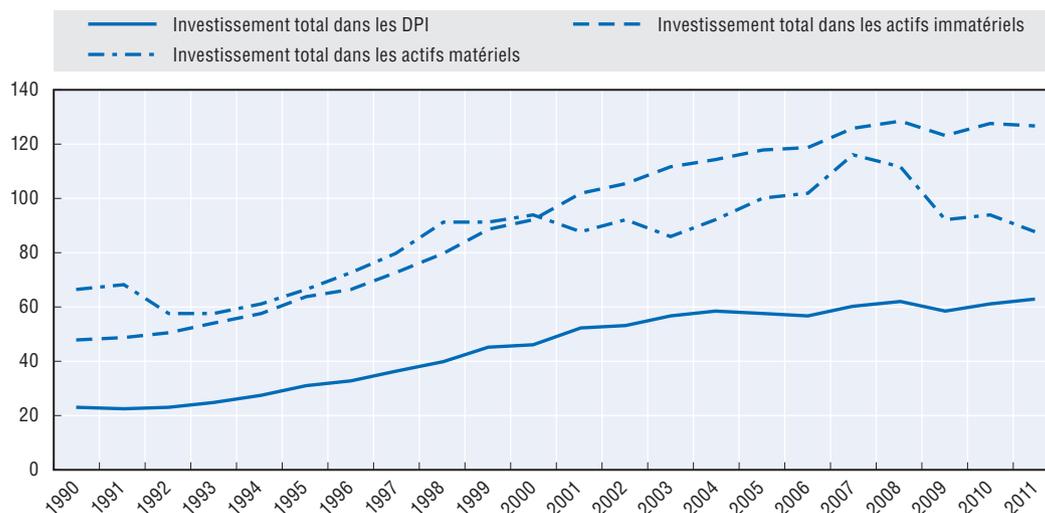
Lorsque l’on observe les données relatives au rôle économique global de la propriété intellectuelle, trois grands constats se dégagent : l’importance économique de la propriété intellectuelle augmente au fil du temps ; l’investissement dans les actifs protégés par la propriété intellectuelle s’est maintenu durant la crise économique ; enfin, l’investissement connaît une hausse beaucoup plus rapide dans les actifs immatériels que dans les actifs matériels (voir aussi OCDE, 2015b). Le graphique 5.8 apporte par exemple la confirmation de ces trois constats.

Le droit d’auteur et le secret d’affaires jouent un plus grand rôle que certains n’auraient pu le penser. Ils peuvent en fait, à certains égards, représenter les formes de propriété intellectuelle les plus importantes économiquement parlant. Au Royaume-Uni, l’investissement dans les œuvres protégées par le droit d’auteur a plus augmenté que l’investissement dans les actifs couverts par toute autre forme de protection de la propriété intellectuelle (à l’exception éventuellement du secret d’affaires), et a plus que triplé – en valeur nominale – entre 1990 et 2011. En 2011, toujours au Royaume-Uni, le poste de loin le plus élevé de l’investissement dans les actifs protégés par la propriété intellectuelle était celui des œuvres protégées par le droit d’auteur, qui recueillait plus du double des sommes investies dans les marques et les modèles non enregistrés, et presque cinq fois plus que les montants investis dans les brevets (Goodridge, Haskel et Wallis, 2014). Aux États-Unis, le droit d’auteur a eu relativement plus d’impact sur l’emploi que les autres formes de propriété intellectuelle. De 1990 à 2011, les créations d’emplois ont été nettement plus nombreuses dans les secteurs faisant un usage intensif du droit d’auteur que dans ceux utilisant davantage les marques et les brevets. Durant cette période, l’emploi s’est en

effet contracté dans la seconde catégorie de secteurs, et fortement qui plus est dans ceux privilégiant les brevets (Ministère du Commerce des États-Unis, 2012).

Graphique 5.8. **Investissement total du Royaume-Uni dans les actifs matériels et immatériels, y compris la propriété intellectuelle, 1990-2011**

(en milliards GBP, valeur nominale)



Source : D'après Goodridge, Haskel et Wallis (2014), « Estimating UK investment in intangible assets and intellectual property rights », et les données complémentaires fournies par le professeur Goodridge.

Cela dit, la dimension économique du droit d'auteur et du secret d'affaires a plus rarement été étudiée, principalement parce qu'il est moins facile de se procurer des données⁸. Si les données sur le secret d'affaires sont en effet, compte tenu de leur nature, difficiles à obtenir, celles relatives au droit d'auteur pourraient être plus accessibles si des efforts étaient faits dans ce sens. Les pouvoirs publics pourraient par exemple financer des études et des enquêtes pour mettre en évidence les avantages de l'enregistrement du droit d'auteur. Ils pourraient ensuite encourager l'enregistrement volontaire de ce droit par un renforcement des protections fournies en échange. Enfin, ils pourraient également modifier les règles comptables qui s'appliquent aux secteurs créatifs, de manière à faciliter la collecte des données.

