



RAPPORT 2013 SUR L'ÉCONOMIE DE L'INFORMATION

L'économie infonuagique et les pays en développement



NOTE

Au sein de la Division de la technologie et de la logistique de la CNUCED, la Section de l'analyse des TIC mène des travaux d'analyse sur les incidences sur le développement des technologies de l'information et de la communication (TIC), et est chargée de l'établissement du *Rapport sur l'économie de l'information*. Elle promeut le dialogue international sur les questions relatives à la contribution des TIC au développement et aide les pays en développement à renforcer leurs capacités de mesurer l'économie de l'information et de concevoir et mettre en œuvre des politiques et une législation appropriées.

Dans le présent Rapport, les termes pays/économie désignent, selon le cas, des territoires ou des zones. Les appellations employées et la présentation des données n'impliquent de la part du Secrétariat de l'Organisation des Nations Unies aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites. En outre, les appellations des groupes de pays sont utilisées à des fins purement statistiques ou analytiques et n'expriment pas nécessairement une opinion quant au niveau de développement de tel ou tel pays ou région. Les principales catégories de pays retenues dans le présent Rapport, qui concordent avec la classification adoptée par le Bureau de statistique de l'ONU, sont les suivantes:

Pays développés: pays membres de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) (sauf le Chili, le Mexique, la République de Corée et la Turquie), plus les nouveaux pays membres de l'Union européenne qui ne sont pas membres de l'OCDE (Bulgarie, Chypre, Lettonie, Lituanie, Malte et Roumanie), plus Andorre, le Liechtenstein, Monaco et Saint-Marin. Pays en transition: pays de l'Europe du Sud-Est et pays membres de la Communauté d'États indépendants. Pays en développement: d'une manière générale, tous les pays autres que les pays mentionnés ci-dessus. Pour ce qui est des statistiques, les données pour la Chine ne comprennent pas les données relatives à la Région administrative spéciale de Hong Kong (Hong Kong, Chine), à la Région administrative spéciale de Macao (Macao, Chine) et à la province chinoise de Taiwan.

La mention d'une société et de ses activités ne doit pas être interprétée comme une marque de soutien de la part de la CNUCED à cette société ou à ses activités.

Les signes typographiques ci-après ont été utilisés dans les tableaux:

Deux points (..) signifient que les données ne sont pas disponibles ou ne sont pas fournies séparément. Dans le cas où aucune donnée n'était disponible pour l'ensemble des éléments composant une ligne d'un tableau, celle-ci a été omise;

Un tiret (-) signifie que l'élément considéré est égal à zéro ou que sa valeur est négligeable;

Tout blanc laissé dans un tableau indique que l'élément considéré n'est pas applicable sauf mention contraire;

Une barre oblique (/) entre deux années, par exemple 1994/95, indique qu'il s'agit d'un exercice financier;

Le trait d'union (-) entre deux années, par exemple 1994-1995, indique qu'il s'agit de la période tout entière, y compris la première et la dernière année;

Sauf indication contraire, le terme dollar s'entend du dollar des États-Unis d'Amérique;

Sauf indication contraire, les taux annuels de croissance ou de variation sont des taux annuels composés;

Les chiffres ayant été arrondis, leur somme et celle des pourcentages figurant dans les tableaux ne correspondent pas nécessairement aux totaux indiqués.

Le texte du présent Rapport peut être cité sans autorisation sous réserve qu'il soit fait mention de la source.

PUBLICATION DES NATIONS UNIES

UNCTAD/IER/2013

Numéro de vente: F.13.II.D.6

ISSN 2219-021x

Copyright © United Nations, 2013

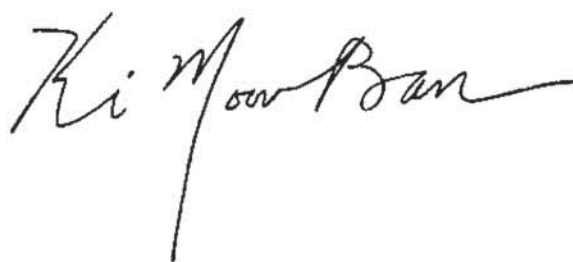
Tous droits réservés. Imprimé en Suisse

PRÉFACE

Les innovations dans le domaine des technologies de l'information se poursuivent tambour battant; l'informatique en nuage figure parmi les avancées les plus récentes. Avec l'augmentation considérable des capacités de traitement, de transmission et de stockage des données, ce nouveau modèle a pris une importance accrue dans la fourniture de services publics et privés. Il y a là un potentiel immense pour le développement économique et social, en particulier dans le cadre des efforts que nous déployons pour atteindre les objectifs du Millénaire pour le développement et pour définir un programme audacieux et porteur d'un avenir prospère, durable et équitable.

Dans le *Rapport 2013 sur l'économie de l'information*, l'Organisation des Nations Unies examine pour la première fois le potentiel économique de l'informatique en nuage pour les pays à revenu faible et intermédiaire, qui sont encore peu nombreux à l'avoir adoptée. Cette publication est d'une actualité d'autant plus brûlante que nombre de gouvernements, d'entreprises et d'autres organisations du monde en développement étudient l'opportunité de transférer tout ou partie de leurs données et de leurs opérations sur le nuage. Je ne peux donc que conseiller la lecture du présent Rapport à tous ceux qui souhaitent obtenir des informations plus approfondies et bénéficier d'une analyse plus précise concernant les avantages et les inconvénients de l'économie infonuagique.

Le Secrétaire général
de l'Organisation des Nations Unies

A handwritten signature in black ink, reading 'Ki Moon Ban'. The signature is fluid and cursive, with a long vertical stroke extending downwards from the end of the name.

BAN Ki-moon

REMERCIEMENTS

Le *Rapport 2013 sur l'économie de l'information* a été établi par une équipe dirigée par Torbjörn Fredriksson et composée de Cécile Barayre, Shubhangi Denblyden, Scarlett Fondeur Gil, Suwan Jang, Diana Korke, Smita Lakhe et Marie Sicat, sous la direction générale d'Anne Miroux, Directrice de la Division de la technologie et de la logistique.

Le Rapport 2013 a bénéficié d'importantes contributions de fonds de Michael Minges, David Souter, Ian Walden et Shazna Zuhyle. Research ICT Africa a fourni le matériel de recherche initial pour des études de cas sur cinq pays. Des contributions additionnelles ont été fournies par Tiziana Bonapace, Axel Daiber, Nir Kshetri, Rémi Lang et Howard Williams.

D'utiles observations sur la première ébauche du Rapport ont été émises par des experts ayant participé à une réunion de réflexion organisée à Genève en février 2013, dont Jamil Chawki, Alison Gillwald, Abi Jagun, Martin Labbé, Juuso Moisander, Jason Munyan, Jorge Navarro, Thao Nguyen, Marta Pérez Cusó et Lucas von Zallinger. De précieuses observations ont également été formulées sur diverses parties du texte par des experts ayant assisté à une réunion d'examen collégial, tenue à Genève en juillet 2013, dont Chris Connolly, Bernd Friedrich, Alison Gillwald, Angel González-Sanz, Nir Kshetri, Matthias Langenegger, Mpho Moyo, Tansuğ Ok, Daniel Ramos et Carlos Razo.

À différentes étapes de la rédaction du Rapport, des contributions additionnelles ont été fournies par Dimo Calovski, Padmashree Gehl Sampath, Esperanza Magpantay, Markie Muryawan et Marco Obiso. Ngozi Onodugo a apporté une assistance très utile pendant la durée de son stage à la CNUCED.

La CNUCED remercie vivement les offices statistiques nationaux des données qu'ils lui ont communiquées, ainsi que tous ceux qui ont répondu à son questionnaire annuel sur l'utilisation des TIC par les entreprises et sur le secteur des TIC. Les informations reçues de l'Union internationale des télécommunications, de LIRNEasia, de Research ICT Africa et de TeleGeography ont été très appréciées.

La couverture du Rapport est due à Sophie Combette. La PAO a été confiée à Nathalie Lorient, les éléments graphiques sont l'œuvre de Stéphane Porzi et de Christian Rosé, tandis que la mise au point rédactionnelle du Rapport a été assurée par Maritza Ascencios, Lucy Annette Deleze-Black et John Rogers.

La CNUCED tient enfin à remercier le Gouvernement finlandais et le Gouvernement de la République de Corée de leur soutien financier.

TABLE DES MATIÈRES

Note	ii
Préface	iii
Remerciements.....	iv
Liste des abréviations	ix
Aperçu général	xi
CHAPITRE I L'ÉCOSYSTÈME DE L'ÉCONOMIE INFONUAGIQUE.....	1
A. Évolution vers l'informatique en nuage.....	2
B. Définition des principaux termes utilisés.....	4
1. Informatique et services en nuage	4
2. Catégories de services infonuagiques.....	5
3. Modèles de déploiement du nuage.....	6
C. Incitations et obstacles liés à l'informatique en nuage	7
D. Écosystème de l'économie infonuagique.....	11
E. Conséquences pour les pays en développement	13
CHAPITRE II TENDANCES DE L'ÉCONOMIE INFONUAGIQUE ET DE L'INFRASTRUCTURE CONNEXE	17
A. Tendances de l'économie infonuagique	18
1. Débouchés du nuage et circulation de données	18
2. Principaux acteurs du secteur privé dans l'économie infonuagique.....	20
3. L'informatique en nuage apparaît-elle dans les statistiques sur le commerce?	23
B. Tendances de l'infrastructure infonuagique	26
1. Facteurs déterminant l'état de préparation au nuage des pays	26
2. Bande passante internationale à haut débit	27
3. Dorsales nationales, points d'échange Internet et centres de données	29
4. Tendances au niveau de l'infrastructure du haut débit.....	30
5. Qualité du service des réseaux à haut débit.....	34
6. Accessibilité économique des services à haut débit.....	37
C. Conclusions	40
CHAPITRE III CONSÉQUENCES POUR LES PAYS EN DÉVELOPPEMENT	47
A. Incitations et obstacles à l'adoption du nuage	48
1. Incitations à l'adoption de services en nuage.....	48
2. Obstacles à l'adoption de services en nuage.....	49
3. Évaluation des incitations et des obstacles à l'adoption du nuage dans les pays en développement.....	55
B. Adoption du nuage dans certains pays: expériences et perspectives	57
1. Possibilités de débouchés pour les pays en développement	57
2. Utilisation du nuage par différents acteurs dans les pays en développement	63
C. Conclusions	70

CHAPITRE IV	GOVERNANCE, DROIT ET RÈGLEMENTS RELATIFS AUX SERVICES EN NUAGE DANS LES PAYS EN DÉVELOPPEMENT	75
A.	Évolution des dispositions juridiques et réglementaires internationales	76
B.	Droit public et services en nuage	77
1.	Services en nuage, une activité réglementée	77
2.	Réglementation lorsque plusieurs instances sont concernées	79
C.	Droit privé et services en nuage	81
D.	Incidences pour les pays en développement	83
1.	Fourniture des services en nuage	83
2.	Conditions de la prestation du service	84
3.	Traitement des données	84
E.	Conclusions et recommandations	85
CHAPITRE V	RECOMMANDATIONS	91
A.	Reconnaître la diversité des stratégies en matière d'adoption du nuage	92
B.	Recommandations aux Gouvernements	93
1.	Conception de politiques infonuagiques stratégiques	93
2.	Surmonter les problèmes d'infrastructure	96
3.	Renforcer le cadre juridique	97
4.	Identifier les potentialités en matière d'offre	100
5.	Relever le défi des ressources humaines	102
6.	Utilisation du nuage par l'administration publique	102
7.	Mise en œuvre et suivi de la stratégie	103
8.	Sensibilisation	103
C.	Recommandations aux partenaires du développement	103
	Références	107
	ANNEXE STATISTIQUE	113
	Glossaire	123
	Liste d'ouvrages sélectionnés dans le domaine des sciences, des techniques et des TIC pour le développement	125
	Enquête de lectorat	129

Encadrés

I.1.	Accroissement de la puissance de calcul et accélération de la transmission des données	3
I.2.	Économies d'échelle et informatique en nuage	8
II.1.	Les services en nuage dans les classifications internationales.....	23
II.2.	Services en nuage par satellite.....	32
III.1.	Obstacles à l'adoption du nuage au Ghana	53
III.2.	Centres de données des pouvoirs publics dans les pays en développement	59
III.3.	Exemples de services en nuage dans les pays en développement.....	61
III.4.	Exemples de sociétés d'agrégation infonuagique dans les pays en développement.....	63
III.5.	L'informatique en nuage dans l'administration coréenne	65
III.6.	L'administration indienne se met à l'informatique en nuage.....	67
III.7.	La souplesse du nuage mise à profit: le cas de Zenga Media.....	70
IV.1.	Protection des données personnelles dans le nuage: solutions et difficultés.....	78
IV.2.	Légiférer pour le nuage: le cas du Mexique	80
IV.3.	Soutien de la CNUCED à l'harmonisation de la législation relative au commerce électronique	86
V.1.	Promotion de l'économie infonuagique au Kenya.....	95
V.2.	Méthodes de mesure de la qualité des services à haut débit.....	98
V.3.	Projet African Internet Exchange System	99

Tableaux

I.1.	Des grands systèmes au nuage informatique.....	2
I.2.	Systèmes et services informatiques	6
II.1.	Estimations et prévisions de recettes issues des services en nuage, 2010 et 2015 (En milliards de dollars)	18
II.2.	Dix premières sociétés en nombre estimé de serveurs (2012)	21
II.3.	Dix principales sociétés spécialisées dans les SaaS parmi les 100 premiers éditeurs de logiciels dans le monde (2011).....	22
II.4.	Principaux pays importateurs et exportateurs de serveurs correspondant aux codes HS 847150 (2008-2012).....	25
II.5.	Indicateurs relatifs à l'infrastructure utilisés dans différents indices d'état de préparation au nuage.....	27
II.6.	Débits théoriques maximaux en téléphonie mobile, technologies W-CDMA	34
II.7.	Comparaison des débits en 3G et LTE et temps d'attente en Finlande	34
II.8.	Importance des caractéristiques du haut débit par catégorie de service en nuage.....	35
II.9.	Qualité de service par groupe de pays.....	38
III.1.	Fournisseurs de services en nuage au Ghana (2013)	60
V.1.	Avantages et inconvénients et risques liés au nuage.....	92

Tableau et figure de l'encadré

I.1.	Économies d'échelle dans les centres de données	8
III.1.	Difficultés perçues liées à la migration vers les services en nuage	53

Figures

I.1.	Caractéristiques et types de services infonuagiques	9
I.2.	Principaux acteurs et principales relations de marché dans l'économie infonuagique	12
II.1.	Circulation des données via le nuage dans le monde (2011-2016) et ventilation par région (2012)	19
II.2.	Accès au nuage.....	28
II.3.	Capacité de trafic supplémentaire des câbles sous-marins sur les principaux tracés (Tbps)	28
II.4.	Distribution des IXP par région, juin 2013 (En pourcentage)	29
II.5.	Distribution des centres de données en colocation par groupe (2013) et serveurs Internet sécurisés par million de personnes (2012)	30
II.6.	Abonnements au haut débit fixe et ventilation fixe-mobile	31
II.7.	Abonnements au haut débit fixe par 100 habitants et par région (2007-2012).....	31
II.8.	Parts de marché des différentes technologies de haut débit fixe et débit descendant maximal théorique	33
II.9.	Pays où le taux de pénétration de la fibre jusqu'au foyer ou au réseau local dépassait 10 % en 2012 (En pourcentage)	33
II.10.	Abonnements mondiaux actifs au haut débit mobile pour 100 habitants, 2010-2012	34
II.11.	Sophistication des services en nuage et exigences en matière de qualité du service.....	36
II.12.	Panier de prix du haut débit fixe (graphique de gauche) et évolution annuelle (graphique de droite), 2008-2011	40
II.13.	Prix du haut débit mobile en pourcentage du revenu national brut par habitant, par région et par niveau de développement (2011)	40
II.14.	Prix mensuel de l'ADSL et de l'Internet mobile prépayé et à facturation ultérieure, 2013 (dollars).....	41
III.1.	Attentes des gouvernements vis-à-vis du nuage, 2011 (Pourcentage des réponses reçues)	50
III.2.	Incitations et obstacles à l'adoption des services en nuage.....	56

LISTE DES ABRÉVIATIONS

3G	Troisième génération (téléphonie mobile)
ACP	Groupe des États d’Afrique, des Caraïbes et du Pacifique
ADSL	Liaison numérique à débit asymétrique
API	Interface de programmation d’application
BPaaS	Processus-métier en ligne
bps	Bits par seconde
BRICS	Brésil, Fédération de Russie, Inde, Chine et Afrique du Sud
CaaS	Services de communication en ligne
CPC	Classification centrale des produits
CRM	Gestion de la relation clients
ERP	Planification des ressources de l’entreprise
GATS	Accord général sur le commerce des services
Go	Giga-octet
Gbit/s, Gbps	Gigabits par seconde
PIB	Produit intérieur brut
IaaS	Infrastructure en ligne
TIC	Technologies de l’information et de la communication
IDC	International Data Corporation
IP	Protocole Internet
ISO	Organisation Internationale de normalisation
FAI	Fournisseur d’accès Internet
UIT	Union internationale des télécommunications
UIT-T	UIT - Secteur de la normalisation des télécommunications
IXP	Point d’échange Internet
kbit/s, kbps	Kilobits par seconde
PMA	Pays moins avancé
LTE	Évolution à long terme (technologie)
Mbit/s, Mbps	mégabits par seconde
ms	milliseconde
NCIA	National Computing and Information Agency (République de Corée)
ONG	Organisation non gouvernementale
NIST	National Institute of Standards and Technology
NTT	Nippon Telegraph and Telephone Corporation
OCDE	Organisation de coopération et de développement économiques
PaaS	Plate-forme en ligne
PPP	Partenariat public-privé
RTT	Temps de transmission aller-retour
SaaS	Logiciel en ligne
PME	Petites et moyennes entreprises

SMS	Mini-message
Tbps	Térabits par seconde
FTD	Flux transfrontières de données
STN	Société transnationale
CNUCED	Conférence des Nations Unies sur le commerce et le développement
VoIP	Voix par le protocole Internet
OMC	Organisation mondiale du commerce
XaaS	Tout service en ligne

APERÇU GÉNÉRAL

L'informatique en nuage accentue la dimension qualitative de la fracture numérique.