Les cadres et les acteurs de la propriété intellectuelle subissent encore les effets d'un certain nombre de bouleversements de grande ampleur, notamment l'émergence de l'informatique en nuage, la croissance de l'internet, la numérisation et la mondialisation. Ces évolutions ont suscité de nouveaux défis au regard de la propriété intellectuelle, par exemple en facilitant la piraterie et l'espionnage industriel. Cela dit, elles ont aussi offert de nouvelles perspectives en permettant à la propriété intellectuelle de stimuler l'invention et la créativité, et de diffuser les œuvres qui en résultent. Les nouveaux modèles économiques et outils de recherche (reposant par exemple sur l'exploration des textes et des données, l'accès libre et les contenus en ligne) offrent ainsi la promesse de stimuler la diffusion.

De nouveaux indicateurs de l'OCDE – comprenant plusieurs indices composites – ont été comparés aux données de l'Office européen des brevets. Les indices composites sont concordants dans le sens où ils montrent que : 1) la valeur technologique et économique moyenne des inventions protégées par brevet s'est effritée au fil du temps, tout au moins jusqu'en 2004 inclus, ce qui peut être dû aux retards de traitement des demandes de brevets et à des comportements stratégiques (tels que les demandes de brevets « à visée défensive ») ;

2) les micro- et nanotechnologies brevetées arrivent en tête pour leur valeur technologique et économique ; et 3) l'Afrique du Sud, l'Australie, le Canada, les États-Unis, la Norvège et le Royaume-Uni sont les pays dans lesquels la valeur économique et technologique moyenne des brevets est la plus élevée (Squicciarini, Dernis et Criscuolo, 2013).

Afin de pouvoir analyser le lien entre la force de la protection des secrets d'affaires dans une économie et les performances de cette économie, l'OCDE a récemment mis au point un indicateur permettant de mesurer l'intensité de cette protection. Appliqué à un échantillon de 37 pays membres et non membres de l'OCDE sur la période 1985-2010, l'indicateur a permis de vérifier s'il y a bien un lien entre la force de la protection des secrets d'affaires d'une part, et l'innovation et sa diffusion d'autre part. Les résultats montrent l'existence d'une corrélation positive et statistiquement significative entre la force de cette protection et les indicateurs relatifs aux ressources d'innovation, ou « intrants » (Lippoldt et Schultz, 2014). Bien que l'on ne soit pas assuré qu'une protection toujours plus poussée produise les mêmes résultats, l'existence de ce lien indique qu'une protection adéquate des secrets d'affaires peut être une option appropriée pour stimuler certains aspects de la performance économique.

Bien que le nombre de modèles industriels contenus dans les applications soit en augmentation, certaines études montrent que les droits associés à ces modèles ne jouent pas un très grand rôle au regard de l'innovation. Selon l'une de ces études, les modèles sont importants pour 85 % des entreprises au Royaume-Uni, mais seulement 4 % d'entre elles utilisent des modèles enregistrés (et pas davantage des modèles non enregistrés). Cela dit, des études plus anciennes indiquaient que les entreprises « utilisant efficacement les modèles » (mais pas nécessairement les droits y afférents) enregistraient des valeurs boursières de 200 % supérieures à celles du marché boursier britannique entre 1994 et 2004 (Design Council, 2005). Le doute existe donc quant à l'efficacité des droits associés aux modèles pour stimuler l'investissement dans les modèles ; des études empiriques complémentaires sont clairement nécessaires dans ce domaine.

Le système des brevets – qui consiste, pour inciter à la publication d'un plus grand nombre d'inventions et à l'amélioration de leur diffusion, à accorder des droits exclusifs – pourrait être plus efficace si certaines dispositions étaient prises pour améliorer à la fois la divulgation et la diffusion des informations. Selon certaines enquêtes, les informations contenues dans les brevets n'en diraient en fait pas très long sur l'innovation concernée. Cela dit, les avis divergent selon les secteurs : ils sont plutôt favorables dans les secteurs des biotechnologies, des équipements médicaux et du matériel informatique, mais moins dans les secteurs des logiciels et de la nanotechnologie. Les points de vue varient également selon la taille des entreprises : les PME ont ainsi quatre fois moins tendance à accorder de l'importance à la divulgation des informations des brevets que les grandes entreprises du secteur manufacturier. Les experts ayant assisté récemment à un atelier de l'OCDE ont émis plusieurs idées pour rendre les obligations d'information plus efficaces, notamment le renforcement des dispositifs de mise en œuvre, l'optimisation de l'actualisation des informations contenues dans les brevets en raccourcissant les délais entre le dépôt et la publication des brevets, et enfin l'amélioration constante de l'accès aux informations en publiant les bases de données de brevets en ligne et en les mettant à disposition librement.