L'écart entre les pays en matière d'accès aux technologies de l'information et de la communication (TIC), autrement dit la fracture numérique, est depuis longtemps un sujet de grave préoccupation pour les gouvernements et la communauté internationale. Avec le temps, cet écart a changé de nature. Le fossé autrefois très marqué entre pays en ce qui concerne l'accès aux services téléphoniques de base s'est aujourd'hui sensiblement réduit et devrait encore diminuer dans les années qui viennent. Il est à présent remplacé par le fossé lié à l'accès à Internet et, en particulier, aux services à haut débit. La fracture numérique due à l'inégalité des capacités et de la qualité du haut débit entre pays provoque, à son tour, entre ces pays et entre les régions, une forte inégalité dans les capacités dont les particuliers, les entreprises, les secteurs économiques et les sociétés disposent pour tirer profit des innovations et des nouvelles applications des TIC.

L'informatique en nuage est une manifestation récente de cette évolution du paysage des TIC. Compte tenu de son potentiel, elle devient de plus en plus importante pour les gouvernements et pour les entreprises. Dit simplement, l'informatique en nuage permet aux utilisateurs d'accéder, par le biais d'Internet ou d'autres réseaux numériques, à un ensemble modulable et très souple d'espaces de stockage et de ressources informatiques au moment où ils en ont besoin. Certains observateurs prédisent que cette technologie sera l'une des révolutions majeures des vingt prochaines années, avec des conséquences très importantes pour les marchés, les économies et les sociétés. À la lumière de ces considérations, le *Rapport 2013 sur l'économie de l'information* propose une analyse objective des répercussions que l'évolution de l'économie infonuagique pourrait avoir pour les pays en développement.

Le renforcement considérable des capacités de stockage, de traitement et de transfert des données a ouvert la voie à l'économie infonuagique.

La métaphore du «nuage» peut être trompeuse. Loin d'être un phénomène désincarné évoluant dans le cyberspace, l'informatique en nuage est au contraire

solidement ancrée sur la terre ferme par tout un ensemble d'appareils, de réseaux, d'espaces de stockage, de services et d'interfaces nécessaires à la fourniture d'un service informatique. L'une de ses principales caractéristiques est qu'elle implique souvent le transfert de données vers un serveur contrôlé par une tierce partie.

La transition vers le nuage à laquelle on assiste est une transformation de la relation entre télécommunications, entreprises et sociétés, qui a été rendue possible par la formidable augmentation de la puissance de traitement et de stockage des données et par la formidable accélération de la vitesse de transmission. À titre d'exemples, les processeurs 22 nanomètres d'Intel sont 4 000 fois plus rapides que ceux mis sur le marché par cette même société en 1971 ou encore, entre 1986 et 2007, la «mémoire technologique» du monde a doublé plus ou moins tous les trois ans. En outre, si, en 1993, année de mise en service du navigateur Internet, la vitesse théorique maximale de connexion au réseau par ligne commutée était de 56 kilobits par seconde (kbps), en 2013, les abonnements au haut débit proposent une vitesse de 2 gigabits (Gb), soit près de 36 000 fois plus. Aujourd'hui, les principaux fournisseurs de services en nuage possèdent des centaines de milliers de serveurs implantés dans d'immenses centres de données en différents points du globe.

Selon les définitions proposées en avril 2013 par l'Union internationale des télécommunications (UIT) et l'Organisation internationale de la normalisation (ISO), l'informatique en nuage est un modèle qui permet l'accès par le réseau à un ensemble configurable et très souple de ressources matérielles ou virtuelles mutualisées pouvant être mobilisées à la demande et administrées en libre service. Les services en nuage sont des services qui sont fournis aux clients à la demande à n'importe quel moment et qu'ils utilisent, par le biais de n'importe quel réseau d'accès et de n'importe quel support connecté utilisant les technologies de l'informatique en nuage. Dans le présent Rapport, la CNUCED examine les retombées de l'informatique et des services en nuage sur le développement économique au sens large dans le contexte de l'économie infonuagique.

L'économie infonuagique comprend plusieurs catégories et modèles de déploiement de services.

Le «nuage» et les «services en nuage» ne sont pas des produits homogènes; leur forme et leur configuration varient. L'infrastructure en ligne (IaaS), la plate-forme en ligne (PaaS) et le logiciel en ligne (SaaS) sont les trois catégories couramment utilisées pour fournir la gamme des services actuellement disponibles. Chacune de ces catégories se caractérise par le type de service à distance qui est mis à la disposition du client par le fournisseur de service, moyennant un contrat de location ou un abonnement:

Dans le cas de l'IaaS, le client utilise les ressources informatiques mises à disposition par le fournisseur (traitement et stockage de données, réseaux et autres ressources essentielles) et déploie et utilise ses propres logiciels. Grâce à la flexibilité de l'IaaS, l'organisation ou l'entreprise peut accéder facilement à une infrastructure informatique au moment où elle en a besoin.

Dans le cas de la PaaS, le client déploie ses applications et ses données sur une plate-forme en ligne, comprenant des outils de programmation et appartenant au fournisseur et gérée par lui.

Dans le cas du SaaS, le client utilise les logiciels installés sur l'infrastructure de son fournisseur de services plutôt que ses propres équipements. Il accède à ses applications à partir de ses terminaux, soit via un client léger, tel un navigateur Web (par exemple, une messagerie à distance), soit via un logiciel d'interface.

Il existe plusieurs modèles de déploiement des services en nuage, dont les principaux sont décrits ci-après:

- **Nuages publics:** ressources en libre accès qui offrent des services via un réseau ouvert au public. De nombreux services grand public, tels la messagerie électronique, le stockage en ligne et les réseaux/médias sociaux, sont des services de nuage public.
- **Nuages privés:** réseau informatique propriétaire fourni pour une seule organisation (par exemple, un gouvernement ou une grande entreprise) et géré et hébergé à l'interne ou par une partie tierce.
- **Nuages communautaires:** ressources/services partagés, fournis à un groupe limité de clients/utilisateurs, et gérés et hébergés en interne ou par une partie tierce.
- **Nuages hybrides:** combinaison des modèles de déploiement décrits ci-dessus, par exemple, de nuage public et privé.

Les différentes configurations de nuage offrent des possibilités aux utilisateurs potentiels mais elles présentent aussi des risques.

Dans le *Rapport 2013 sur l'économie de l'information*, la CNUCED utilise, pour son analyse, la notion d'écosystème de l'économie infonuagique, qui met en avant le déploiement et les retombées de l'informatique et des services en nuage sur l'économie de l'information et, par là, leur utilité pour le développement économique national. L'écosystème de l'économie infonuagique est constitué d'un réseau complexe de relations entre technologie et entreprise, gouvernance et innovation, production et consommation. C'est l'évolution de cet écosystème, plutôt que le potentiel de la seule technologie, qui sera déterminante pour les pays en développement.

Dès l'instant où un gouvernement, une entreprise ou une autre organisation d'un pays en développement s'interroge sur l'opportunité de transférer tout ou partie de ses données et de ses activités vers le nuage, il doit en mesurer les avantages et les risques potentiels.

Avantages potentiels:

- Moindre coût de la location d'appareils et de logiciels informatiques par rapport à celui de l'achat d'équipements et de la gestion de services informatiques internes;
- Plus grande flexibilité en matière de capacité de stockage/traitement fournie à la demande;
- Plus grande flexibilité et facilité d'accès aux données et aux services;
- Mise à jour des logiciels immédiate et gratuite;
- Plus grande fiabilité/sécurité de la gestion des données et des services.

Risques ou inconvénients potentiels:

- Augmentation des dépenses de communication (opérateurs de télécommunications/fournisseurs d'accès Internet (FAI));
- Augmentation des dépenses liées à la migration et à l'intégration;
- Moindre maîtrise des données et des applications;
- Craintes en matière de sécurité et de confidentialité des données;
- Inaccessibilité des services, par exemple, en cas de défaillance d'une infrastructure ou de l'alimentation électrique;
- Verrouillage (interopérabilité et portabilités des données limitées) exercé par les fournisseurs sur les marchés non concurrentiels.

Le nuage a le potentiel d'être un facteur d'efficacité; c'est là une incitation de taille pour les organisations du secteur public et privé. Il y a néanmoins des arbitrages importants à réaliser, par exemple, entre les réductions de coût d'une part et les risques liés à la sécurité et à la confidentialité des données de l'autre. Les différents clients apprécieront les possibilités et les risques différemment et feront donc des choix différents. Certains – entreprises, gouvernements ou autres organisations – sont mieux placés ou peuvent mieux profiter que d'autres du passage à l'infonuagique en raison de la nature de leurs activités ou de leur modèle commercial. C'est le cas, par exemple, des entités qui ont des coûts fixes élevés dus au maintien d'un département informatique à l'interne, de celles qui doivent régulièrement se rééquiper et acheter de nouveaux logiciels, de celles où la demande de ressources informatiques varie beaucoup et d'une manière imprévisible, ou encore de celles qui peuvent dégager une forte valeur ajoutée d'une exploitation plus efficace des données et des opportunités de marché.

L'économie infonuagique se développe rapidement mais elle est encore modeste.

Les estimations sur la taille du marché des services en nuage varient. Selon les prévisions, les recettes issues de la fourniture au public des IaaS, PaaS et SaaS devraient atteindre un montant situé entre 43 milliards de dollars et 94 milliards de dollars d'ici à 2015. À cela, s'ajoutent les recettes de la publicité faite sur les applications Web par le nuage sans coût pour l'utilisateur. Ces revenus sont actuellement bien supérieurs aux revenus liés à la fourniture de services en nuage. Les estimations sur la valeur des services en nuage privé varient aussi beaucoup – d'environ 5 milliards de dollars à environ 50 milliards de dollars. Ces variations s'expliquent par les différentes méthodes employées mais la plupart des prévisionnistes s'accordent à reconnaître que l'informatique en nuage continuera de gagner du terrain dans les années à venir.

Ces sommes sont encore très modestes comparées aux revenus du secteur des TIC au niveau mondial qui étaient estimés à quelque 4 000 milliards de dollars en 2011. Toutefois, la plupart des segments du secteur des TIC sont d'une manière ou d'une autre touchés par l'informatique en nuage. La demande de liaisons à haut débit tirera les recettes des services de télécommunications, même si celles des services vocaux risquent de diminuer en raison du nombre croissant d'utilisateurs qui passeraient aux applications VoIP (voix par le protocole Internet) sur le nuage. La

demande de matériel informatique, en particulier de serveurs et d'équipements de réseau, augmentera avec l'augmentation du nombre de services transférés dans le nuage.

Ces transferts entraînent une forte accélération de la circulation de données. En 2012, en moyenne par minute, le moteur de recherche Google recevait 2 millions de demandes, les utilisateurs de Facebook partageaient 700 000 contenus et 100 000 tweets étaient envoyés par Twitter. En 2012, l'Europe et l'Amérique du Nord représentaient 60 % de cette circulation sur Internet via le nuage, l'Asie-Pacifique, un autre tiers, et l'Amérique latine, le Moyen-Orient et l'Afrique, ensemble, 5 % seulement. C'est néanmoins au Moyen-Orient et en Afrique que l'on attend les taux de croissance les plus élevés dans les années qui viennent.

Sur le plan de l'offre, l'économie infonuagique est aujourd'hui dominée par quelques très grands fournisseurs de services, presque tous basés aux États-Unis. Ayant pris pied très tôt dans le secteur, ils ont profité de l'avantage du premier arrivant et ont pu surtout se constituer d'immenses réseaux d'utilisateurs et acquérir des capacités considérables de stockage et de traitement de données. La construction d'un grand parc de centres de services en nuage suppose des investissements très élevés, parfois supérieurs à un demi-milliard de dollars.

Bien qu'il y ait de fortes chances que ce marché reste dominé par quelques géants de l'informatique, il existe des facteurs qui peuvent être favorables aux acteurs nationaux ou régionaux. Certains gouvernements et certaines entreprises sont en effet tenus (par la loi ou par les règles propres à l'entreprise) de localiser leurs données sur le territoire national ou préfèrent le faire pour des raisons de sécurité ou de géopolitique. En outre, des grandes entreprises et des gouvernements ont opté pour les nuages privés (par opposition aux nuages publics) renonçant à certaines économies pour avoir un sentiment de plus grande sécurité et de meilleur contrôle sur leurs données et leurs services. L'actualité internationale récente relative à la surveillance électronique des données a peut-être influencé ce choix.

Pour l'économie infonuagique, l'adoption de l'informatique en nuage dans les pays en développement peut avoir des incidences du côté aussi bien de l'offre que de la demande.

Pour les entreprises des pays en développement, les principales activités et possibilités de débouchés

sont les suivantes: a) centres de données et services en nuage s'y rapportant; b) création et fourniture de services en nuage locaux à l'intention de groupes de clients – entreprises locales et particuliers; c) agrégation de services, intégration de systèmes, courtage et services connexes. Outre ces domaines d'activité clairement fondés sur le nuage, les entreprises nationales de communication (opérateurs de télécommunications et FAI) peuvent profiter de l'augmentation des données en circulation sur leurs réseaux. Malgré l'avantage dont disposent les fournisseurs mondiaux, certains facteurs peuvent favoriser l'extension des centres de données locaux ou régionaux dans les pays en développement, par exemple la demande accrue de solutions de nuages privés, la législation sur la protection des données, les stratégies d'entreprise imposant la conservation des données sur le territoire national, et le coût élevé ou le manque de fiabilité des connexions internationales à haut débit.

Dans les pays en développement, les services en nuage gratuits, tels la messagerie électronique et les réseaux sociaux en ligne, sont très utilisés. C'est vrai presque partout, mais c'est surtout le cas dans les pays où l'utilisation d'Internet et l'état de préparation au nuage sont les plus avancés. Les applications infonuagiques les plus prisées sont généralement celles qui sont fournies au niveau mondial. Dans les pays à faible revenu où l'informatique en nuage est encore embryonnaire, l'IaaS est souvent la première catégorie de services à faire son apparition. Avec l'amélioration des infrastructures et si le secteur des petites et moyennes entreprises (PME) s'étend, le marché des SaaS va gagner en importance et devenir dominant comme il l'est déjà dans les pays développés.

Les filiales de sociétés étrangères installées dans les pays en développement utilisent beaucoup le nuage en participant au réseau mondial de leur société mère. Avec quelques appréhensions, les gouvernements des pays en développement s'orientent aussi vers l'infonuagique. Certains mettent actuellement au point des stratégies systématiques dans ce domaine, inscrites dans leur stratégie générale relative aux TIC ou parallèles à celle-ci. Les administrations publiques et les grandes entreprises tendent, pour l'heure, à préférer le nuage privé au nuage public. Au niveau local, les entreprises sont moins nombreuses que ne l'anticipaient les partisans de cette nouvelle technologie à envisager la même transition.

Dans les pays en développement, l'utilisation de l'informatique en nuage est encore trop récente pour qu'il soit déjà possible de réaliser des évaluations d'impact concluantes. Les entreprises, les gouvernements et d'autres organisations devraient étudier soigneusement quel est le potentiel des services en nuage d'améliorer leur gestion et leurs prestations, et ne transférer leurs données et leurs services que lorsqu'ils seront convaincus que le nuage leur apporte des avantages substantiels et que les risques associés sont réellement maîtrisés. Les solutions de nuage tant public que privé doivent être analysées à cette aune, en tenant compte des incidences en matière de sécurité et de confidentialité des données.

Dans de nombreux pays en développement, la faiblesse des infrastructures est un sérieux obstacle à l'adoption de l'informatique en nuage et aux avantages qui en résultent.

Plusieurs facteurs se conjuguent pour que l'adoption du nuage dans les pays à revenu faible ou intermédiaire apparaisse moins facile que dans des pays plus avancés. Les problèmes sont notamment liés à la disponibilité et à la qualité des infrastructures, aux coûts et aux cadres législatifs et réglementaires relatifs à la protection et à la confidentialité des données qui ne sont pas suffisants.

En ce qui concerne l'accès aux infrastructures infonuagiques et leur existence, malgré une amélioration sensible de la connexion à haut débit dans de nombreux pays en développement, l'écart avec les pays développés continue de se creuser. La pénétration moyenne des réseaux fixes à haut débit dépasse 28 abonnements pour 100 habitants dans les pays développés, elle est de 6 dans les pays en développement, et de 0,2 seulement dans les pays les moins avancés (PMA). L'écart est également important s'agissant des réseaux mobiles à haut débit. Le nombre moyen d'abonnements en 2012 était d'environ 67 pour 100 habitants dans les pays développés, 14 dans les pays en développement, et inférieur à 2 dans les PMA.

En outre, dans la plupart des pays à faible revenu, les réseaux mobiles à haut débit sont lents, affichent des temps d'attente élevés et ne sont donc pas encore prêts pour fournir des services en nuage, notamment les plus en pointe d'entre eux. La valeur nette des solutions infonuagiques sera d'autant plus faible que les risques de panne de réseau et de

coupure de courant seront importants. Le manque d'infrastructures d'appui – points d'échange Internet (IXP), par exemple –, d'approvisionnement électrique fiable et bon marché et de solides dorsales de fibre optique pèse sur le déploiement de centres de données nationaux. En effet, 85 % des centres de données offrant des services de colocation se trouvent dans les pays développés. Cette «fracture des centres de données» se mesure à la disponibilité des serveurs; alors qu'en 2011, il y avait plus de 1 000 serveurs de données sécurisés par million d'habitants dans les pays à revenu élevé, il n'y en avait qu'un par million d'habitants dans les PMA.

Dans de nombreux pays en développement, le coût de la communication est un autre obstacle majeur à l'adoption des services en nuage. Par rapport à des pays plus avancés, les tarifs des fournisseurs de services en nuage ainsi que le coût de l'accès au haut débit et de son utilisation, les tarifs des FAI et le coût des équipements et des logiciels représentent généralement une part beaucoup plus importante du coût total de la prestation. Le faible nombre de centres de données nationaux, conjugué au coût élevé de la communication internationale en haut débit pèse également sur la valeur nette du recours aux services infonuagiques.

L'informatique en nuage soulève des problèmes juridiques et réglementaires, en particulier en ce qui concerne la protection et la confidentialité des données.