La propriété intellectuelle peut faciliter le financement des entreprises – en particulier des PME – de deux manières. D'une part, elle peut fournir une indication sur la qualité de l'entreprise (à la fois sur le plan technologique et de la gestion), ce qui permet de compenser les asymétries d'information. D'autre part, elle peut, en conférant des droits exclusifs sur

l'utilisation des inventions ou des créations, favoriser la rentabilité, ce qui peut générer des avantages concurrentiels. Si le marché secondaire de la propriété intellectuelle fonctionne bien, les DPI peuvent également être revendus si l'entreprise qui les détient a des difficultés à rembourser ses emprunts. En d'autres termes, la propriété intellectuelle peut servir de garantie pour le financement de la dette. En réalité, de nombreuses études empiriques montrent que les jeunes entreprises à forte croissance qui possèdent des actifs protégés par la propriété intellectuelle reçoivent plus de financements que celles qui en sont dépourvues. Néanmoins, les financements fondés sur la propriété intellectuelle sont largement sous-utilisés, en particulier par les PME, qui pourtant en ont le plus besoin. L'impossibilité de vendre la propriété intellectuelle sur des marchés secondaires en est l'une des raisons. Dans plusieurs pays, les responsables de l'action publique s'efforcent de promouvoir les marchés de la propriété intellectuelle, généralement au moyen de deux approches : i) en favorisant une plus grande transparence sur les droits de propriété intellectuelle et le transfert d'informations par des obligations d'information ou par des mesures visant à rendre plus claires les revendications des brevets (aux États-Unis, par exemple, l'Office des brevets et des marques (USPTO) a renforcé la formation technique des examinateurs de brevets et facilité la contribution d'experts extérieurs à cette formation) ; et ii) en créant de nouvelles infrastructures de marché pour la propriété intellectuelle. Une autre approche possible consiste à atténuer les risques des prêts garantis sur la base de la propriété intellectuelle. Pour ce faire, les organismes publics et les banques de développement peuvent mettre en place des mécanismes de partage des risques. Quelques-uns des principaux messages relatifs aux travaux de l'OCDE sur les DPI et l'innovation sont résumés ci-après.

Principaux messages relatifs aux travaux de l'OCDE sur les DPI et l'innovation

- Globalement, le rôle de la propriété intellectuelle dans l'économie a évolué : alors que c'était auparavant un domaine de niche qui n'intéressait qu'une poignée d'entreprises, son influence s'étend aujourd'hui à un large éventail de produits et de secteurs. En conséquence, la politique relative à la propriété intellectuelle constitue aujourd'hui une condition-cadre essentielle qui a de larges répercussions non seulement sur l'innovation, mais aussi sur divers domaines, tels que les échanges, la fiscalité et la protection des consommateurs.
- Les droits d'auteur sont sans doute le type de propriété intellectuelle dont les performances économiques sont les plus impressionnantes. Ils font l'objet de plus de modifications d'ordre juridique que les autres formes de propriété intellectuelle, et pourtant il existe moins d'études empiriques sur les droits d'auteur que sur les brevets. Il conviendrait d'encourager et de faciliter la collecte et la mise à disposition d'un plus grand nombre de données sur le droit d'auteur pour faciliter l'adoption de mesures avisées dans ce domaine.
- Les petites et moyennes entreprises (PME) créent proportionnellement plus d'emplois que les grandes entreprises, mais il leur est devenu plus difficile de trouver des financements. En facilitant l'obtention de crédit aux détentrices de propriété intellectuelle, on aiderait les PME à créer de l'emploi et à promouvoir l'innovation.
- L'exploitation des avantages économiques des brevets passe par l'amélioration de la diffusion des informations qu'ils contiennent.
- Les travaux liminaires récents effectués par l'OCDE sur les secrets d'affaires font apparaître une corrélation entre la protection du secret d'affaires et l'innovation. Cette question mérite d'être approfondie.

5.10. Les réseaux et marchés du savoir

La notion de « réseaux et marchés du savoir » a été évoquée pour la première fois par l'OCDE dans la version 2010 de la Stratégie pour l'innovation (OCDE, 2010a). Cette expression désigne l'ensemble des systèmes, institutions, relations sociales, réseaux et infrastructures permettant d'échanger des connaissances et les DPI s'y rapportant. Ayant gagné en popularité, elle est aujourd'hui appliquée à toutes sortes d'accords, d'institutions, d'organisations et d'intermédiaires intervenant dans le système d'innovation. Les différentes catégories de réseaux et marchés du savoir se définissent en fonction du rôle qu'ils jouent, à savoir :

- faciliter le transfert des connaissances désincarnées, comme c'est le cas pour les bases de données et les référentiels interrogeables
- fournir des plateformes permettant de trouver des solutions à des problèmes et des difficultés ponctuels (notamment pour décerner des prix de l'innovation ou trouver des consultants pouvant contribuer à de nouveaux projets de R-D)
- résoudre la question de l'appartenance des connaissances non incorporées et du transfert des droits qui y sont associés (les courtiers en actifs immatériels, les communautés et fonds de brevets s'occupent surtout de l'attribution des DPI et de la gestion des créances/dettes associées à ces droits)
- assurer le transfert du savoir incarné
- transformer la nature des connaissances incorporées, dans des biens, ou incarnées, dans des personnes (les organisations de normalisation codifient par exemple le savoir-faire et les bonnes pratiques existant au sein d'une communauté donnée).

Les réseaux et marchés du savoir sont nombreux et variés (l'OCDE [2013c] s'intéresse à un mode de classification possible). La présente section passe brièvement en revue les éléments nouveaux et les défis associés aux cybermarchés du savoir, ainsi qu'aux réseaux et marchés du savoir dans le domaine de la biologie de synthèse.

Les cybermarchés du savoir gèrent des plateformes qui communiquent, mettent en correspondance et échangent des connaissances issues de l'innovation (Dushnitsky et Klueter, 2010). De manière générale, ces marchés sont des entités indépendantes, non affiliées à des détenteurs ou chasseurs de connaissances. Un grand nombre d'entre eux fonctionnent comme des entreprises à but lucratif, mais certains sont gérés comme des initiatives non lucratives, financées à des degrés divers par les abonnements des membres, des cotisations ou autres contributions. Les cybermarchés du savoir présentent des similitudes avec ceux des biens et des services – qui sont, eux, plus connus –, comme par exemple l'ambition de réaliser des économies d'échelle et de gamme.

Dushnitsky et Klueter (2010) ont examiné 30 sites web marchands de renom sur lesquels les détenteurs de connaissances (par exemple, un détenteur de brevet ou un entrepreneur ayant une idée novatrice à exploiter) ont des échanges avec les chercheurs de connaissances (par exemple des preneurs de licence ou investisseurs potentiels). La conclusion de cette étude est que les cybermarchés du savoir ayant trait à la propriété intellectuelle exigent systématiquement des entrepreneurs et des inventeurs qu'ils divulguent leurs inventions et/ou qu'ils paient par avance un droit de participation. Les deux systèmes semblent apporter une solution au problème de l'antisélection (mais leur efficacité en tant qu'incitation à une large participation du marché n'est pas forcément très grande).

Si les cybermarchés du savoir sont susceptibles d'attirer les détenteurs d'inventions de qualité, leur anonymat et leur vitesse de fonctionnement risquent d'entraîner une prédominance des idées médiocres. L'anonymat présente certes des avantages (par exemple, des risques moins importants en cas de divulgation des informations), mais il contribue également à supprimer la dimension de réputation qui crée des liens entre les parties et permet d'instaurer la confiance. Pour être efficaces, les cybermarchés du savoir nécessitent généralement des procédures normalisées permettant de recueillir et de transmettre les informations relatives aux connaissances qui sont obtenues et à celles qui sont proposées. Dans le cas contraire, ils ne pourraient pas proposer leurs services à un coût beaucoup plus bas que les initiatives de recherche individuelles et non coordonnées. À cet égard, les technologies sémantiques qui font leur apparition peuvent jouer un rôle important dans l'organisation et la communication des informations relatives aux connaissances.