L'essor rapide de l'informatique en nuage a fait naître des inquiétudes d'ordre juridique et réglementaire. La question de la protection et de la sécurité des données figure parmi les préoccupations les plus fréquemment invoquées par les utilisateurs potentiels des pays développés comme des pays en développement. Ces préoccupations se sont aggravées en 2013 après les révélations sur l'existence de programmes nationaux de surveillance et la consultation par des agences de renseignement de données hébergées par des fournisseurs de services en nuage. Les gouvernements ont le devoir de protéger les intérêts nationaux et ceux de leurs citoyens, les fournisseurs de services ont besoin d'un cadre stable, propice à l'innovation et à l'investissement et, enfin, les utilisateurs ont besoin de garanties suffisantes qui les incitent à recourir à ce type de service. L'action des pouvoirs publics peut aller du laisser-faire à la promulgation de lois spécifiques.

Le droit public est essentiel pour protéger les droits fondamentaux des utilisateurs finals. S'il n'est pas indispensable d'élaborer des lois ou des règlements visant spécifiquement l'informatique en nuage, certains domaines, telles la confidentialité et la protection des données, la sécurité de l'information et la cybercriminalité, doivent manifestement faire l'objet de réformes mais aussi de lois et de règlements dans les pays en développement. En 2013, 99 pays étaient dotés de lois sur la confidentialité des données. Il semble que le Mexique soit le seul pays à avoir adopté des dispositions expresses relatives au nuage dans le domaine de la protection des données. Il n'existe aucun mécanisme international harmonisé sur la confidentialité qui réglemente le transfert international de données mais les pays en développement auraient peut-être intérêt à se doter de régimes contraignants dans ce domaine.

À côté du droit public, les contrats conclus entre les fournisseurs de services en nuage et leurs clients ont également des incidences importantes sur le fonctionnement et les effets de l'économie infonuagique. Dans certaines circonstances, la protection de l'intérêt public peut passer par la réglementation de la liberté de contracter; ailleurs, il faudra adopter des règles sur la localisation des données pour faire face aux inquiétudes liées au respect de la vie privée, au secret commercial ou à la sécurité nationale. Par exemple, si la législation sur la protection des données contient des dispositions qui imposent aux fournisseurs de services en nuage un niveau de responsabilité minimal – les obligeant à protéger la sécurité des données et à notifier les clients en cas de défaillance de la sécurité –, il y aurait plus de transparence quant à la vulnérabilité des services et il serait plus facile de réagir à temps.

Lorsque la dépendance vis-à-vis de services en nuage fournis par des prestataires basés à l'étranger suscite des appréhensions, il risque d'être difficile de trouver une issue d'ordre réglementaire. Une solution pour sortir de l'impasse peut être d'encourager la création de services nationaux, soit en proposant aux investisseurs étrangers un environnement propice à l'installation d'infrastructures locales (par exemple des centres de données), soit en incitant les entreprises nationales à participer à l'offre de services infonuagiques. Il y aurait sans doute des dispositions réglementaires à prendre – par exemple, en matière de «localisation» – mais ces dispositions devraient être conçues de manière à faciliter plutôt

qu'à restreindre la prestation de services en nuage. Plusieurs gouvernements de pays en développement sont actuellement en train de créer des réseaux sur le nuage pour servir leurs propres besoins et, parfois, ceux d'autres utilisateurs. En Europe, des voix se font entendre pour demander la mise en place d'un nuage européen sécurisé et certains pays ont pris des initiatives dans ce domaine pour proposer une autre source de prestation de services.

Les gouvernements devraient faire ce qui est en leur pouvoir pour bénéficier des avantages de l'économie infonuagique tout en ayant conscience des écueils qui peuvent se dresser sur leur chemin.

Même si, dans les pays en développement, l'informatique en nuage n'en est encore qu'à ses débuts, les décideurs ne devraient pas attendre pour acquérir une meilleure perception de la manière dont elle peut servir l'économie et la société afin d'être en mesure de prendre des décisions éclairées. Les politiques publiques devraient reposer sur une évaluation des avantages et des inconvénients des solutions infonuagiques et s'enraciner dans une solide compréhension de l'utilisation des TIC et du nuage. Les gouvernements doivent avoir une bonne perception de la diversité des modèles économiques et des services existant dans le nuage, de la multiplicité des clients de ces services et de la complexité de l'écosystème de l'économie infonuagique. Compte tenu de son importance pour les services publics comme pour la compétitivité commerciale, il est important d'intégrer toute stratégie dans ce domaine dans le plan national de développement et de planifier son exécution, son suivi et son évaluation. Les approches retenues devraient être adaptées aux circonstances propres à chaque pays et être harmonisées avec le cadre stratégique mis en place pour le développement économique national et l'exploitation des TIC.

D'un point de vue général, les gouvernements devraient favoriser et soutenir le développement d'une économie infonuagique et l'adoption des services en nuage. Il n'existe, en principe, aucune raison particulière pour que les politiques publiques et la réglementation découragent la migration vers le nuage. Elles devraient plutôt chercher à créer un cadre qui permette aux entreprises et aux organisations désireuses de transférer leurs données et leurs services vers le nuage de le faire facilement et d'une manière sûre. Cela ne signifie pas pour autant que les solutions infonuagiques seront systématiquement préférables. De plus, il existe de multiples façons

d'utiliser cette technologie – nuages publics, privés ou hybrides aux niveaux national, régional ou mondial. Les gouvernements devraient s'efforcer de faciliter les approches qui semblent les mieux à même de leur apporter les meilleurs avantages économiques, compte tenu de leur situation.

Les gouvernements qui souhaitent mettre le potentiel du nuage au service du développement peuvent envisager un certain nombre de mesures. Les responsables des décisions de portée nationale devraient considérer les éléments ci-après :

- **Évaluer l'état de préparation du pays à l'informatique en nuage.** Les gouvernements devraient tout d'abord évaluer soigneusement la situation qui prévaut dans leur pays pour identifier les obstacles et les faiblesses auxquels il faut remédier avant de pouvoir exploiter efficacement l'informatique en nuage et pour déterminer quels modèles sont les plus avantageux.
- **Élaborer une stratégie infonuagique nationale.** Sur la base de l'évaluation de la situation, une stratégie infonuagique nationale pourrait être élaborée soit sous la forme d'un document d'orientation distinct, soit comme partie intégrante de la stratégie nationale en matière de TIC.
- **S'attaquer au problème des infrastructures.** Il faudrait prendre des mesures propices à la mise en place d'une infrastructure de haut débit fiable et d'un prix abordable et contrôler régulièrement la qualité des services de haut débit. Une bonne réglementation est essentielle. Il faut aussi prêter attention au rôle des IXP et à l'approvisionnement électrique.
- **Traiter les problèmes juridiques et réglementaires liés à l'utilisation de l'informatique en nuage pour s'assurer que les intérêts des utilisateurs soient correctement protégés.** Les questions centrales sont la localisation des données, les transactions électroniques et la cybercriminalité. Des efforts doivent être faits pour tenir compte des meilleures pratiques internationales lors de l'élaboration de la nouvelle législation.
- **Identifier les potentialités en matière d'offre.** Trois éléments essentiels méritent une attention particulière: la création de centres nationaux de données, la création possible de services d'agrégation et la création de nouveaux services.
- **Former les ressources humaines nécessaires.** Parmi les métiers pour lesquels la demande devrait très vraisemblablement augmenter, on peut citer les métiers de l'informatique et de

l'édition de logiciels – nécessaires à la gestion de la migration et de l'intégration des services en nuage; les compétences de gestion et d'organisation – nécessaires à la réorganisation et à la reconfiguration des procédés et processus des entreprises; et les compétences dans le domaine juridique et dans le domaine des marchés publics.

- **Utilisation des services en nuage par les gouvernements.** Compte tenu de la place qu'ils occupent dans l'économie infonuagique de nombreux pays en développement, il faudrait analyser le rôle des gouvernements dans l'installation de centres de données, de systèmes d'administration en ligne et dans les marchés publics qui s'y rapportent.

Les partenaires de développement devraient venir en aide aux gouvernements pour répondre aux besoins des acteurs de l'économie infonuagique.

Pour résoudre les nombreux problèmes auxquels les pays en développement font face lorsqu'ils cherchent à tirer avantage de l'évolution de l'économie infonuagique, il faut disposer à la fois de compétences spécialisées dans plusieurs domaines et de ressources financières. Les partenaires de développement pourraient se révéler d'un grand secours à cet égard, en veillant à ce que l'économie infonuagique soit inscrite dans les programmes pour éviter un creusement de la fracture numérique. Ils pourraient aussi fournir des aides au niveau national en participant au financement des infrastructures de haut débit, à la mise en place des cadres législatifs et réglementaires appropriés et en renforçant les capacités dans les secteurs où elles sont insuffisantes.

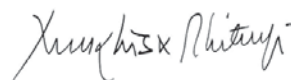
Les institutions internationales pourraient contribuer à cette assistance dans le cadre de leurs programmes existants. La CNUCED et d'autres organisations internationales peuvent, par exemple, faciliter les échanges d'expérience en ce qui concerne les mesures que les pays en développement doivent adopter s'ils veulent tirer profit de l'économie infonuagique en évitant les écueils.

Un autre domaine clef dans lequel les partenaires de développement peuvent se montrer utiles est celui des normes internationales, qui sont indispensables pour faciliter l'interopérabilité et aider les clients à comprendre ce qu'ils achètent. Les organismes de normalisation devraient examiner comment associer les pays en développement et les utilisateurs de ces pays au débat de manière que leurs besoins et

leurs exigences soient pris en compte. Il faut aussi approfondir la recherche dans un certain nombre de domaines pour se faire une idée plus complète des incidences des différents modes d'adoption de l'informatique en nuage. Avec l'expérience, il sera plus facile d'évaluer les incidences macroéconomiques sur la croissance économique, l'emploi, la productivité et le commerce.

À l'instar de ce qui se passe dans les autres domaines des TIC, la technologie et le marché infonuagiques évoluent très rapidement. Dans le présent Rapport, la CNUCED décrit ce qui se passe aujourd'hui. La nature des services et de l'économie en nuage continuera d'évoluer et pourrait être bien différente dans cinq ans. Les gouvernements, les entreprises et les partenaires de développement doivent en être bien conscients et réévaluer leurs politiques et leurs stratégies régulièrement pour continuer de profiter au maximum des avantages potentiels du secteur tout en limitant au minimum les risques que celui-ci peut faire peser sur les citoyens, les entreprises et les clients.

Le Secrétaire général de la CNUCED



Mukhisa Kituyi



L'ÉCOSYSTÈME DE L'ÉCONOMIE INFONUAGIQUE



L'augmentation de la puissance de calcul, de la capacité de stockage et du débit de transmission des données des ordinateurs a abouti à l'émergence de ce que l'on appelle informatique en nuage. Ce phénomène devrait avoir une incidence à la fois sur la prestation et sur l'utilisation des services fournis par les TIC au cours des années à venir. À l'instar d'autres nouveautés techniques, il est difficile de prévoir toutes les implications de ce nouveau phénomène. Alors qu'elle apportera d'importants avantages à ceux qui seront capable d'en tirer parti, elle suscite aussi des inquiétudes parmi les utilisateurs, principalement concernant la protection et la confidentialité des données. En outre, la diffusion de ce phénomène risque de creuser la fracture numérique entre ceux – pays, entreprises et personnes – qui sont bien placés pour en tirer parti et les autres.

Bien que les pays en développement soient encore peu nombreux à avoir adopté l'informatique en nuage, leurs décideurs politiques ne devraient pas attendre pour acquérir une meilleure perception de la manière dont elle peut servir l'économie et la société afin d'être à même de prendre des décisions éclairées. Le *Rapport 2013 sur l'économie de l'information* vise à les aider en facilitant un débat nuancé sur le rôle et la valeur que peut avoir l'«économie infonuagique». Le premier chapitre du présent Rapport retrace l'évolution qui a abouti à l'apparition du nuage informatique. Il contient une définition des principaux termes employés, énumère les incitations et les obstacles les plus importants à son adoption, et pose le cadre général de l'analyse de l'écosystème de l'économie infonuagique. Enfin, il donne le fil conducteur des chapitres suivants du Rapport.

A. ÉVOLUTION VERS L'INFORMATIQUE EN NUAGE

Les gouvernements et les entreprises s'intéressent de plus en plus à l'informatique en nuage et à l'économie infonuagique. Selon une étude récente, l'informatique en nuage sera l'une des révolutions technologiques majeures des vingt prochaines années, période durant laquelle elle sera amenée à se développer avec des conséquences très importantes pour les marchés, les pays et les sociétés (Manyika et al., 2013). Selon cette étude, d'ici à 2025, la plupart des applications et services informatiques et Internet pourraient faire appel à l'informatique en nuage et la plupart des entreprises pourraient exploiter des infrastructures et des services de ce type. S'il est toujours difficile, voire risqué, de prévoir son évolution autant à l'avance, les décideurs politiques et les chefs d'entreprise devraient commencer par se pencher sur les occasions qu'offre ce phénomène en plein essor, mais aussi les risques qu'il comporte.

Dit simplement, l'informatique en nuage permet aux utilisateurs d'accéder, par le biais d'Internet ou d'autres réseaux numériques, à un ensemble modulable et très souple d'espaces de stockage et de ressources informatiques au moment où ils en ont besoin (voir aussi la section I.B). La métaphore du «nuage» peut être trompeuse, en l'occurrence. Loin d'être un phénomène désincarné évoluant dans le cyberspace, l'informatique en nuage est au contraire rendue possible par tout un ensemble de dispositifs, de réseaux, d'espaces de stockage, de services et d'interfaces nécessaires à la fourniture d'un service informatique. L'une de ses principales caractéristiques est qu'elle implique souvent le

transfert et le traitement de données vers un serveur contrôlé par une tierce partie.

La transition vers le nuage à laquelle on assiste transforme la relation entre télécommunications, entreprises et société, qui a été rendue possible par la formidable augmentation de la puissance de traitement et de stockage des données et par la prodigieuse accélération de la vitesse de transmission, accompagnée d'une forte baisse des prix (voir encadré I.1).

D'une certaine façon, l'informatique nuage fait reculer la relation entre utilisateur et ordinateur dans le temps (voir tableau I.1). L'informatique avait commencé dans les années 1950 et 1960, par l'utilisation de «grands systèmes», auxquels on accédait par des «terminaux non intelligents», c'est-à-dire des appareils dont le fonctionnement ressemblait à celui de machines à écrire et qui ne disposaient d'aucune capacité de traitement autonome. Le micro-ordinateur (ou ordinateur personnel) a fait son apparition dans les années 1980, permettant aux utilisateurs de disposer de leur propre puissance de calcul et de stockage, indépendamment des grands systèmes. Lorsque, dans ce nouveau modèle, il a fallu accéder à des informations distantes, l'ordinateur de l'utilisateur, dit client, s'est connecté à un serveur (systèmes client-serveur). Au départ, il n'a été possible d'accéder à l'Internet que par une connexion lente, par ligne commutée. Cet accès a tout d'abord été réservé à la messagerie électronique et au téléchargement de fichiers puis, plus tard, il s'est étendu à la connexion aux sites Internet. Le développement des réseaux de télécommunications a accéléré l'accès à des applications plus complexes.

Alors que la transition vers l'informatique en nuage s'est déroulée progressivement, cela ne fait que

Tableau I.1. Des grands systèmes au nuage informatique

	1960	1970	1980	1990	2000	2010	>>>>>>
Caractéristiques	Grands systèmes		>>>>		Systèmes client-serveur	>>>>	Informatique en nuage
Technologiques	Calcul et stockage centralisés, clients légers			Optimisé pour un rendement maximal en raison de son coût élevé		Coût initial élevé du matériel et du logiciel	
Économiques	Micro-ordinateurs et serveurs pour le calcul distribué, le stockage, etc.			Optimisé pour une souplesse maximale grâce à son faible coût		Licences permanentes pour les systèmes d'exploitation et les applications	
Modèle économique	Grands centres de données, modularité, matériel bon marché, terminaux			Efficacité et souplesse à plus grande échelle		Possibilité de payer au fur et à mesure et uniquement à l'usage	

Source: CNUCED, d'après Microsoft (2010).

Encadré I.1. Accroissement de la puissance de calcul et accélération de la transmission des données

Quelques exemples illustrent la phénoménale évolution de la capacité de traitement, de stockage et de transmission des données des ordinateurs.

- **Puissance de traitement.** Le premier transistor, précurseur du microprocesseur, qui constitue le «cerveau» d'un ordinateur, a été fabriqué à la main en 1947. Gordon Moore, l'un des fondateurs du fabricant de microprocesseurs Intel, avait prédit en 1965 que le nombre de transistors sur une carte-mère doublerait environ chaque année (loi de Moore). Le premier processeur d'Intel (le 4004) a été commercialisé en 1971; le processeur de cette marque que l'on trouve actuellement dans le commerce et qui mesure 22 nanomètres, est 4 000 fois plus rapide, ne consomme que 0,02 % de l'énergie et coûte 50 000 fois moins cher que le premier (Intel, 2011).
- **Capacités de traitement numérique.** La «mémoire technologique» du monde a doublé plus ou moins tous les trois ans entre 1986 et 2007, soit à peu près le temps qu'il a fallu à l'informatique en nuage pour prendre son essor. Durant cette période, cette capacité est passée de 2,5 exa-octets compressés de façon optimale^a (1 % numérisé) à environ 300 exa-octets (94 % numérisés) (Hilbert et López, 2011). Le premier micro-ordinateur d'IBM (IBM PC), commercialisé en 1981, coûtait 3 000 dollars et ne fonctionnait qu'avec des disquettes d'une capacité de stockage de 160 kilo-octets^b. En 2010, il était possible d'acheter un disque dur capable de stocker la musique enregistrée du monde entier pour 600 dollars^c.
- **Vitesses de transmission.** Au niveau aussi bien de l'utilisateur que de la dorsale, les débits ont augmenté de façon spectaculaire. Le débit théorique le plus rapide d'une connexion par réseau commuté en 1993, l'année du lancement des systèmes de navigation sur Internet, était de 56 kbps. En 2013, des abonnements au haut débit proposent une vitesse de 2 gigabits par seconde (Gbps), soit près de 36 000 fois plus (voir aussi la section II.B). Le premier câble transatlantique en fibre optique, TAT-8, a été mis en service en 1988. Il affichait un débit de 280 Mbps^d. En 2011, le système de câbles sous-marin d'Hibernia Atlantic atteignait un débit de 100 Gbps, soit une valeur environ 350 fois plus élevée^e.

Source: CNUCED.

^a L'octet (8 bits) est l'unité de mesure de l'information numérique. Un exa-octet est égal à un quintillion d'octets.

^b Voir http://www-03.ibm.com/ibm/history/exhibits/pc25/pc25_press.html (consulté le 2 octobre 2013) et http://www-03.ibm.com/ibm/history/exhibits/pc25/pc25_fact.html (consulté le 2 octobre 2013).

^c Kevin Kelly, Web 2.0 Expo and Conference, 29 mars 2011. Vidéo disponible à l'adresse www.web2expo.com/webexsf2011/public/schedule/proceedings (consulté le 2 octobre 2013).

^d Voir <http://atlantic-cable.com/Cables/speed.htm> (consulté le 2 octobre 2013).

^e Voir <http://www.submarinenetworks.com/systems/trans-atlantic/hibernia-atlantic/hibernia-atlantic-trials-100g-transatlantic> (consulté le 2 octobre 2013).

quelques années que l'on est passé du traitement et du stockage de données sur le matériel client à l'utilisation de centres de données «dans le nuage». Comme il était précisé dans un article de recherche récent sur l'informatique en nuage (Crémer et al., 2012):

Le développement de l'Internet portait déjà les germes de l'informatique en nuage [...] dont l'évolution récente est davantage une question de degré que de nature. Toutefois, lorsqu'il y a suffisamment de degrés différents, cela entraîne une transformation radicale de la nature même du phénomène.

Bien que le modèle des grands systèmes ressemble au paradigme actuel de l'informatique en nuage, ces deux cadres conceptuels présentent aussi des différences fondamentales. À l'époque des grands systèmes, des ressources rares et onéreuses de stockage et de

traitement des données étaient rationnées et mises à disposition d'un nombre limité d'utilisateurs dans l'entreprise. En revanche, l'informatique en nuage s'est développée à une période où les capacités de stockage et de traitement des données étaient abondantes. Les fournisseurs de services sur le nuage cherchent à mettre à la disposition d'un nombre croissant d'internautes et d'utilisateurs du nuage des applications plus accessibles et plus diverses grâce à la baisse des prix rendue possible par cette abondance. Le succès de l'informatique en nuage dépend manifestement de la conjonction entre une capacité informatique importante (capacité de stockage et puissance de calcul) et un système fiable de transmission à haut débit (qui permet aux utilisateurs d'accéder à cette capacité de traitement en temps réel ou quasiment).

Comme cela est développé plus loin, ce nouveau modèle diminue les investissements informatiques, renforce l'efficacité de l'exploitation (par l'introduction de nouveaux modèles administratifs et de prestation de services), fait appel à de nouvelles applications et améliore le service à la clientèle. Il a été avancé que si le stockage et le traitement des données des États et des entreprises se faisaient par des services en nuage, cela pourrait stimuler l'efficacité, la productivité et la croissance économique. Parallèlement, ces gains ne seront pas automatiques et ils risquent d'être répartis de façon inégale entre pays, au sein de la société et dans le temps. L'adoption de services en nuages dans les pays en développement se heurte à d'importants obstacles, qui sont abordés plus loin dans le présent Rapport, notamment à des déficiences au niveau des infrastructures et des dispositions juridiques et réglementaires. Comme dans d'autres pays, la sécurité, la protection des données, la confidentialité et la fiabilité suscitent aussi des inquiétudes. En outre, dès les premières étapes du développement des services en nuage, certains experts ont mis en garde face au risque de perte de contrôle sur les logiciels utilisés parce que les serveurs appartiennent à des tiers et que les clients n'ont pas d'accès au code source employé¹. Tous ces aspects complexes de l'économie infonuagique ont des conséquences importantes non seulement pour les personnes, les entreprises et les gouvernements, mais pour le développement économique et social en général.

L'informatique en nuage produit d'ores et déjà ses effets sur les échanges électroniques entre gouvernements, entreprises et citoyens. Des services grand public comme la messagerie électronique en ligne, les réseaux sociaux et le partage de fichiers figurent parmi les applications les plus répandues sur Internet. Elles reposent toutes sur des services dans le nuage. Les entreprises et les gouvernements, en particulier dans les pays développés, transfèrent un nombre croissant de données vers le nuage et préfèrent utiliser les services infonuagiques plutôt que de s'appuyer sur leur propre matériel et leurs logiciels. Pour certains d'entre eux, le nuage est devenu la norme, au moins pour le stockage des données, de nouveaux services devant bientôt suivre le même chemin. Certains observateurs ont mis en garde contre les effets de mode de l'informatique en nuage qui rappellent ceux à l'œuvre à l'époque de la bulle Internet, compte tenu des prévisions excessivement optimistes formulées pour les prochaines années (Renda, 2012, p. 25). Ainsi, les grands prestataires

de services dans le nuage déboursent des sommes importantes pour mettre la main sur des entreprises plus petites qui ont développé de nouveaux services et applications dans ce domaine².

Le reste du présent chapitre est organisé comme suit. La section B définit ce qu'est l'informatique en nuage, ses services et d'autres termes propres à ce domaine. Dans la section C sont évoqués les principaux avantages et écueils liés à l'adoption de services en nuage, du point de vue de différents utilisateurs. La section D décrit les principaux acteurs de l'économie infonuagique et leurs échanges, ainsi qu'un modèle descriptif de l'écosystème de l'économie infonuagique. Enfin, dans la section E sont abordées les principales problématiques développées et le contenu des chapitres suivants.

B. DÉFINITION DES PRINCIPAUX TERMES UTILISÉS

Afin de comprendre les incidences de la nouvelle économie infonuagique, c'est-à-dire les interactions entre les fournisseurs de services en nuage et leurs clients dans les différentes composantes de la société, il est important d'expliquer tout d'abord clairement ce que signifie l'informatique en nuage, de décrire ses effets et de présenter son fonctionnement. La présente section fournit les définitions essentielles qui permettent de comprendre le fonctionnement de l'informatique en nuage et de l'économie infonuagique dans le reste du présent Rapport.

1. Informatique et services en nuage

L'informatique en nuage est un concept qui ne cesse d'évoluer. En effet, elle ne correspond plus aujourd'hui à ce qu'elle était il y a cinq ans, ni à ce qu'elle sera dans cinq ans. Les aspects techniques du «nuage», son modèle économique, mais aussi la façon dont il est vécu, sont couverts par différentes définitions.

L'informatique en nuage est un moyen de fournir des applications, des services ou du contenu à des utilisateurs finals éloignés, qui ne sont alors plus obligés de disposer de leurs données, de leurs logiciels ou de leurs applications sur leurs propres appareils: c'est ce que l'on appelle la «virtualisation». Par l'automatisation de l'infrastructure et des processus d'application (dont la configuration, l'installation, la mise à l'échelle

automatique et la reprise après un incident technique) le fournisseur des services en nuage possède des données, exécute des applications et fournit des services pour le compte de ses clients. Les données et les applications sont gérées par des interfaces de programmation d'applications (API) entre le logiciel dans le nuage et le système informatique du client. La virtualisation permet aussi à de nombreux utilisateurs de partager des ressources comme des serveurs et de l'espace de stockage, qui sont mutualisés dans des systèmes «multi-locataire», afin de rentabiliser au maximum les centres de données et de répartir les frais généraux entre les divers clients du nuage, ce qui réduit encore le coût total d'utilisation.

Le modèle économique de l'informatique en nuage est la location ou le paiement à l'usage d'actifs et de ressources informatiques, par opposition au modèle de propriété (du matériel et du logiciel) qui a eu cours à l'époque des systèmes client-serveur. L'informatique en nuage consiste à exploiter la capacité de stockage de très grands centres de données et les capacités de communication d'une infrastructure de haut débit, lorsque ces deux possibilités existent, de façon à réaliser des économies d'échelle et de gamme qui se traduisent par une baisse du coût pour l'utilisateur final. Les modalités juridiques et économiques de telles dispositions font l'objet d'un contrat entre fournisseurs de services dans le nuage et leurs clients, et elles sont régies par des contrats de niveau de service (SLA) passés entre eux (Association européenne des exploitants de réseaux de télécommunications (ETNO), 2011).

Une définition très répandue de l'informatique en nuage qui s'appuie sur ces descriptions est celle du National Institute of Standards and Technology (NIST) des États-Unis d'Amérique, à savoir (NIST, 2011):

L'informatique en nuage est un modèle qui permet un accès universel, pratique et à la demande à un ensemble partagé de ressources informatiques configurables (réseaux, serveurs, espace de stockage, applications et services) pouvant être rapidement mis en œuvre et arrêté, avec un effort minimal de gestion ou d'échanges avec le fournisseur dudit service.

Une autre définition a été proposée plus récemment (avril 2013) par l'Union internationale des télécommunications (UIT) et l'Organisation internationale de normalisation (ISO)³:

L'informatique en nuage est un modèle qui permet l'accès par le réseau à un ensemble configurable et

très souple de ressources virtuelles ou matérielles mutualisées pouvant être mobilisées à la demande et administrées en libre service.

Ces deux définitions établissent la nature fondamentale du concept. À partir de ces dernières, les «services en nuage» ont été définis comme des services fournis et utilisés par les clients «à la demande à n'importe quel moment par le biais de n'importe quel réseau d'accès et de n'importe quel support connecté [au moyen] des technologies de l'informatique en nuage» (UIT, 2012a). Une autre distinction peut être faite entre services dans le nuage accessibles via un navigateur Internet et ne nécessitant donc pas l'installation d'un logiciel chez le client et les «services infonuagiques», qui nécessitent l'installation d'un logiciel pour pouvoir utiliser les ressources du nuage. Pour des raisons de simplicité, l'un ou l'autre terme sera employé indifféremment pour désigner ces deux types de services.

2. Catégories de services infonuagiques

Les caractéristiques qui viennent d'être définies correspondent à un certain nombre de services infonuagiques différents. Ces derniers sont souvent appelés «XaaS» (de l'anglais «as a service»), X étant le type de service proposé au client par le fournisseur du service (voir diagramme de l'écosystème dans la figure I.2). Un certain nombre de catégories différentes de XaaS sont décrites dans la littérature, en fonction du niveau de détail recherché. Les trois catégories couramment utilisées pour désigner la gamme de services actuellement disponibles sont l'infrastructure en ligne (IaaS), la plate-forme en ligne (PaaS) et le logiciel en ligne (SaaS). Ces catégories sont comparées entre elles et avec les systèmes informatiques traditionnels dans le tableau I.2.

- **IaaS.** Le client utilise les ressources informatiques mises à sa disposition par le fournisseur (traitement et stockage de données, réseaux et autres ressources essentielles) et déploie et utilise ses propres logiciels, à savoir ses systèmes d'exploitation et ses applications. Le client ne peut pas gérer, ni contrôler l'infrastructure sous-jacente, mais il a la main sur les systèmes d'exploitation, l'espace de stockage et les applications déployées, et sur certains éléments du réseau (par exemple les pare-feu de l'hôte). Grâce à la flexibilité de stockage et de traitement de l'IaaS, l'organisation

Tableau I.2. Systèmes et services informatiques

Informatique traditionnelle		IaaS		PaaS		SaaS	
Géré par l'utilisateur	Applications	Géré par l'utilisateur	Applications	Géré par l'utilisateur	Applications	Fourni en ligne	Applications
	Données		Données		Données		Données
	Temps d'exécution		Temps d'exécution		Temps d'exécution		Temps d'exécution
	Logiciel médiateur	Fourni en ligne	Logiciel médiateur	Fourni en ligne	Logiciel médiateur	Fourni en ligne	Logiciel médiateur
	Système d'exploitation		Système d'exploitation		Système d'exploitation		Système d'exploitation
	Virtualisation		Virtualisation		Virtualisation		Virtualisation
	Serveurs		Serveurs		Serveurs		Serveurs
	Stockage		Stockage		Stockage		Stockage
	Réseaux		Réseaux		Réseaux		Réseaux

Source: Microsoft, 2010.

ou l'entreprise peut accéder facilement à une infrastructure informatique au moment où elle en a besoin, c'est-à-dire par exemple lorsque la demande est incertaine ou imprévisible.

- **PaaS.** Le client déploie ses applications et ses données sur une plate-forme en ligne comprenant des outils de programmation et appartenant au fournisseur et gérée par lui. Les développeurs d'applications pour la téléphonie mobile développent et commercialisent souvent leurs services sur des plates-formes en ligne. Le client ne gère, ni ne contrôle l'infrastructure sous-jacente, c'est-à-dire les réseaux, les serveurs, les systèmes d'exploitation ou l'espace de stockage, mais il a la main sur les applications déployées et il peut parfois aussi régler la configuration de l'environnement qui héberge l'application. Ainsi, un développeur d'applications Android peut, grâce à une PaaS, s'assurer que son application tire automatiquement parti des changements de ce système d'exploitation et en respecte l'aspect extérieur au fur et à mesure que de nouvelles versions du système Android apparaissent.
- **SaaS.** Le client utilise les logiciels installés sur l'infrastructure de son fournisseur de services à la place de ses propres équipements. Il accède à ses applications à partir de ses terminaux soit via un client léger comme un navigateur Internet (par exemple, une messagerie Web), soit via un logiciel d'interface. Dans le SaaS, le client ne gère, ni ne contrôle l'infrastructure sous-jacente et il accède aux applications par un navigateur Internet ou une interface de programme distincte⁴. Une autre forme de XaaS qui pourrait être largement intégrée au SaaS est la CaaS (services de communication

en ligne), qui intègre les services infonuagiques de messagerie et des applications VoIP⁵.

Chacune de ces catégories se caractérise par le type de service à distance qui est mis à la disposition du client par le fournisseur de service, moyennant un contrat de location ou un abonnement. Globalement, le modèle de service le plus répandu aujourd'hui est le SaaS, suivi par l'IaaS et le PaaS (chapitre II). Toutefois, comme cela est montré dans les chapitres suivants, les degrés de prévalence diffèrent considérablement entre pays, selon le niveau de développement de l'infrastructure haut débit et de la réglementation.

3. Modèles de déploiement du nuage

En plus de correspondre à différentes catégories, les services infonuagiques peuvent être déployés de diverses façons, à savoir:

- **Les nuages publics** sont des ressources en libre accès qui offrent des services via un réseau ouvert au public, comme, par exemple, Amazon Elastic Compute Cloud (EC2), le Blue Cloud d'IBM, Sun Cloud, Google AppEngine et Windows Azure Services Platform. De nombreux services grand public, comme la messagerie et le stockage en ligne, sont des services de nuage public.
- **Les nuages privés**, en revanche, sont un réseau informatique propriétaire fourni pour une seule organisation (par exemple, une administration publique ou une grande entreprise). Un nuage privé peut être géré et hébergé en interne ou par une partie tierce.
- **Les nuages communautaires** sont des ressources ou des services partagés, fournis à un

groupe limité de clients ou d'utilisateurs. Ils peuvent être gérés et hébergés en interne ou par un tiers. Les nuages privés sont une solution intermédiaire entre nuage public et nuage privé.

- **Les nuages hybrides** élargissent les possibilités de déploiement de services infonuagiques en combinant les modèles de déploiement décrits plus haut, par exemple, de nuage public et privé. Ce choix peut se révéler précieux, par exemple, lorsque le degré de sécurité dont doivent bénéficier les données et les applications est différent ou que ces dernières relèvent de règlements différents.

Dans la pratique, les services en nuage public et privé proposés par les grands fournisseurs de services sont hébergés dans les mêmes centres de données. Les gouvernements et les entreprises peuvent faire, selon leurs besoins, appel à plusieurs «nuages» et à plusieurs fournisseurs de services infonuagiques. L'interopérabilité entre «nuages» et fournisseurs de services joue par conséquent un rôle important dans la mesure où elle permet la souplesse et la mise en concurrence des services, et surtout parce qu'elle permet aux clients de changer de fournisseur.

Les utilisateurs des services infonuagiques ont des besoins différents et sont donc susceptibles de privilégier des modèles de déploiement différents. Actuellement, les particuliers et les petites et moyennes entreprises (PME) font largement appel au nuage public, soit volontairement (par exemple, en utilisant des services de stockage de données), soit, très souvent, sans même s'en rendre compte (par exemple en fréquentant les réseaux sociaux ou en consultant leurs messages en ligne). De nombreux services grand public des nuages publics sont soit gratuits pour les clients et financés par la publicité, soit facturés à prix modique. Ces modèles économiques existent grâce aux économies d'échelle considérables réalisées par des centres de données qui sont capables de traiter de très grands volumes d'informations (voir encadré I.2). Toutefois, malgré tout, la clientèle de grandes administrations et entreprises a jusqu'à présent privilégié le nuage privé, qui peut être plus facilement adapté à des besoins particuliers et qui est perçu comme offrant plus d'avantages sur le plan de la sécurité et de la protection des données.

Les divers aspects de l'informatique en nuage qui ont été définis plus haut sont énumérés à la figure I.1. Cette illustration montre aussi les caractéristiques qui confèrent un avantage comparatif à l'informatique en nuage par rapport à d'autres modèles de traitement

de données (National Institute of Standards and Technology, 2011). Ces caractéristiques sont les suivantes:

- **Large accès au réseau.** Accès au réseau via des terminaux standard comme des micro-ordinateurs, des ordinateurs de bureau, des tablettes ou des téléphones intelligents;
- **Déploiement évolutif.** Capacité à ajuster rapidement l'accès aux informations ou les services fournis en fonction des exigences des utilisateurs;
- **Service tarifé à l'utilisation.** Modèle économique dans lequel l'accès aux données ou le service fourni est contrôlé et facturé en fonction de l'utilisation;
- **Service individuel et à la demande.** Principe permettant aux utilisateurs d'exploiter les applications en fonction de leurs besoins, à leur propre initiative et sans avoir à négocier les conditions d'accès au moment où ils en ont besoin;
- **Mutualisation des ressources.** Le fournisseur de services infonuagiques met les ressources à disposition de nombreux utilisateurs et non à un seul. Par ailleurs, ces ressources sont attribuées en fonction des besoins et à la demande de l'utilisateur, ce qui les rend moins onéreuses à l'unité que si elles étaient affectées à un seul utilisateur;
- **Système multi-locataire.** Les ressources physiques et virtuelles sont attribuées de façon à rendre les calculs et les données des différents «locataires» invisibles les uns pour les autres et à les cloisonner entre eux.