Il est important que les responsables de l'action publique s'intéressent à la façon dont les marchés du savoir favorisent le développement des nouvelles technologies génériques prometteuses, en tirant des enseignements de l'expérience menée dans d'autres domaines technologiques (OCDE, 2012c). Pour citer un exemple, le secteur émergent de la biologie de synthèse s'appuie dans une large mesure sur l'ingénierie et l'informatique (OCDE, 2014f). Comme l'ont noté entre autres Torrance et Kahl (2012), la biotechnologie de synthèse nécessite – plus qu'il n'est d'usage dans les autres domaines de la biologie – que l'on tienne compte des normes, de l'interopérabilité et de l'interchangeabilité. Située à l'intersection entre la biotechnologie et les technologies de l'information, la biotechnologie de synthèse peut être confrontée aux mêmes problèmes de propriété intellectuelle que les deux autres domaines. Des spécialistes de la biologie de synthèse ont par exemple indiqué que les chaînes d'ADN étaient comparables au code source, et qu'elles pourraient donc être protégées par le droit d'auteur. Rai et Boyle (2007) doutent cependant qu'il soit pertinent de réclamer une protection du droit d'auteur dans ce domaine, en raison, par exemple, des vastes possibilités de choix d'expression dont on dispose lorsque l'on construit des séquences d'ADN avec des paires de bases qui n'existent pas dans la nature.

Le cybermarché du savoir probablement le plus connu dans le domaine de la biologie de synthèse est celui de la *BioBricks Foundation* (BBF), qui a créé un système d'archivage et d'exploration des composants biologiques standard – la matière première de la biologie de synthèse. Les scientifiques peuvent ainsi consulter le catalogue BioBricks et l'alimenter avec de nouveaux composants répondant aux spécifications de la fondation. BioBricks a également élaboré une norme technique, une plateforme technologique ouverte et un référentiel accessible librement à toute personne souhaitant créer de nouveaux composants biologiques.

Parmi les groupes de normalisation qui se sont formés dans le domaine de la biologie de synthèse, la plupart expriment une préférence pour les normes ouvertes qui sont accessibles à l'ensemble de la communauté. À ce stade précoce du développement, les universitaires jouent un rôle important, et la philosophie du secteur public est relativement visible. La biologie de synthèse reflète également le lien potentiellement symbiotique entre les modèles d'innovation ouverts et les modèles propriétaires. À titre d'exemple, la diffusion des « composants » de la biologie de synthèse sur une base libre et ouverte pourrait accroître la demande de plateformes de synthèse d'ADN propriétaires. Quelques-uns des principaux messages relatifs aux réseaux et marchés du savoir sont résumés ci-après.

Principaux messages relatifs aux réseaux et marchés du savoir

Les réseaux et marchés du savoir étant très variés, ils ne peuvent faire l'objet que de messages très généraux. Les aspects les plus importants sont donc les suivants :

- Le développement de réseaux et marchés du savoir spécifiques ne doit pas être un objectif en soi pour les pouvoirs publics. Ces réseaux et ces marchés doivent au contraire être considérés comme un ensemble d'instruments pouvant être utilisés pour atteindre toute une série d'objectifs d'action.
- Une fois que les réseaux ont été mis en place et que leurs bienfaits sont clairs pour ceux qui y participent, il est inutile que les pouvoirs publics continuent d'y apporter leur soutien. À ce stade, tous les participants doivent avoir instauré des mécanismes permettant de prendre en charge correctement les coûts tout en distribuant les avantages. Les pouvoirs publics doivent alors changer de rôle pour se consacrer au règlement des problèmes pouvant être associés aux réseaux déjà en place (tels que les effets délétères sur la concurrence existant sur les marchés de produits).
- Une amélioration du système de mesure s'impose. Les travaux de l'OCDE sur les indicateurs utilisables pour les réseaux et marchés du savoir ont permis de recenser quatre grands axes de mesure des flux de connaissances : 1) **la mobilité des compétences et la fluidité des connaissances**. Les connaissances incarnées dans les personnes et les types de données très différents qui sont nécessaires pour suivre l'évolution de ces flux de connaissances justifient le déploiement d'efforts particuliers ; 2) **la diffusion et l'accessibilité des connaissances**. Il est extrêmement important d'analyser l'accès aux sources de connaissances et l'utilisation qui en est faite, y compris les référentiels scientifiques et technologiques ; 3) **les transactions relatives aux connaissances et aux droits y afférents**. Des sources de données traditionnelles et nouvelles doivent être utilisées pour mieux connaître les modalités d'interaction des différents acteurs avec les autres parties pour fournir du savoir ; et 4) **la création collective de savoir**. Outre des informations sur les transactions, des indicateurs de qualité sont nécessaires pour en savoir plus sur la création de savoir en collaboration.