C. INCITATIONS ET OBSTACLES LIÉS À L'INFORMATIQUE EN NUAGE

La transition vers l'informatique en nuage comporte des avantages, mais aussi des risques et des coûts. Les gouvernements et les organisations des secteurs public et privé ont donc fortement intérêt à analyser soigneusement les répercussions d'une telle transition et à anticiper la suite qu'ils comptent lui donner.

Avec ses importantes économies d'échelle, le modèle économique du nuage offre une rentabilité qui laisse à penser qu'il pourrait devenir la norme et non plus l'exception pour le stockage de données et la fourniture de services. C'est d'ailleurs déjà ce qui se passe pour certaines applications grand public utilisées dans le monde entier, comme la messagerie

Encadré I.2. Économies d'échelle et informatique en nuage

La considérable puissance de calcul des très grands centres de données qui sont au cœur de l'activité des principaux fournisseurs de services en nuage a des répercussions très différentes sur les modèles économiques par rapport aux centres de données traditionnels. En effet, un centre de données traditionnel se compose d'un ensemble de ressources informatiques d'entreprise. En règle générale, il héberge du matériel capable de faire fonctionner toute une série d'applications (et d'architectures logicielles) et il doit en conséquence être en mesure de gérer des charges complexes. Cela nécessite la mise en œuvre de multiples outils de gestion et comporte des coûts de maintenance élevés. Par conséquent, les centres de données traditionnels ont en général toujours disposé d'un excédent de capacité et leur fonctionnement a toujours été relativement onéreux. Les différences de coûts entre centres de données traditionnels et les très grands centres de données utilisés par l'informatique en nuage sont illustrées dans le tableau I.1 ci-dessous. La variation des coûts en valeur absolue, mais aussi relativement les uns aux autres, souligne l'important potentiel de réduction des coûts que l'informatique en nuage rend possible.

Tableau I.1 de l'encadré. Économies d'échelle dans les centres de données

	<i>Coût d'un centre de données de taille moyenne</i>	<i>Coût d'un très grand centre de données</i>	<i>Ratio</i>
Réseau	95 \$ par Mbps et par mois	13 \$ par Mbps et par mois	7,1
Stockage	2,2 \$ par Go et par mois	0,40 \$ par Go et par mois	5,7
Administration	Environ 140 serveurs/administrateur	Moins de 1 000 serveurs/administrateur	7,1

Source: Armbrust et al., 2009.

Les économies d'échelle sont encore plus importantes lorsque l'on regroupe les centres de données qui constituent le «nuage». Les grands fournisseurs de services en nuage n'entreposent pas forcément toutes les données d'un client dans un centre de données particulier, mais ils les répartissent entre plusieurs grands centres, qui se trouvent souvent dans des territoires différents. C'est d'ailleurs de cette capacité qu'ils tirent leur avantage concurrentiel. En interconnectant ces groupes, les fournisseurs de services infonuagiques disposent d'une puissance de calcul encore plus importante. La capacité à optimiser une telle puissance de calcul cumulée nécessite habituellement que les données circulent d'un pays à l'autre, ce qui crée des difficultés d'ordre politique et réglementaire.

Source: CNUCED.

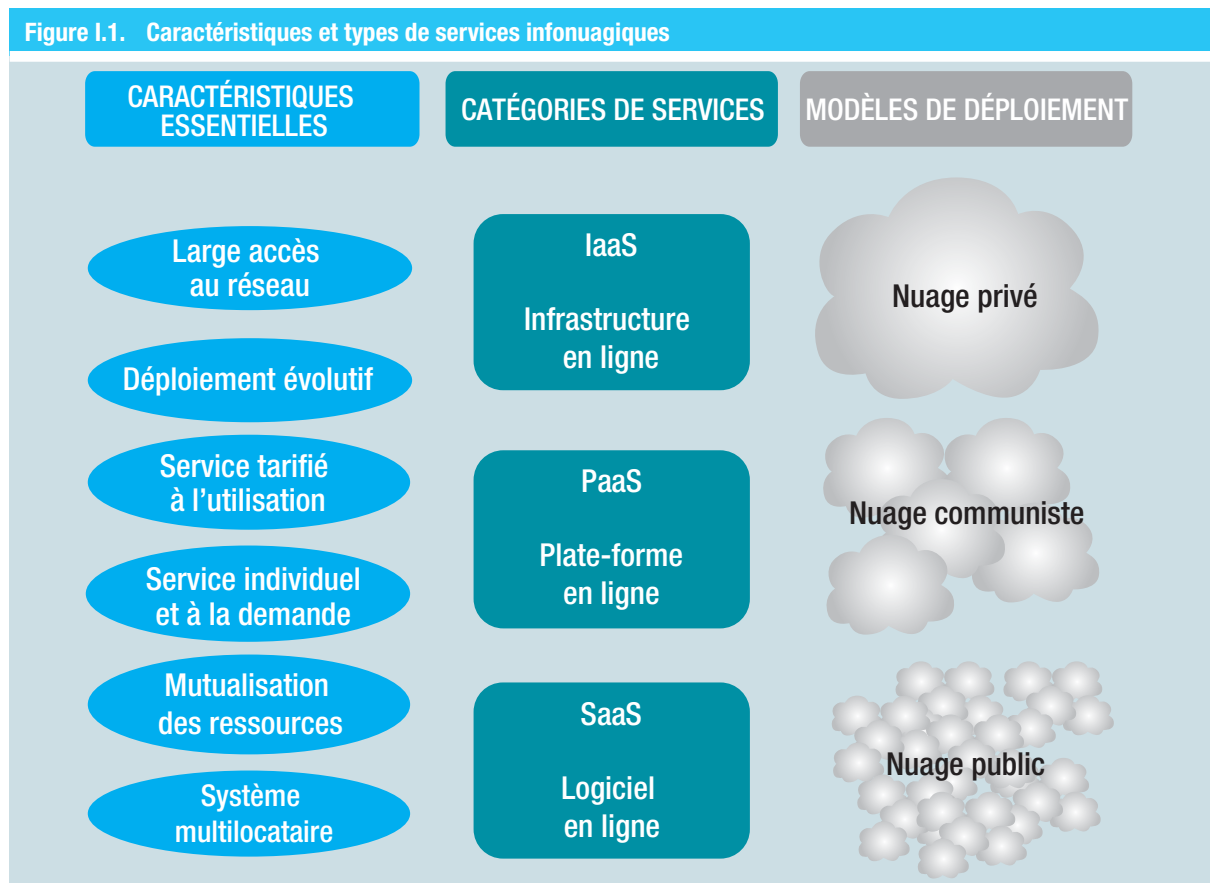
sur le Web et les réseaux sociaux. Dans les pays développés, les services en nuage sont largement utilisés par pratiquement toutes les sociétés cotées en Bourse et les grandes entreprises du secteur privé, mais ils sont moins répandus dans les PME. Si les taux d'adoption ne sont pas encore aussi élevés dans les pays en développement, les entreprises de ces pays commencent à s'intéresser aux services en nuage et l'économie de ces pays sera touchée par la domination croissante de ce phénomène (voir chapitre III).

Une abondante littérature est consacrée aux avantages à venir de l'informatique en nuage. Elle est toutefois principalement constituée d'études menées ou parrainées par le secteur lui-même et pas forcément par des organismes de recherche indépendants. Dans les pays en développement en particulier, le phénomène est encore trop récent pour qu'il soit déjà possible de réaliser des évaluations d'impact concluantes au niveau des entreprises, des

organisations ou des économies nationales. Toutefois, un consensus existe sur les principaux avantages à venir d'un tel phénomène. Ces derniers se résument aux trois idées suivantes, qui sont développées au chapitre III:

1. Économies. Dans les entreprises classiques, il est rare que le matériel et le logiciel soient exploités à leurs pleines capacités ou à un niveau proche de celles-ci. En regroupant la demande, les prestataires rentabilisent davantage le matériel que leurs clients, ce qui leur permet de répercuter les économies d'échelle sur les utilisateurs. Ces facteurs permettent de réaliser des économies dans trois grands domaines:

- a) Les besoins en appareils assurant la connexion peuvent être bien moindres, les spécifications étant plus souples et les mises à jour moins souvent nécessaires;
- b) Les dernières versions des logiciels peuvent être utilisées à la demande au lieu d'être achetées



Source: CNUCED, d'après le National Institute of Standards and Technology (2011).

- (ou piratées) avant d'être téléchargées sur tous les matériels où elles peuvent être nécessaires;
- c) Les besoins en personnel qualifié dans la maintenance et le support sont moins importants (bien qu'il soit indispensable de disposer d'un personnel spécialisé dans la gestion, les achats et les autres aspects techniques mais aussi tout aussi qualifié dans l'environnement infonuagique que traditionnel).

Globalement, l'adoption du nuage permet aux entreprises de mobiliser une part importante de leurs ressources en capital dans des dépenses d'exploitation qui sont plus rapidement rentabilisées. Les nuages publics et communautaires sont mieux placés pour les économies d'échelle, car la demande y est davantage regroupée. Toutefois, les gouvernements et les entreprises sont nombreux à privilégier le nuage privé, car ils mettent en balance ces avantages avec certains problèmes tels que le contrôle de la gestion des données et la sécurité.

2. Accès souple et à la demande aux fonctions et forte modularité. La souscription à des services infonuagiques permet aux entreprises de mettre en

œuvre de nouvelles procédures administratives ou de service à la clientèle plus rapidement que par l'acquisition, le développement et l'exécution d'applications sur mesure. De même, les clients du service infonuagique peuvent augmenter ou diminuer plus ou moins instantanément le volume de services ou de ressources infonuagiques dont ils ont besoin en fonction de la fluctuation de la demande. Ils peuvent ainsi gérer plus facilement les pics de charge et réduire leur utilisation lorsque la charge diminue.

3. Amélioration de la gestion, de la fiabilité et de la sécurité informatique. Les fournisseurs de services infonuagiques affirment qu'ils aident les entreprises à exploiter de nouveaux modèles d'administration et de service plus souples et réactifs à l'évolution du comportement des consommateurs et de la demande, mais le nuage permettrait aussi selon eux une migration en douceur des données et des services lors du passage d'une génération de logiciels à une autre. Pour les organisations qui ne disposent pas du personnel informatique nécessaire pour protéger et sécuriser les systèmes, les solutions infonuagiques permettent une sauve-

garde plus efficace et systématique des données, et un accès aux compétences spécialisées du fournisseur.

Toutefois, comme il est souligné plus haut, une simple migration des données ou des applications vers le nuage ne suffit pas à obtenir de tels gains. Les entreprises dont la gestion des données doit répondre à des exigences très variables ou dont les relations avec la clientèle sont complexes et nécessitent des échanges fréquents devraient bénéficier plus que les autres de la flexibilité inhérente aux services en nuage. Les PME du secteur manufacturier et du secteur des services non informatiques, de taille généralement trop modeste pour employer du personnel informatique qualifié, peuvent réduire leurs coûts informatiques directs en recourant aux services infonuagiques.

En même temps, le prix des services et des installations supplémentaires facturé par les fournisseurs de services infonuagiques peut entamer une partie des économies réalisées grâce à l'adoption de ces services. Dans la plupart des cas, le coût initial de la migration vers le nuage doit être pris en compte dans les calculs coûts-avantages; c'est aussi un facteur qui peut dissuader les petites entreprises de franchir le pas.

Comme cela est généralement le cas avec l'introduction d'une nouvelle technologie, les avantages qui viennent d'être décrits ne sont pleinement réalisables que si les systèmes de gestion et d'exploitation sont reconfigurés et le personnel formé dans cette perspective. Les procédés administratifs hérités du passé doivent être réorganisés et réformés de façon à optimiser les applications infonuagiques et les coûts de communication. Le matériel et les logiciels dépassés devront peut-être aussi être déclassés. Les services informatiques internes doivent être restructurés, de façon à s'assurer que les compétences essentielles sont conservées et que celles qui ne sont plus nécessaires sont éliminées. La nécessité d'une refonte de l'organisation de l'entreprise peut engendrer d'importants coûts de migration, que les entreprises et d'autres organisations doivent mettre en regard avec les avantages financiers procurés.

L'élaboration de normes professionnelles constitue un autre aspect important de la question. L'informatique en nuage est un phénomène nouveau et qui évolue rapidement, avec l'apparition constante de nouveaux services et de nouvelles modalités de prestation de

ces services. Différents fournisseurs proposent des démarches différentes, qui se fondent sur des modèles économiques, des capacités et des profils de clientèle différents. Dans un marché en pleine croissance, chacun cherche à se procurer des avantages en se différenciant de ses concurrents et en proposant souvent des systèmes propriétaires. Toutefois, du point de vue des clients, l'établissement de normes stimule la concurrence entre les prestataires. Les clients ne peuvent tirer véritablement profit de la multitude de fournisseurs que si les services proposés par ces fournisseurs sont interchangeable; par ailleurs, ils ne peuvent effectuer la migration de leurs données et de leurs applications pour passer d'un fournisseur à un autre et profiter ainsi d'une baisse des prix ou d'une amélioration de la qualité que s'ils ne sont pas captifs de normes exclusives. Le degré actuellement limité des normes incite certaines entreprises à émettre des réserves sur la migration⁶.

En plus des considérations liées aux coûts, les clients potentiels des services infonuagiques s'inquiètent de deux facteurs particulièrement importants, à savoir la sécurité et la confidentialité des données, et le contrôle sur la façon dont sont gérées les données transférées dans le nuage. Le passage à l'informatique en nuage peut se traduire par une perte de contrôle sur les applications et les données lorsque les calculs sont effectués sur un serveur qui n'appartient pas à l'utilisateur. Ainsi, les clients du nuage ne peuvent pas toujours savoir exactement où leurs données sont traitées et stockées, s'assurer que leurs données ne sont pas partagées ni manipulées de façon non conforme au contrat passé avec le fournisseur de service, ou avoir accès au code source des services auxquels ils ont souscrit. Les gouvernements et les entreprises s'inquiètent de dépendre de grands fournisseurs de services en nuage, en particulier lorsque le siège et les installations de ces fournisseurs se trouvent dans un autre pays. Les inquiétudes relatives à la protection et à la confidentialité des données s'ajoutent alors aux craintes de voir des tiers (y compris des gouvernements étrangers) s'emparer de données personnelles, économiques ou nationales sensibles. Ces aspects retiennent davantage l'attention depuis les révélations selon lesquelles certains gouvernements auraient des liens avec des fournisseurs de services en nuage qui leur permettraient d'accéder aux données hébergées sur leurs serveurs⁷. En outre, le risque existe de voir les fournisseurs profiter de leur emprise sur le marché pour rendre leurs clients captifs d'une relation

commerciale moins satisfaisante et plus coûteuse pour ces derniers.

L'avènement de l'informatique en nuage dépend dans une large mesure de la disponibilité de réseaux de communication fiables, abordables et de qualité. Dans la pratique, cela passe par des réseaux à haut débit capables de relier toutes les parties des chaînes d'approvisionnement décrites dans la section suivante, consacrée à l'écosystème de l'économie infonuagique. L'accès et la qualité variables de ces réseaux dans certains pays modifient fondamentalement la capacité des entreprises et d'autres organisations à intégrer avec succès l'économie infonuagique. De nombreux pays à faible revenu n'ont qu'un accès restreint ou inadapté à une infrastructure de haut débit de qualité à prix abordable, et connaissent une pénurie de main d'œuvre qualifiée en informatique (voir chapitre II). Dans ce contexte, tout débat sur l'informatique en nuage doit être placé dans le contexte plus large du renforcement de la préparation aux TIC. Les obstacles que l'on rencontre dans les domaines traditionnels de déploiement des TIC peuvent effectivement s'opposer à l'adoption du nuage.

Du point de vue de l'offre, les pays en développement doivent également tenir compte du rôle que leurs entreprises locales peuvent jouer dans l'économie infonuagique, soit en offrant leurs propres services annexes, soit en ajoutant de la valeur à des services infonuagique existants. L'avènement de l'informatique en nuage peut avoir une influence sur la croissance et l'évolution du secteur informatique local et permettre à certaines entreprises (notamment des jeunes pousses) à prospérer tout en faisant perdre son utilité au modèle économique d'autres organisations.

D. ÉCOSYSTÈME DE L'ÉCONOMIE INFONUAGIQUE

Le terme «écosystème de l'économie infonuagique» englobe le déploiement et les retombées de l'informatique et des services en nuage dans le cadre élargi de l'économie de l'information et, par conséquent, leur apport au développement économique national. L'économie infonuagique va plus loin que l'informatique en nuage, de même que l'économie de l'information ne se réduit pas aux TIC. Cet écosystème comprend un ensemble complexe de relations, de synergies et d'échanges entre la technologie et l'entreprise, la gouvernance

et l'innovation, la production et la consommation, ces domaines faisant intervenir différents acteurs et contribuant de différentes façons au développement économique et social. C'est l'évolution de cet écosystème et non le potentiel de la seule technologie qui déterminera les effets de l'informatique en nuage pour les pays en développement.