Notes

1. Les rendements des investissements dans la science fondamentale varient selon les pays. Cet aspect, qui a peu été étudié, peut avoir d'importantes implications sur le plan de l'action publique. Il est par exemple important à prendre en compte pour déterminer s'il est plus avantageux pour les petites économies de regrouper leurs ressources de recherche plutôt que de les utiliser chacune de leur côté.
2. En revanche, les travaux de l'OCDE publiés prochainement mettent en évidence le rôle important que joue l'investissement dans la recherche fondamentale au regard de la croissance à long terme de la productivité.
3. Pendant la première moitié des années 2000, deux classements universitaires importants et faisant référence ont été établis : le *classement académique des universités mondiales* (publié pour la première fois en 2003), connu sous le nom de « classement de Shanghai », et le *Times Higher Education World University Ranking* (publié pour la première fois en 2004). De nombreux classements du même type ont ensuite vu le jour.
4. Les NIH ont fait de la politique de l'accès public une obligation : tous les chercheurs financés par ces organismes doivent soumettre à PubMed Central une copie électronique de la version finale de leurs documents manuscrits révisés par les pairs.
5. Une récente étude auprès des universités européennes a recensé 59 fonds d'amorçage/de validation du concept, dont la moitié au Royaume-Uni (19) et en Belgique (11) (Toschi, 2013).

6. En 2007, l'OCDE a défini l'économie de l'information comme un agrégat regroupant les TIC, les médias numériques et les secteurs des contenus en ligne. Cet agrégat inclut la division 26 de la CITI Révision 4 (Fabrication d'ordinateurs, d'articles électroniques et optiques), ainsi que sa section J (Information et communication) composée des divisions 58 à 60 (Activités d'édition, de programmation et de diffusion), 61 (Télécommunications) et 62-63 (Programmation informatique et services d'information). Les activités de commerce et de réparation des TIC (groupes 465 et 951) sont également incluses mais non prises en compte dans ce chapitre en raison de la disponibilité des données.
7. Les données de l'OCDE montrent de surcroît que la coopération internationale permet d'accroître la qualité de la recherche (OCDE, 2013).
8. Certains pays ont réalisé des études statistiques spécialement consacrées à la gestion de la propriété intellectuelle. C'est le cas par exemple au Canada, avec l'Enquête sur la gestion de la propriété intellectuelle : http://www23.statcan.gc.ca/imdb/p2SV_f.pl?Function=getSurvey&SDDS=5183&lang=fr&db=imdb&adm=8&dis=2.

Références

- Aite Group (2012), *The Next Generation of Execution Consulting Services: Leveraging Technology to Build Relationships*, http://www.streambase.com/wp-content/uploads/downloads/AITE_Group_Execution_Consulting_Services_report_Early_Access.pdf.
- Akcigit, U., D. Hanley et N. Serrano-Velarde (2014), « Back to basics: Basic research spillovers, innovation and growth », *NBER Working Paper Series*, n° 19473.
- Anderson, C. (2008), « The End of Theory: The Data Deluge Makes the Scientific Method Obsolete », *Wired Magazine*, 23 juin, www.wired.com/science/discoveries/magazine/16-07/pb_theory/.
- Åstebro, T., N. Bazzazian et S. Braguinsky (2012), « Startups by recent university graduates and their faculty: Implications for university entrepreneurship policy », *Research Policy*, vol. 41, pp. 663-677.
- Bakhshi, H., A. Bravo-Biosca et J. Mateos-Garcia (2014), « Inside the Datavores: Estimating the Effect of Data and Online Analytics on Firm Performance », Nesta, Londres, www.nesta.org.uk/sites/default/files/inside_the_datavores_technical_report.pdf.
- Bourellos, E., M. Magnusson et M. McKelvey (2012), « Investigating the complexity facing academic entrepreneurs in science and engineering: The complementarities of research performance, networks and support structures in commercialisation », *Cambridge Journal of Economics*, vol. 36, n° 3, pp. 751-780.
- Brynjolfsson, E., L.M. Hitt et H.H. Kim (2011), *Strength in Numbers: How Does Data-Driven Decisionmaking Affect Firm Performance?*, http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1819486.
- Bulut, H. et G. Moschini (2009), « US universities' net returns from patenting and licensing: A quantile regression analysis », *Economics of Innovation and New Technology*, vol. 18, pp. 123-137.
- Design Council (2005), *Design Index: The Impact of Design on Stock Market Performance*, The Design Council, Londres.
- Dushnitsky, G. et T. Klueter (2010), « Is there an eBay for ideas? Insights from online knowledge marketplaces », *European Management Review*, vol. 8, n° 1, pp. 17-32.
- Goodridge, P., J. Haskel et G. Wallis (2014), « Estimating UK investment in intangible assets and intellectual property rights », Rapport 2014/36 commandé par le UK Intellectual Property Office, Intellectual Property Office, https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/355140/ipresearch-intangible.pdf.
- Hertzfeld, H.R., A.N. Link et N.S. Vonortas (2006), « Intellectual property protection mechanisms in research partnerships », *Research Policy*, vol. 35, pp. 825-838.
- Houghton, J., B. Rasmussen et P. Sheehan (2010), *Economic and Social Returns on Investment in Open Archiving Publicly Funded Research Outputs*, Rapport à la SPARC (Scholarly Publishing and Academic Resources Coalition), Centre for Strategic Economic Studies, Victoria University, Victoria, Colombie-Britannique, www.sparc.arl.org/sites/default/files/vufrpaa.pdf.
- House of Commons, Science and Technology Committee (2013), *Bridging the Valley of Death: Improving the Commercialisation of Research*, The Stationery Office Limited, Londres.
- IDC (International Data Corporation) (2012), *Worldwide Big Data Technology and Services 2012-2015 Forecast*, IDC, Framingham, Massachusetts.

- Kirchner, M. (2013), « A perverted view of impact », *Science*, vol. 340, 14 juin.
- Koolwijk, E. et S. Peeters (2011), « WKK en BioWKK in de Glastuinbouw », *TVVL Magazine*, juin.
- Lippoldt, D. et M.F. Schultz (2014), « Uncovering trade secrets – An empirical assessment of economic implications of protection for undisclosed data », *OECD Trade Policy Papers*, n° 167, Éditions OCDE, Paris, <http://dx.doi.org/10.1787/5jxzl5w3j3s6-en>.
- McKinsey & Company (2013), *Disruptive Technologies: Advances that Will Transform Life, Business, and the Global Economy*, McKinsey Global Institute, http://www.mckinsey.com/insights/business_technology/disruptive_technologies.
- OCDE (2015a), *Perspectives de l'économie numérique de l'OCDE 2015*, Éditions OCDE, Paris, <http://dx.doi.org/10.1787/9789264243767-fr>.
- OCDE (2015b), *Science, technologie et industrie : Perspectives de l'OCDE 2014*, Éditions OCDE, Paris, http://dx.doi.org/10.1787/sti_outlook-2014-fr.
- OCDE (2014a), *Principaux indicateurs de la science et de la technologie*, vol. 2014, n° 2, Éditions OCDE, Paris, <http://dx.doi.org/10.1787/msti-v2014-2-fr>.
- OCDE (2014b), *Promoting Research Excellence: New Approaches to Funding*, Éditions OCDE, Paris, <http://dx.doi.org/10.1787/9789264207462-en>.
- OCDE (2014c), *The Impacts of Large Scale Research Infrastructures on Economic Innovation and on Society*, Éditions OCDE, Paris, www.oecd.org/sti/sci-tech/CERN-case-studies.pdf.
- OCDE (2014d), *International Distributed Research Infrastructures: Issues and Options*, Éditions OCDE, Paris, www.oecd.org/sti/sci-tech/international-distributed-research-infrastructures.pdf.
- OCDE (2014e), *Measuring the Digital Economy: A New Perspective*, Éditions OCDE, Paris, <http://dx.doi.org/10.1787/9789264221796-en>.
- OCDE (2014f), *Emerging Policy Issues in Synthetic Biology*, Éditions OCDE, Paris, <http://dx.doi.org/10.1787/9789264208421-en>.
- OCDE (2013a), *Commercialising Public Research: New Trends and Strategies*, Éditions OCDE, Paris, <http://dx.doi.org/10.1787/9789264193321-en>.
- OCDE (2013b), « Building blocks for smart networks », *OECD Digital Economy Papers*, n° 215, Éditions OCDE, Paris, <http://dx.doi.org/10.1787/5k4dkhunzu35-en>.
- OCDE (2013c), « Knowledge networks and markets », *OECD Science, Technology and Industry Policy Papers*, n° 8, Éditions OCDE, Paris, <http://dx.doi.org/10.1787/5k44wzw9q5zv-en>.
- OCDE (2012a), *Meeting Global Challenges through Better Governance*, Éditions OCDE, Paris, <http://dx.doi.org/10.1787/9789264178700-en>.
- OCDE (2012b), « Recommandation de l'OCDE sur la gouvernance des essais cliniques », OCDE, Paris, <http://www.oecd.org/fr/sti/sci-tech/recommandationdelocdesurlagouvernancedesessaiscliniques.htm>.
- OCDE (2012c), *Knowledge Networks and Markets in the Life Sciences*, Éditions OCDE, Paris, <http://dx.doi.org/10.1787/9789264168596-en>.
- OCDE (2011a), *Opportunities, Challenges and Good Practices in International Research Cooperation between Developed and Developing Countries*, Éditions OCDE, Paris, www.oecd.org/sti/sci-tech/47737209.pdf.
- OCDE (2011b), *Recommandation du Conseil sur les principes pour l'élaboration des politiques de l'Internet*, OCDE, Paris, <http://acts.oecd.org/Instruments/ShowInstrumentView.aspx?InstrumentID=270&Lang=fr&Book=False>.
- OCDE (2010a), *La stratégie de l'OCDE pour l'innovation : Pour prendre une longueur d'avance*, Éditions OCDE, Paris, <http://dx.doi.org/10.1787/9789264084759-fr>.
- OCDE (2010b), *Performance-Based Funding for Public Research in Tertiary Education Institutions*, Éditions OCDE, Paris, <http://dx.doi.org/10.1787/9789264094611-en>.
- OCDE (2010c), *Establishing Large International Research Infrastructures: Issues and Options*, Éditions OCDE, Paris, <http://www.oecd.org/science/sci-tech/47027330.pdf>.
- Rai, A. et J. Boyle (2007), « Synthetic biology: Caught between property rights, the public domain, and the commons », *PLoS Biol*, vol. 5, n° 3, p. e58, <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pbio.0050058>.
- Reimsbach-Kounatze, C. (2014), « The proliferation of data and implications for official statistics and statistical agencies: A preliminary analysis », *OECD Digital Economy Papers*, n° 245, Éditions OCDE, Paris.