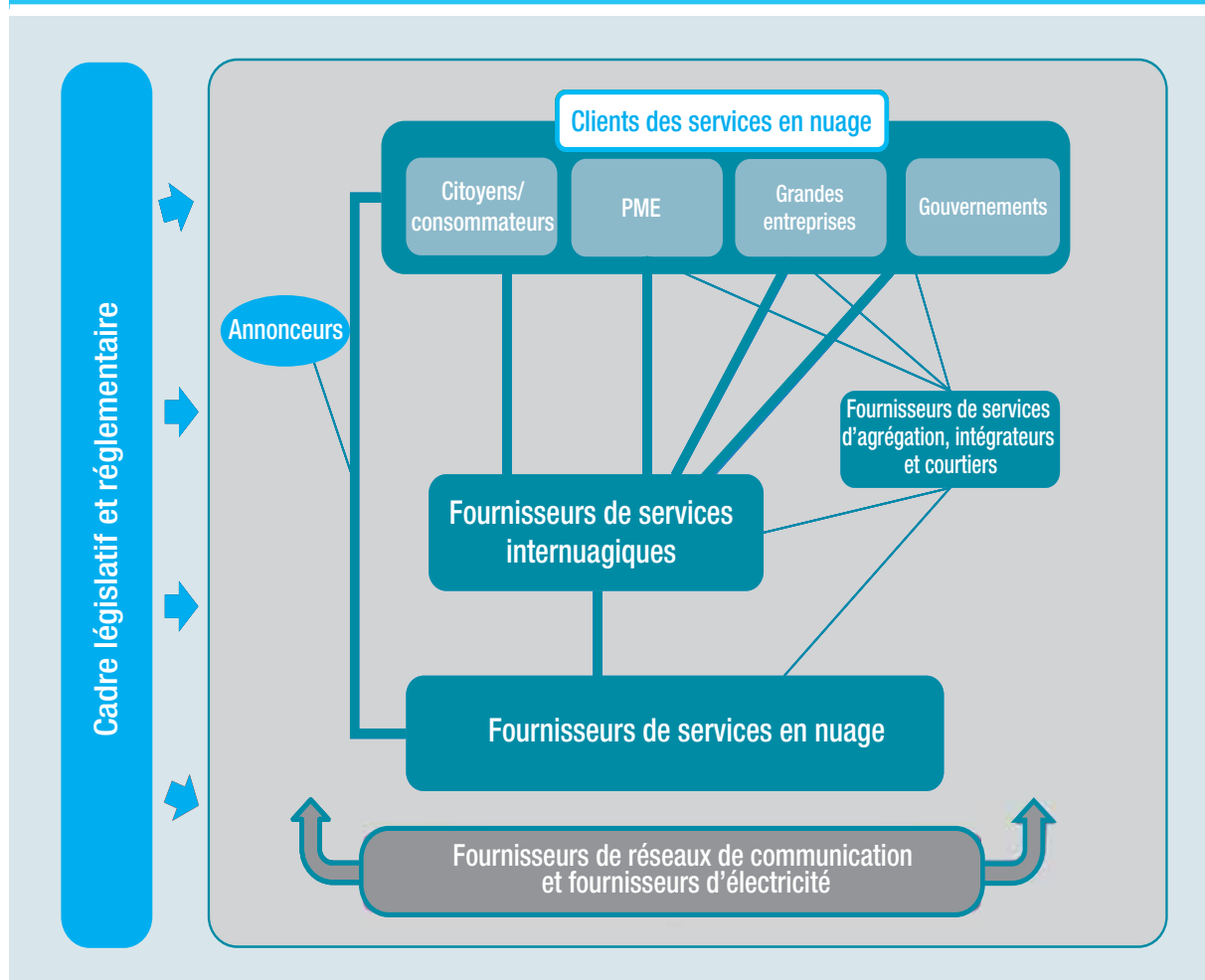
Au cœur de l'économie infonuagique se situe l'interface entre une technologie qui évolue rapidement et des acteurs – entreprises, gouvernements et autres organisations – qui veulent s'en servir pour atteindre des objectifs administratifs et commerciaux avec plus d'efficacité et à prix modique. L'écosystème de l'économie infonuagique a fait l'objet d'un certain nombre de tentatives d'élaboration de modèles qui présentent un intérêt dans les différentes explorations du nuage et de ses incidences sur la société et l'économie⁹. Le modèle proposé dans le présent Rapport porte principalement sur les relations entre les principaux acteurs de l'économie en nuage et la façon dont ces relations peuvent développer le potentiel du nuage dans les pays en développement.

Comme c'est le cas de tous les écosystèmes de marché, les principales relations tournent autour de l'offre et de la demande. La figure 1.2 illustre schématiquement les diverses relations qui relient les fournisseurs des services en nuage à leurs clients et à d'autres acteurs de l'économie infonuagique.

Dans cet écosystème, les fournisseurs de services en nuage sont les entreprises qui possèdent les centres de calcul et d'autres infrastructures formant le nuage, et qui créent les services, les plates-formes et/ou l'infrastructure qu'ils mettent à la disposition des clients et des utilisateurs du nuage. Certains fournisseurs sont spécialisés dans un type de service précis – IaaS, PaaS ou SaaS – mais d'autres, les grands fournisseurs, proposent ces trois catégories de services. Comme cela est développé au chapitre II, le secteur des services en nuage est actuellement dominé par quelques grandes sociétés informatiques, dont la plupart ont leur siège aux États-Unis, des sociétés qui sont en mesure de proposer à leurs clients des prix plus bas en réalisant des économies de gamme et d'échelle grâce à une présence mondiale dans les activités infonuagiques et dans d'autres activités informatiques.

Les fournisseurs de services infonuagiques proposent des services IaaS, PaaS ou SaaS par l'intermédiaire des fournisseurs de services en nuage. Dans ce cas, le client est lié par contrat au fournisseur des services

Figure I.2. Principaux acteurs et principales relations de marché dans l'économie infonuagique



Source: CNUCED.

internuagiques, lui-même lié par contrat au fournisseur des services en nuage. Un bon exemple à cet égard est Salesforce.com, qui fournit des applications de gestion de la relation client et d'autres applications en nuage à plus de 100 000 clients dans le monde, et dont les produits sont hébergés dans des centres de données gérés par des sociétés de colocation comme Equinix.

Les clients des services en nuage tels qu'ils sont définis dans le présent Rapport sont tous ceux qui se procurent des services en nuage directement auprès de fournisseurs de ces services et de fournisseurs de services internuagiques. Les clients des services en nuage sont différents – citoyens, consommateurs, entreprises et gouvernements – de même que leurs exigences et objectifs. Toute une variété de relations différentes se nouent donc entre fournisseurs de

services en nuage, clients et utilisateurs finals des services, selon le type de client et les caractéristiques des applications.

Les clients peuvent souscrire à des services en nuage de diverses façons:

- Les clients – pas uniquement des particuliers, mais aussi des PME, de grandes entreprises, des gouvernements et d'autres organisations – peuvent accéder gratuitement à certains services directement auprès des fournisseurs et des services internuagiques. Cela est particulièrement vrai des services grand public comme les moteurs de recherche, la messagerie en ligne et les réseaux sociaux, qui sont souvent financés par les recettes publicitaires (à gauche de la figure I.2). L'interface utilisateur de ces services est une plate-forme idéale de

placement de publicité, tandis que l'extraction de données à partir des informations accumulées que détiennent les fournisseurs de service sur des millions d'utilisateurs finals permet un ciblage bien plus précis de la publicité que dans la presse ou l'audiovisuel. Par conséquent, les annonceurs sont aussi des acteurs importants de l'économie infonuagique;

- b) D'autres services en nuage (IaaS, PaaS ou SaaS) sont payables soit au forfait, soit à l'usage. Ces services peuvent être achetés directement à différents prestataires. Les grandes entreprises, les administrations publiques et d'autres organisations peuvent aussi se procurer une gamme élargie de services précisément adaptés à leurs besoins commerciaux ou administratifs. Ces services, qui sont davantage sur mesure, peuvent être proposés par des fournisseurs de services en nuage ou internuagiques.

Au fur et à mesure que les marchés des services en nuage se diversifient et que la concurrence s'y fait plus vive, les clients, en particulier les entreprises et les gouvernements, sont susceptibles de faire appel à des sociétés d'agrégation, des intégrateurs de systèmes et des courtiers (que l'on désigne parfois sous l'appellation «partenaires des services en nuage») qui peuvent les aider à trouver les meilleures solutions et à intégrer les services fournis par les différents fournisseurs directs ou via un intermédiaire (fournisseurs internuagiques). Ce créneau permet de développer de nombreuses activités nouvelles sur le territoire national (voir chapitre III).

Les relations entre les divers acteurs de cet écosystème ne pourraient pas exister sans les fournisseurs d'infrastructures de base. Les plus importants d'entre eux sont les opérateurs des réseaux de communication qui fournissent l'infrastructure Internet. Ces entreprises, principalement des opérateurs de télécommunications et des fournisseurs d'accès à Internet (FAI), ont tout à gagner d'une augmentation de la circulation des données grâce à l'adoption du nuage. Ils peuvent aussi chercher à se diversifier eux-mêmes dans la fourniture de services en nuage (ou de services internuagiques). Les compagnies d'électricité représentent un autre groupe important d'acteurs. L'accès à un réseau électrique fiable et à prix abordable est particulièrement important dans la gestion de grands centres de données, mais il est également nécessaire pour offrir aux utilisateurs des services fiables.

L'économie infonuagique subit également l'influence d'autres acteurs que ceux qui nouent ces relations commerciales essentielles. Les gouvernements, par exemple, sont des acteurs importants à divers titres. Non seulement certains achètent ces services (et sont alors clients), mais ils fournissent aussi des services à leurs propres nuages privés, voire à des tiers (voir chapitre III). Plus généralement, par leur action politique, ils élaborent un cadre législatif et réglementaire qui peut favoriser ou freiner l'adoption du nuage par des entreprises ou d'autres organisations se trouvant sur leur territoire. Ainsi, les lois relatives à la protection des données et autres établissent des limites au partage ou au stockage de données à l'extérieur du territoire national.

Les services de l'administration peuvent aussi fixer des critères en adoptant – ou non – des services infonuagiques. Ainsi, leur confiance ou leur manque de confiance peut inciter d'autres acteurs à leur emboîter le pas – ou non. Les États qui élaborent une stratégie infonuagique pour tous leurs services montrent qu'ils prennent au sérieux les possibilités et les défis de l'informatique en nuage. Les partenaires du développement peuvent aussi les encourager dans ce sens. Les chapitres IV et V sont consacrés au rôle des gouvernements et des partenaires du développement en ce qui concerne l'économie infonuagique et contiennent des recommandations dans ce domaine.

Enfin, il convient de noter que l'informatique en nuage ne produit pas d'effets uniquement sur les utilisateurs finals directs de ces services. Il rejaillit indirectement sur les nombreuses personnes et organisations qui n'utilisent pas ces services directement, mais qui font appel aux importants services publics et commerciaux des administrations et des entreprises gérés par ce biais.

E. CONSÉQUENCES POUR LES PAYS EN DÉVELOPPEMENT

L'importance, la valeur et les risques de l'informatique en nuage sont autant de questions qui font débat. Elles sont particulièrement pertinentes pour les pays en développement. D'une part, l'informatique en nuage peut être considérée pour eux comme une occasion importante à saisir, parce qu'elle représente la prochaine grande étape de l'évolution d'Internet, un

phénomène appelé à devenir le principal moteur de l'économie mondiale. Ce point de vue s'appuie sur l'idée selon laquelle la puissance de la technologie est l'un des principaux facteurs de progrès social et économique. D'autre part, certains facteurs importants incitent à la prudence quant à la contribution potentielle de l'informatique en nuage au développement; plus précisément, ce phénomène pose un certain nombre de problèmes de confidentialité. L'adoption et la diffusion de l'informatique en nuage sont façonnées par de nombreux facteurs complexes, d'ordre humain mais aussi technique, tandis que les prévisions tablant sur une croissance rapide du nuage dans l'informatique et les services, dans le commerce électronique, par exemple, ne se sont pas toujours concrétisées.

Quoi qu'il en soit, l'informatique en nuage joue un rôle toujours plus important dans la fourniture de services publics et privés dans le monde. Alors même qu'elle n'a pas été adoptée par un nombre important de gouvernements et d'entreprises, l'utilisation généralisée de services grand public par les citoyens montre que l'économie infonuagique est amenée à voir son rôle se renforcer au cours des prochaines années.

Par conséquent, les gouvernements et les entreprises des pays à revenu faible et intermédiaire devraient évaluer la pertinence et l'intérêt des services en nuage dans leur contexte particulier. Dans la pratique, ces pays doivent avoir une perception réaliste des atouts et des risques liés à la prise en charge par le «nuage» de la gestion interne et de la prestation de services avant de s'engager dans des opérations qui pourraient certes présenter des avantages, mais aussi comporter des coûts élevés et sur lesquels il pourrait être difficile de revenir ensuite. Au niveau de la politique générale, ils doivent comprendre les effets de l'informatique en nuage sur la situation économique nationale afin de réfléchir aux changements à apporter à l'élaboration des politiques et de la réglementation. Le présent Rapport offre un cadre de référence et de réflexion sur ces questions.

L'économie infonuagique est un phénomène récent dans les pays en développement. La plupart de la littérature consacrée à l'informatique en nuage porte sur le potentiel de ce phénomène tel qu'il est perçu plutôt que sur sa réalité passée ou présente. En outre, l'essentiel de la littérature sur ce phénomène dans les pays en développement a surtout porté sur les marchés émergents, en particulier des grands pays dont l'économie est en pleine croissance et

qui disposent d'une infrastructure informatique relativement importante. Dans l'évaluation du potentiel de l'informatique en nuage pour les pays en développement, il est important de ne pas se limiter aux pays les mieux équipés pour tirer parti de l'économie infonuagique, mais d'élargir la réflexion aux pays en développement dans la diversité de leur économie et de leurs capacités, notamment aux pays les moins avancés (PMA) et à d'autres pays à faible revenu.

L'analyse réalisée dans le présent Rapport s'appuie sur un nombre réduit de publications relatives à l'adoption du «nuage» par les pays en développement et sur un certain nombre d'études de cas. Il est donc nécessaire de multiplier les travaux de recherche sur les expériences réalisées actuellement sur le terrain, notamment sur l'évolution des attitudes et des perceptions, mais aussi d'entamer une nouvelle réflexion sur le potentiel du «nuage» dans les pays en développement. Cette réflexion devrait tenir compte des besoins des PME des pays en développement, de la valeur et de l'impact potentiels du «nuage» pour le secteur de l'informatique dans ces pays, et de la capacité des gouvernements à proposer des services en ligne.

Les applications possibles du nuage varient en fonction des besoins des clients. Il est par conséquent tout aussi important de faire attention à la diversité des entreprises dans les pays en développement, depuis les sociétés transnationales (STN) jusqu'aux PME, mais aussi aux utilisateurs et aux prestataires de services en nuage. Alors que les tenants du nuage préconisent que seule une liberté complète de localisation et une libre circulation des informations garantira une efficacité maximale de l'infonuagique, mais aussi que les grandes entreprises mondiales sont la solution la plus économique et la plus efficace pour obtenir des économies d'échelle, d'autres démarches, qui dépassent la quête de rentabilité, peuvent être plus adéquates ou mieux adaptées à des situations particulières. La migration vers le nuage comporte parfois de nouveaux coûts et il est difficile à ce jour d'établir précisément le coût total de logiciels et d'applications facturés à l'utilisation. En outre, la dimension relative au coût doit être mise en balance avec d'autres considérations, comme celles relatives à la protection et à la confidentialité des données, par exemple.

Trois grandes questions émergent de ce qui précède et constituent le fondement de l'enquête réalisée dans le présent Rapport, à savoir:

- a) **La situation actuelle de l'économie infonuagique dans les pays en développement.** Dans quelle mesure des approches privilégiant le nuage sont-elles adoptées, quels modèles de services et de déploiement se révèlent intéressants et/ou rentables, et quels sont les incitations et les obstacles au développement et à l'adoption du nuage? Cette question fait l'objet des chapitres II et III.
- b) **Les retombées de l'économie infonuagique sur différents acteurs des pays en développement à court, moyen et long terme.** Quels pays en développement et entreprises de ces pays sont les mieux à même de tirer profit des possibilités offertes par l'économie infonuagique? Quelles sont les possibilités et les défis des modèles infonuagiques pour les gouvernements, les entreprises de différentes tailles et le secteur informatique local? C'est à cette question que tente de répondre le chapitre III, en s'appuyant sur les informations disponibles.
- c) **La méthode d'action et l'approche réglementaire qui faciliteront l'adoption et l'utilisation efficaces du nuage, afin de valori-**

ser ce dernier au maximum et d'en réduire les conséquences négatives au minimum.

Comment les gouvernements des pays en développement doivent-ils replacer l'économie infonuagique dans leur contexte national particulier? Quels investissements et quelles actions devraient-ils entreprendre et comment ces interventions pourraient-elles être soutenues par des organisations internationales, dont la CNUCED? Cette série de questions est abordée aux chapitres IV et V.

Les auteurs du *Rapport 2013 sur l'économie de l'information* s'efforcent de résoudre les difficultés qui viennent d'être évoquées concernant la collecte et l'interprétation des données et de répondre, ou du moins tenter de répondre, aux questions analysées. S'il est trop tôt pour tirer des conclusions définitives dans tous les domaines, les auteurs du présent Rapport espèrent que ce dernier contribuera à alimenter un débat nuancé sur le rôle et la valeur de l'économie infonuagique parmi les décideurs politiques et les chefs d'entreprise des pays en développement.

NOTES

- 1 Voir par exemple «Cloud computing is a trap, warns GNU founder Richard Stallman», The Guardian, 29 septembre 2008, disponible à l'adresse <http://www.theguardian.com/technology/2008/sep/29/cloud.computing.richard.stallman> (consulté le 2 octobre 2013).
 - 2 Voir par exemple «The cloud builds up steam», The Financial Times, 6 juin 2013, disponible à l'adresse <http://www.ft.com/cms/s/0/e2b826a2-ce20-11e2-8313-00144feab7de.html#axzz2chNG8oKc> (consulté le 2 octobre 2013).
 - 3 Cette définition a été approuvée par l'équipe de collaboration entre le Secteur de la normalisation des télécommunications de l'UIT (UIT-T) et l'ISO sur la terminologie de l'informatique en nuage. L'adoption finale de cette définition était prévue pour septembre 2013.
 - 4 Par exemple, les utilisateurs peuvent n'accéder qu'aux applications informatiques en ligne dont ils ont besoin au lieu d'acheter un progiciel complet et de devoir l'installer sur un ordinateur donné.
 - 5 Il est parfois aussi fait référence au processus-métier en ligne (PBaaS - entreprise process as a service), qui s'appuie sur les trois autres catégories de services en nuage. Ce service peut être considéré comme une variante en nuage de la délocalisation des processus de gestion, une activité plus traditionnelle, et il devrait croître à l'avenir.
 - 6 À l'heure actuelle, un grand nombre d'organisations – associations professionnelles, ISO, UIT et Distributed Management Task Force (DMTF) – font face aux défis de la normalisation. Voir par exemple http://cloud-standards.org/wiki/index.php?title=Main_Page (consulté le 3 octobre 2013).
 - 7 Voir aussi chapitre IV.
 - 8 L'un de ces modèles est bâti sur trois niveaux «d'architecture technique»: les services en nuage, fournis par les centres de données, les réseaux, fournis par une infrastructure de communication et la fabrication et la fourniture de terminaux (Kushida et al., 2012). Ce modèle est particulièrement utile pour étudier le lien entre le nuage et l'industrie informatique dans le monde, et pour analyser la stratégie des principaux fournisseurs de services en nuage.
-

TENDANCES DE L'ÉCONOMIE INFONUAGIQUE ET DE L'INFRASTRUCTURE CONNEXE

2

Les services en nuage trouvent rapidement des débouchés de plus en plus nombreux, mais ces derniers sont encore modestes dans les pays en développement. Alors que dans l'économie infonuagique, l'offre est dominée par des fournisseurs de services ayant leur siège aux États-Unis, divers acteurs régionaux et locaux apparaissent en différents points du globe. La capacité à exploiter les débouchés de l'informatique en nuage – du côté de l'offre comme de la demande – est largement influencée par la qualité de l'infrastructure de TIC. À mesure que l'adoption du nuage se poursuit, la fracture numérique relève moins de l'accès de base et davantage de la qualité d'utilisation.

Le présent chapitre est consacré à l'actualité récente de l'économie infonuagique et aux tendances constatées dans l'infrastructure nécessaire à la fourniture de services en nuage. Les grands fournisseurs d'accès aux services en nuage et d'autres acteurs de l'économie infonuagique y sont identifiés. Sont également traitées les performances de différents pays en ce qui concerne leur état de préparation à l'économie infonuagique, l'accent étant mis sur l'infrastructure à haut débit, qui permet une exploitation efficace de services plus ou moins complexes. En outre, le coût de l'accès au haut débit et la multiplication des centres de données et des points d'échange Internet (IXP) sont également abordés. Le chapitre se termine par un résumé des principales conclusions.

A. TENDANCES DE L'ÉCONOMIE INFONUAGIQUE

Dans la présente section sont passées en revue diverses estimations de la taille et de la croissance du marché de l'informatique en nuage. Il est également tenu compte de l'importance des recettes publicitaires engendrées par le nuage public, qui viennent s'ajouter à la facturation des services directement à l'internaute. Il y est observé que les débouchés du nuage public et privé devraient considérablement se multiplier au cours des prochaines années. Cet exposé est suivi d'un débat sur les principaux fournisseurs de services et d'autres acteurs de l'écosystème de l'économie infonuagique et sur les liens entre informatique en nuage et statistiques du commerce international.

1. Débouchés du nuage et circulation de données

Les classifications du marché de l'informatique en nuage sont très fluctuantes, selon que l'on applique des définitions d'analystes ou que l'on examine l'écosystème au sens large. Comme cela est précisé au chapitre I, on s'accorde à reconnaître qu'il existe trois catégories type de services en nuage: les services IaaS, PaaS et SaaS. Les recettes tirées de la fourniture de ces services répondent à deux principaux modèles: une facturation forfaitaire et une facturation variable, en fonction du niveau de service utilisé, qui s'accompagne de recettes publicitaires.

Selon les estimations, la fourniture au public de services en nuage a engendré des recettes de 111 milliards de dollars en 2012¹. Selon cette même source, la publicité représentait, de loin, la principale source de recettes, pour un montant de plus de 53 milliards de dollars. Dans la ventilation entre les trois grandes catégories de services, les SaaS arrivaient en première

place (environ 17 milliards de dollars), suivis des IaaS (environ 6 milliards de dollars) et des PaaS (environ 1 milliard de dollars)². Par ailleurs, les prévisions sur la croissance à venir de l'informatique en nuage varient considérablement. Ainsi, un cabinet de conseil prévoit qu'au total, le marché de la fourniture au public de services IaaS, PaaS et SaaS passera de 14 milliards de dollars en 2010 à 43 milliards de dollars en 2015, mais une autre société table sur un doublement de la taille de ce marché d'ici à 2015 (voir tableau II.1). Ces écarts dans les projections sont parfois dus à l'utilisation de méthodes différentes, mais aussi à la difficulté de prévoir l'allure à laquelle évoluera le phénomène. Quoi qu'il en soit, selon la plupart des prévisions, l'adoption du nuage continuera de s'accélérer au cours des prochaines années.

Les estimations sur la valeur des services en nuage privé varient aussi beaucoup. Selon une source du secteur privé, les recettes issues de la fourniture de services en nuage privé étaient estimées à environ 5 milliards de dollars seulement en 2012, mais elles devraient progresser pour atteindre environ 24 milliards de dollars d'ici à 2016³. Toutefois, selon une autre source du secteur privé, la fourniture de ces services aurait engendré des recettes supérieures à 40 milliards de dollars (53 milliards de dollars) en 2012, et elles devraient atteindre environ 75 milliards de dollars (99 milliards de dollars) d'ici à 2016 (Pierre Audoin Consultants, 2013). Alors que les SaaS dominent le marché des services en nuage public, les IaaS arrivent en première place des services en nuage privé. Les clients dans ce segment du marché semblent également privilégier des catégories différentes de services, en fonction de la région où ils se trouvent. Ainsi, les services en nuage public, les SaaS en particulier, sont plus fréquents en Amérique du Nord et au Royaume-Uni, tandis que les entreprises françaises investissent principalement dans le nuage privé, de préférence hébergé par des sociétés françaises également (Pierre Audoin Consultants, 2013).

Tableau II.1. Estimations et prévisions de recettes issues des services en nuage, 2010 et 2015 (En milliards de dollars)

	2010				2015			
	SaaS	Paas	IaaS	Total	SaaS	Paas	IaaS	Total
Gartner	10 (70,9 %)	1,3 (9,2 %)	2,8 (19,9 %)	14,1 (100 %)	21,3 (49,2 %)	2,4 (5,5 %)	19,6 (45,3 %)	43,3 (100 %)
Forrester	13,4 (91,1 %)	0,3 (2,2 %)	1 (6,7 %)	14,7 (100 %)	78,4 (83,5 %)	9,8 (10,4 %)	5,8 (6,1 %)	94,1 (100 %)

Source: Berry et Reisman, 2012.

Note: Seules les recettes issues des services figurant dans le tableau sont répertoriées.

Comme il est souligné au chapitre I, l'économie infonuagique a des retombées plus vastes. Dans cette perspective économique élargie, il convient donc d'inclure des activités telles que l'accès aux services Internet, l'assistance technique et l'utilisation des services en ligne eux-mêmes. Font notamment partie de cette catégorie le matériel informatique acheté par les fournisseurs en vue de la prestation du service et la connectique achetée par les entreprises, les gouvernements et les ménages qui souhaitent accéder aux services en nuage, et l'acquisition des services eux-mêmes par les utilisateurs⁴. Cette perspective élargie ferait considérablement augmenter les estimations relatives à la valeur et au potentiel de l'économie infonuagique.

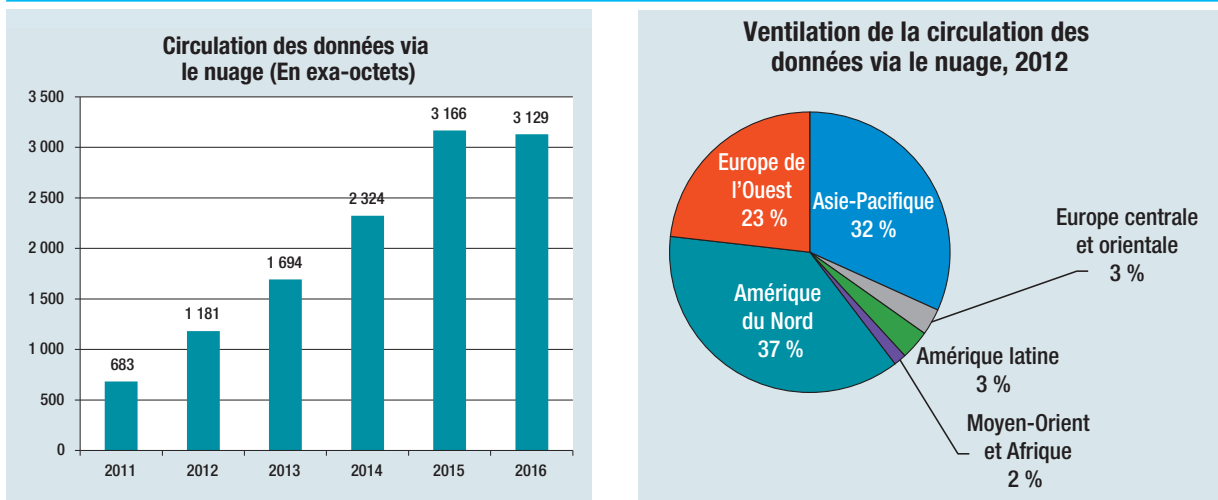
La valeur de l'ensemble du secteur des TIC a été estimée à 2 900 milliards d'euros (4 000 milliards de dollars) en 2011, un chiffre qui devrait atteindre 3 200 milliards d'euros (4 500 milliards de dollars) d'ici à 2014 (IDATE Foundation, 2012)⁵. Les services de télécommunications représentaient 36 % de ce chiffre et arrivent donc en première position, suivis par l'édition de logiciels et les services informatiques. Tous ces segments subissent en quelque sorte l'influence de l'informatique en nuage. Ainsi, la demande de liaisons à haut débit tirera les recettes des services de télécommunications, même si celle des services vocaux risque d'augmenter en raison du nombre croissant d'utilisateurs qui passeraient aux applications VoIP dans le nuage. De même, la demande de matériel informatique, en particulier de serveurs et d'équipements de réseau, gagnera du

terrain avec l'augmentation du nombre de services transférés dans le nuage. Enfin, les services télévisés seront touchés aussi par la progression de la demande de diffusion de vidéos en ligne.

Les transferts dans le nuage entraînent un fort accroissement de la circulation de données, ce qui nécessite de nouveaux investissements dans le haut débit. Il convient de savoir qu'en 2012, le moteur de recherche Google recevait deux millions de demandes en moyenne par minute, que les utilisateurs de Facebook partageaient environ 700 000 contenus et que 100 000 tweets étaient envoyés par Twitter⁶. Selon certaines estimations, la circulation de données via le nuage a franchi la barre du zetta-octet⁷ en 2012 (figure II.1, graphique de gauche). Selon la même source, le trafic de données devrait progresser à un rythme annuel de plus de 40 % entre 2011 et 2016 (Cisco Analysis, 2012). À peu près 40 % de l'ensemble de ce trafic correspond à des demandes de stockage (récupération ou envoi de données depuis ou vers le nuage). D'ici à 2016, la circulation de données via le nuage devrait représenter pas moins de 64 % du trafic de données dans les centres de données⁸.

En 2012, l'essentiel de cette circulation avait lieu en Europe et en Amérique du Nord, deux continents qui représentent, ensemble, 60 % du trafic total (figure II.1, graphique de droite). La région Asie-Pacifique revendiquait un autre tiers du trafic, tandis que l'Amérique latine et le Moyen-Orient et l'Afrique ne représentaient que 5 % du volume des données échangées. Selon les prévisions, d'ici à 2014, l'Asie-Pacifique devrait ravir à l'Amérique du Nord la première

Figure II.1. Circulation des données via le nuage dans le monde (2011-2016) et ventilation par région (2012)



Source: Cisco Analysis, 2012.

Note: Les données pour 2012 à 2016 sont des estimations.

place en matière de trafic de données dans le nuage. Parallèlement, les progressions les plus fortes sont attendues au Moyen-Orient et en Afrique entre 2011 et 2016, même si ces régions partent de plus loin.

2. Principaux acteurs du secteur privé dans l'économie infonuagique

Le secteur de l'informatique en nuage est constitué d'une part d'entreprises qui dirigent les centres de données et d'autres infrastructures et, d'autre part, d'entreprises qui fournissent les services eux-mêmes, les plates-formes ou l'espace de stockage aux clients. L'identification des principaux acteurs du secteur est donc loin d'être simple. En ce qui concerne la surface financière, certaines sociétés ne séparent pas les recettes issues des services en nuage de celles tirées de leurs autres activités⁹; par ailleurs, certains prestataires sont des acteurs importants sur certains marchés de niche, mais ne pèsent pas lourd dans le marché mondial. En outre, les avis divergent sur la question de savoir s'il faut rattacher les recettes issues des services en nuage uniquement aux catégories de services infonuagiques ou à l'écosystème au sens large. En ce qui concerne le nombre ou la taille de la clientèle, les informations sont rares. Dans ce contexte, la présente sous-section fait appel à divers paramètres de mesure, comme le nombre de serveurs ou le rayonnement géographique des activités, ainsi que des informations provenant de classements qualitatifs pour identifier les principaux acteurs de l'économie infonuagique dans le secteur privé¹⁰. L'image qui en ressort est celle d'un secteur d'activité concentré, dont les principaux fournisseurs sont installés aux États-Unis.

Étant donné que la prestation de services en nuage nécessite de stocker des applications et des données dans des centres dispersés dans le monde, un outil pratique consiste à comparer le nombre de serveurs des entreprises. Si ce type d'information est souvent considéré comme relevant du secret commercial, les analystes peuvent malgré tout réaliser des estimations qui offrent une base de comparaison. Dans le tableau II.2, les dix premières sociétés dans ce secteur d'activité ont été classées en fonction du nombre de serveurs qu'elles possèdent dans le monde¹¹. La quasi-totalité d'entre elles ont une présence internationale et leur siège se trouve pour la plupart d'entre elles aux États-Unis. Certaines sont des géants du secteur, comme Amazon, Microsoft ou Intel, pour

qui l'informatique en nuage ne représente qu'une part relativement modeste des recettes totales. D'autres (comme Google ou Facebook) sont de grandes sociétés Internet qui tirent une grande partie de leur chiffre d'affaires de la publicité dans le nuage. D'autres enfin sont spécialisées dans certains services en nuage précis, principalement l'hébergement de sites, mais aussi l'intégration de logiciels et d'applications pour le compte de leurs clients. Google est de loin la société la plus importante par son chiffre d'affaires, puisqu'elle tire la quasi-totalité de ses recettes, qui s'élevaient à environ 50 milliards de dollars en 2012, de la publicité.

Parallèlement, plusieurs fournisseurs de services internuagiques disposent d'un nombre restreint, voire inexistant, de serveurs, et louent de la capacité pour commercialiser leurs services. Le tableau II.3 répertorie les dix premiers fournisseurs de services SaaS parmi les 100 premiers éditeurs de logiciels dans le monde (chiffre d'affaires de 2011). Certaines de ces sociétés proposent aussi d'autres services en nuage, comme les PaaS (Salesforce.com, Microsoft) ou disposent d'un nombre important de serveurs (Microsoft, Google). Une fois de plus, en dehors de DATEV (Allemagne), toutes les sociétés répertoriées ont leur siège aux États-Unis.

Pour élargir la perspective et englober l'économie infonuagique, d'autres entreprises devraient être examinées. Il s'agit notamment des grands revendeurs de matériel et de logiciels informatiques utilisés dans le nuage, comme Cisco, EMC, IBM, VMware et HP (tous américains) et des grands opérateurs de télécommunications qui se chargent du réseau de communication, comme AT&T, Level 3 et Verizon (sociétés américaines), British Telecom (Royaume-Uni) et Nippon Telegraph and Telephone Corporation (NTT, Japon).

Bien que les fournisseurs internationaux de services en nuage soient présents dans des régions différentes, ils peuvent être concurrencés par des acteurs régionaux qui proposent des services de niche, plus locaux et plus personnalisés. La fourniture de services régionaux en nuage s'est caractérisée par des alliances entre opérateurs de télécommunications et sociétés informatiques. Grâce à ces rapprochements, les opérateurs de télécommunications, qui sont directement en contact avec le client, peuvent travailler avec des sociétés qui ont les compétences requises dans les services en nuage. L'un des modèles en vigueur est l'achat pur

Tableau II.2. Dix premières sociétés en nombre estimé de serveurs (2012)

Société	Nombre estimé de serveurs	CA estimé provenant des services en nuage (En milliards de dollars)	Observations
Google (États-Unis)	900 000	50	Google Cloud Platform propose des applications informatiques et le stockage des données dans le nuage. Ce service dispose de six centres de données aux États-Unis et de trois en Europe; quatre autres centres sont en cours de construction (trois en Asie et un en Amérique du Sud). Cette plate-forme tire 90 % de ses recettes de la publicité sur Internet.
Microsoft (États-Unis)	300 000	n.d.	L'éditeur propose des services professionnels et grand public. Les recettes sont principalement issues de l'utilisation des services et de la publicité. Parmi les produits, on trouve des versions dans le nuage d'Office (365), Skype, Xbox et Azure. Les centres de données sont répartis entre les Amériques, l'Europe et l'Asie.
Amazon Web Services (AWS) (États-Unis)	250 000	2,1	Lancé par Amazon en 2006, AWS fournit des services d'infrastructure à des centaines de milliers de sociétés, de gouvernements et de jeunes entreprises dans 190 pays dans le monde. AWS propose plus de 30 services. Les centres de données se trouvent aux États-Unis, au Brésil, en Europe, au Japon, à Singapour et en Australie.
Facebook (États-Unis)	180 000	5,1	Les centres de données du réseau social se trouvent aux États-Unis et en Suède. Les recettes proviennent essentiellement de la publicité et de la vente de produits virtuels et électroniques aux développeurs de plates-formes. Un milliard d'utilisateurs (se connectant au moins une fois par mois) en décembre 2012.
Akamai (États-Unis)	127 000	1,4	Serveurs répartis dans 81 pays. Fournisseur de contenu et de services d'infrastructure, notamment de contenu traditionnel sur les sites, d'outils de création et d'exploitation d'applications, dans le nuage et de vidéos en ligne en direct et à la demande.
OVH (France)	120 000	n.d.	Huit centres de données. Leader de l'hébergement Web en Europe avec plus de 400 000 clients.
Softlayer (États-Unis)	100 000	n.d.	Propose la facturation à l'heure ou au mois sur un portail et un API uniques par le biais d'une plate-forme mondiale unifiée. Treize centres de données aux États-Unis, en Asie et en Europe. Gère 100 000 terminaux et revendique la position de leader mondial des IaaS dans le secteur privé.
Rackspace (États-Unis)	79 805 (2011)	1	Hébergement traditionnel et des PaaS. Clientèle de 172 510 personnes en 2012. Neuf centres de données aux États-Unis, au Royaume-Uni, à Hong Kong, en Chine et en Australie.
Intel (États-Unis)	75 000	n.d.	Le géant du microprocesseur dispose de 69 centres de données dans le monde. Il propose des applications à la demande pour les collaborateurs et les associés des entreprises, et pour sa clientèle en nuage privé, ainsi que des applications en ligne pour miniportables comme des services d'aide à la validation d'applications et de logiciels.
1&1 (États-Unis)	70 000	n.d.	Fournisseur de services d'hébergement Web comptant environ 12 millions de clients et cinq centres de données en Europe et aux États-Unis.