- Russom, P. (2007), « BI search and text analytics: New additions to the BI technology stack », *TDWI Best Practices Report*, deuxième trimestre, TDWI (The Data Warehousing Institute).
- Shilakes, C. et J. Tylman (1998), *Enterprise Information Portals: Move Over Yahoo! The Enterprise Information Portal Is on Its Way*, Merrill Lynch.
- Squicciarini, M., H. Dernis et C. Criscuolo (2013), « Measuring patent quality: Indicators of technological and economic value », *OECD Science, Technology and Industry Working Papers*, 2013/03, Éditions OCDE, Paris, pp. 59-62, <http://dx.doi.org/10.1787/5k4522wkw1r8-en>.
- Stevens, A.J., G.A. Johnson et P.R. Sanberg (2012), « The role of patents and commercialization in the tenure and promotion process », *Technology & Innovation*, vol. 13, pp. 241-248.
- Tambe, P. (2014), « Big Data Investment, Skills, and Firm Value », *Management Science*, vol. 60, n° 3, pp. 1452-1469, <http://ssrn.com/abstract=2294077>.
- The Economist* (2012), « High-frequency trading: The fast and the furious », *The Economist*, 25 février, www.economist.com/node/21547988.
- Torrance, S. et L. Kahl (2012), « Synthetic Biology Standards and Intellectual Property », The National Academies, projet de document présenté lors du « Symposium on Management of Intellectual Property in Standards-Setting Processes », www.synberc.org/content/articles/standards-and-intellectual-property.
- Toschi, L. (2013), « Mapping university seed funds and proof of concepts funds in Europe: Initial evidence from the FinKT project », exposé présenté lors de l'atelier sur le thème *Financing Knowledge Transfer in Europe*, Bologne, 6 février 2013.
- US Department of Commerce (2012), *Intellectual Property and the U.S. Economy: Industries in Focus*, Washington, DC.
- Wright, M., B. Clarysse et S. Mosey (2012), « Strategic Entrepreneurship, Resource Orchestration and Growing Spin-Offs from Universities », *Technology Analysis & Strategic Management*, vol. 24, pp. 911-927.



Extrait de :

The Innovation Imperative

Contributing to Productivity, Growth and Well-Being

Accéder à cette publication :

<https://doi.org/10.1787/9789264239814-en>

Merci de citer ce chapitre comme suit :

OCDE (2016), « Création, diffusion et commercialisation des connaissances », dans *The Innovation Imperative : Contributing to Productivity, Growth and Well-Being*, Éditions OCDE, Paris.

DOI: <https://doi.org/10.1787/9789264251540-7-fr>

Ce document, ainsi que les données et cartes qu'il peut comprendre, sont sans préjudice du statut de tout territoire, de la souveraineté s'exerçant sur ce dernier, du tracé des frontières et limites internationales, et du nom de tout territoire, ville ou région. Des extraits de publications sont susceptibles de faire l'objet d'avertissements supplémentaires, qui sont inclus dans la version complète de la publication, disponible sous le lien fourni à cet effet.

L'utilisation de ce contenu, qu'il soit numérique ou imprimé, est régie par les conditions d'utilisation suivantes :

<http://www.oecd.org/fr/conditionsdutilisation>.