Source: CNUCED, à partir d'informations fournies par les entreprises citées et d'autres sources.

Note: n.d. = recettes non publiées ou absence d'estimation fiable.

^a <http://huanliu.wordpress.com/2012/03/13/amazon-data-center-size/> (consulté le 2 octobre 2013).

^b <http://online.wsj.com/article/SB1000142412788732444230457823600008569908.html> (consulté le 2 octobre 2013).

^c <http://perspectives.mvdirona.com/2012/08/13/FunWithEnergyConsumptionData.aspx> (consulté le 2 octobre 2013).

^d http://www.akamai.com/html/about/facts_figures.html (consulté le 2 octobre 2013).

^e <http://www.ovh.co.uk/aboutus/> (consulté le 2 octobre 2013).

^f http://cdn.softlayer.com/PS_DataCenterOverview.pdf (consulté le 2 octobre 2013).

^g <http://www.intel.com/content/www/us/en/it-management/intel-it/intel-it-data-center-solutions.html> (consulté le 2 octobre 2013).

^h http://www.1and1.com/Facts?__lf=Order-Tariff (consulté le 2 octobre 2013).

Tableau II.3. Dix principales sociétés spécialisées dans les SaaS parmi les 100 premiers éditeurs de logiciels dans le monde (2011)

Société	Pays abritant le siège de la société	CA tiré des SaaS en 2011 (millions de dollars)	CA tiré du logiciel en 2011 (millions de dollars)	CA tiré des SaaS en pourcentage du CA logiciel
Salesforce.com	États-Unis	1 848	2 008,7	92
Intuit	États-Unis	950	2 456,5	38,7
Cisco	États-Unis	831	1 796,9	46,3
Microsoft	États-Unis	788	57 668,4	1,4
Symantec	États-Unis	572	6 330,3	9
Google	États-Unis	462	575,6	80,3
Oracle	États-Unis	446	26 175,9	1,7
Adobe	États-Unis	410	4 154,1	9,9
Blackboard	États-Unis	396	411,7	96,2
DATEV	Allemagne	395	974,2	40,5
	Total	7 098	102 552,2	6,9

Source: PWC, <http://www.pwc.com/us/en/technology/publications/global-100-software-us-rankings.jhtml> (consulté le 3 octobre 2013).

et simple de sociétés de services par des opérateurs de télécommunications, mais il n'existe que sur le marché nord-américain pratiquement (acquisition par Verizon de la société de services en nuage Terremark pour 1,4 milliard de dollars)¹². Dans d'autres régions, à quelques exceptions près, les opérateurs de télécommunications et les fournisseurs de services en nuage ont plutôt établi des partenariats¹³.

- En Afrique, Vodacom, un opérateur de télécommunications sud-africain, a noué un partenariat avec la société informatique Novell sur la prestation de services en nuage¹⁴. Vodacom est présent dans un certain nombre de pays d'Afrique. MTN, un autre acteur sud-africain du secteur, qui possède des filiales dans plusieurs pays d'Afrique, fournit des services de messagerie électronique et autres à des clients au Cameroun, au Ghana, au Nigéria et en Afrique du Sud. Seacom, la société propriétaire du câble sous-marin éponyme, a créé une nouvelle société, Pamoja, qui permet aux PME d'offrir des services en nuage à leur clientèle sans l'investissement en capital que nécessitent généralement ces opérations. Enfin, France Télécom a

nommé un directeur régional chargé de l'informatique en nuage pour l'Afrique et le Moyen-Orient.

- En Amérique latine, la société Telefonica (Espagne) a noué un partenariat avec NEC Corporation (Japon) portant sur la fourniture de services en nuage¹⁵. Parmi les produits, la société propose le SaaS Aplicateca qui propose un assortiment d'applications en ligne pour les entreprises¹⁶. Selon le cabinet Pyramid Research, en Amérique latine, le chiffre d'affaires engendré par les services en nuage s'élevait à 4,8 milliards de dollars en 2012 (Ramos, 2012). Selon le même cabinet, le chiffre d'affaires lié à la fourniture de service aux PME pourrait atteindre 12,7 milliards de dollars d'ici à 2017.
- En Asie, Telkom (Indonésie) commercialise son bouquet de services en nuage par l'intermédiaire de la société informatique TelkomSigma, tandis qu'Indosat a noué un partenariat avec Dimension Data portant sur le lancement d'un service en nuage public destiné aux entreprises¹⁷. L'indien Tata Communications est un autre opérateur de télécommunications qui se diversifie dans les services en nuage. Il a développé son propre service IaaS, InstaCompute, facturé au temps d'utilisation¹⁸. Un millier de sociétés testent encore ce produit et 300 d'entre elles l'ont adopté¹⁹.

Les services en nuage sont en général accessibles partout dans le monde grâce à une simple connexion à Internet. Au premier abord, on peut penser que les prestataires locaux ont du mal à rivaliser avec des fournisseurs régionaux ou internationaux. Cela suppose pourtant que la clientèle potentielle d'un pays donné connaisse l'existence de prestataires internationaux ou régionaux et qu'elle sait faire appel à leurs services. En outre, des facteurs tels que la sécurité et l'emplacement des données, et les temps d'attente sont autant d'arguments offrant aux acteurs locaux du secteur la possibilité de créer des solutions infonuagiques locales et permettre ainsi aux courtiers et agrégateurs de contenu de faire l'interface entre le marché local et les prestataires régionaux et internationaux (voir aussi chapitre III). En Chine, par exemple, Microsoft s'est implanté sur le marché des services en nuage en nouant un partenariat avec 21Vianet, un exploitant chinois de centres de données indépendant des opérateurs de télécommunications et qui est présent dans 33 grandes villes²⁰. Ainsi, Microsoft peut proposer ses services par l'intermédiaire d'une société chinoise, ce qui garantit que les données échangées resteront sur le territoire chinois.

Les opérateurs de télécommunications locaux sont bien placés du fait de leur relation directe au client. En effet, pour atteindre le client, les services en nuage doivent transiter par les réseaux exploités par les sociétés de télécommunications. Comme cela est précisé plus haut, dans certains pays, de nombreux opérateurs de réseaux de télécommunications nouent des partenariats avec des sociétés de services en nuage en créant des filiales qui leur permettent d'atteindre l'utilisateur local. Toutefois, les opérateurs nationaux de télécommunications pourraient être désavantagés du fait de leur manque de compétences dans les services en nuage. En outre, l'adoption du nuage pourrait être plus lente dans les pays où la concurrence est limitée et dans lesquels les opérateurs de télécommunications ne font pas partie d'un consortium mondial et manquent peut-être de savoir-faire.

3. L'informatique en nuage apparaît-elle dans les statistiques sur le commerce?

L'essor de l'informatique en nuage a des conséquences diverses sur le développement du commerce international aussi bien dans les services que dans les produits informatiques. Le modèle économique des services en nuage repose essentiellement sur l'implantation de grands centres de données (matériel) sur les sites les plus économiques, puis sur l'envoi et la réception de données (services), souvent entre plusieurs pays, entre le lieu de stockage et les clients du nuage, mais aussi entre les différents centres de données.

Toutefois, la part de l'informatique en nuage dans le commerce international est difficile à mesurer. Les chiffres officiels ne donnent qu'une idée partielle de la

tendance. Par ailleurs, les classifications internationales ne permettent pas d'identifier précisément le commerce des services en nuage (voir encadré II.1), et il est difficile de déterminer la part du commerce de serveurs et d'autres équipements de communication qui entrent dans la prestation de services en nuage. La plupart des analyses sur la question s'appuient sur des estimations provenant de cabinets d'études spécialisés et d'associations professionnelles.

a) Commerce de services

Aux États-Unis, on a cherché à mesurer la valeur du commerce des services en nuage. Selon une première estimation prudente de la valeur des exportations américaines dans les services en nuage public, effectuée en 2010, les transactions transfrontières atteignaient 1,5 milliard de dollars (soit 3,4 % des exportations américaines de services susceptibles d'intégrer l'informatique en nuage)²² et les ventes de filiales étrangères à participation majoritaire 1,4 milliard de dollars (0,5 % du chiffre d'affaires total en 2009) (Berry et Reisman, 2012). Ces estimations sont modérées dans la mesure où elles ne tiennent pas compte des services en nuage privé, qui sont généralement développés en interne par les entreprises. Par ailleurs, elles ne tiennent pas compte non plus du chiffre d'affaires réalisé par les entreprises dont la principale activité n'est ni la prestation de services informatiques et le traitement de données, ni les redevances et les droits de licence, mais qui proposent néanmoins des services en nuage²³. En Inde, par exemple, de nombreuses sociétés font appel à des plates-formes en nuage situées à Singapour en raison du coût plus modique du haut débit et d'une infrastructure plus solide de ce pays²⁴.

En outre, ces estimations ne rendent pas pleinement compte de la valeur du commerce des services en

Encadré II.1. Les services en nuage dans les classifications internationales

Bien qu'elle ne comporte pas de sous-classe ni de groupe de produits correspondant exactement aux services en nuage, la Classification centrale de produits (CPC) Version 2 est le système international le plus simple de classement des services informatiques destinés à l'informatique en nuage. Les sous-classes de la CPC Version 2²¹ mentionnées plus loin peuvent être considérées comme les plus pertinentes. En effet, il n'existe pas encore de statistiques sur le commerce international des services à ce niveau de détail. Ces sous-classes sont donc les suivantes:

83151 Hébergement de sites Internet;

83152 Fourniture de services applicatifs;

83159 Fourniture d'autres infrastructures d'hébergement et informatiques.

Source: CNUCED, à partir des informations fournies par le Bureau de statistique des Nations Unies.

nuage financés par la publicité ou qui reposent sur d'autres modèles économiques s'appuyant sur le contenu secondaire. En effet, comme la valeur créée par l'échange de données sur Internet n'est pas, dans ce cas, étroitement liée à la transaction financière, il est difficile d'en rendre compte dans les statistiques commerciales²⁵.

Dans ce contexte, il est pertinent d'étudier l'exemple des États-Unis, puisque c'est dans ce pays que la plupart des fournisseurs de services en nuage ont leur siège. Dans le même temps, la méthode d'estimation appliquée aux États-Unis est difficile à transposer à d'autres pays et territoires qui sont moins avancés en ce qui concerne aussi bien la fourniture que l'utilisation de services en nuage.

b) Commerce de biens

Les répercussions de l'informatique en nuage sur les échanges de produits informatiques sont tout aussi difficiles à évaluer. Quoi qu'il en soit, selon certaines informations préliminaires, la valeur des échanges commerciaux de biens liés à l'informatique en nuage serait au moins équivalente à celle des échanges commerciaux de services.

Les flux commerciaux pertinents concernent notamment les appareils informatiques nécessaires pour exploiter les services en nuage, comme les ordinateurs ou les téléphones intelligents. En 2012, les importations mondiales d'ordinateurs portables s'élevaient à 136 milliards de dollars, en valeur. La même année, les importations mondiales de téléphones portables, toutes catégories confondues, atteignaient 186 milliards de dollars en valeur²⁶. Une certaine proportion de ces appareils (ordinateurs et téléphones intelligents) sont susceptibles d'être utilisés pour les services en nuage, mais il est difficile d'en déterminer la proportion. Selon les estimations effectuées par des cabinets de conseil, le nombre de téléphones intelligents – plus adaptés pour les services en nuage – vendus dans le monde est désormais plus important que le nombre de téléphones portables multimédia²⁷.

Du point de vue de la prestation de services en nuage, les flux commerciaux à étudier sont ceux qui englobent les produits informatiques nécessaires à la mise en place et à la gestion des services en nuage, c'est-à-dire les serveurs et l'équipement de télécommunications afférent. L'architecture matérielle

de l'informatique en nuage comprend les éléments communs suivants²⁸:

- Serveurs: serveurs d'applications, de discussion en ligne, de bases de données, de messagerie électronique, de fichiers, de passerelles, équilibrateurs de charge, serveurs de médias, de bureau, de présentation, d'impression, de sécurité, de téléphonie, accélérateurs Web, serveurs Web et serveurs de passerelle sans fil.
- Dispositifs de stockage: lecteurs de disque, discothèques, dérouleurs de bandes et bandothèques.
- Matériel connexe: climatiseurs, extincteurs, dispositifs de protection physique et d'alimentation électrique sans coupure.
- Composants du réseau: réseaux extranet, en grille, Internet, intranet, locaux, intermédiaires, de pairs, en anneau, en étoile, de stockage et réseaux à longue distance.
- Connectique réseau: adaptateurs d'accès, ponts, câbles, caches, barrettes, pare-feu, passerelles, concentrateurs, modems, multiplexeurs, cartes d'interface réseau, amplificateurs optiques, récepteurs, répéteurs, routeurs, interrupteurs et émetteurs.
- Connectique générale: câbles coaxiaux, en fibre optique, à infrarouge et par paire torsadée.

Prenons l'exemple des serveurs. Au sens large, ce terme désigne de nombreux types de machines de traitement automatique de données qui peuvent être commercialisés dans des configurations différentes. En fonction des spécificités du produit, les serveurs peuvent être importés au titre de trois codes SH du classement de 2007: 847141, 847149 et 847150²⁹. Par souci de simplicité, seules les données publiées dans la catégorie HS 847150, qui recouvre les serveurs informatiques dépourvus de clavier et de moniteur, sont utilisées dans la présente section. Cette catégorie englobe des serveurs plus susceptibles d'être utilisés dans les centres de données, mais qui ont aussi d'autres usages³⁰. Les exportations mondiales de cette catégorie de produits ont atteint 42 milliards de dollars en 2012, soit une progression modeste, de 4 points de pourcentage, entre 2008 et 2012 (voir tableau II.4). La Chine s'est arrogée 31 % des exportations mondiales en valeur, les pays développés 46 % et les 23 % restants ont été réalisés par des pays en développement et en transition. Les pays qui ont connu une progression importante de leurs exportations ces dernières années sont la Chine, Hong Kong (Chine)³¹, la Malaisie, le Mexique et Singapour³².

En ce qui concerne les importations, les États-Unis ont réalisé en 2012 plus d'un tiers (36 %) des importations mondiales en valeur, ce qui est bien plus important que les importations totales de ce pays en produits informatiques (15 %). Les États-Unis sont aussi le pays dont les importations ont le plus augmenté ces cinq dernières années, ce qui correspond sans doute à sa position de leader dans l'économie infonuagique. D'autres pays développés ont réalisé 40 % de ces importations, les 24 % restants revenant aux pays en développement et en transition.

Selon les estimations sur les ventes mondiales de serveurs, la progression a été plus rapide pour les serveurs les plus utilisés dans les services en nuage. Selon le cabinet IDC (International Data Corporation), la production mondiale de serveurs a engendré un chiffre d'affaires de 51,3 milliards de dollars³³ en 2012, soit

une progression modeste, de 6 % par an, par rapport à 2009³⁴. Ce résultat global masque des tendances divergentes pour différents types de serveurs. Ceux qui sont les plus utilisés dans le déploiement de l'infrastructure en nuage semblent avoir connu une progression plus rapide. Ainsi, la part des serveurs Linux dans le nombre total de serveurs vendus dans le monde est passée de 17 % en 2010 à 20 % au premier trimestre 2013³⁵. En outre, deux types de serveurs modulaires de données, largement utilisés par les fournisseurs de services en nuage, c'est-à-dire les serveurs lame, principalement utilisés dans les centres de données du nuage privé, et les serveurs à densité optimisée, qui sont mis en œuvre dans les centres de données du nuage public, ont connu une croissance rapide. Ainsi, les parts de marché des serveurs lame sont passés de 13 % en 2010 à presque 18 % au premier trimestre 2013. Les ventes

Tableau II.4. Principaux pays importateurs et exportateurs de serveurs correspondant aux codes HS 847150 (2008-2012)

15 principaux pays importateurs				15 principaux pays exportateurs			
Pays	2012 (En million de dollars)	Parts de marché en 2012 (%)	Croissance annuelle 2008-2012 (%)	Pays	2012 (En million de dollars)	Parts de marché en 2012 (%)	Croissance annuelle 2008-2012 (%)
États-Unis	15 199	36,4	22	Chine	11 471	31,0	13
Japon	2 927	7,0	-4	États-Unis	6 302	17,0	0
Royaume-Uni	2 223	5,3	-9	Mexique	4 328	11,7	17
Canada	1 983	4,7	0	République tchèque	3 603	9,7	2
Allemagne	1 977	4,7	-11	Allemagne	1 862	5,0	-9
Chine	1 919	4,6	18	Singapour	1 771	4,8	35
France	1 565	3,7	-10	Hong Kong (Chine)	1 574	4,3	95
Pays-Bas	1 496	3,6	2	Pays-Bas	1 445	3,9	-13
Italie	1 045	2,5	-0	Hongrie	731	2,0	-11
Hong Kong (Chine)	993	2,4	33	France	624	1,7	-14
République de Corée	903	2,2	6	Irlande	540	1,5	-22
Mexique	875	2,1	-12	Royaume-Uni	396	1,1	-18
Australie	796	1,9	11	Canada	338	0,9	-4
Inde	688	1,6	26	Japon	337	0,9	2
Suisse	676	1,6	-5	Malaisie	177	0,5	31
Autres pays	6 532	15,6	3	Autres pays	1 478	4,0	-1
Monde	41 798	100,0	1	Monde	36 978	100,0	-1

Source: Base de données statistiques de l'ONU sur le commerce des marchandises (COMTRADE).

Note: Les écarts entre exportations et importations peuvent s'expliquer par une série de facteurs: estimation différente de la valeur, décalage dans le temps dans l'enregistrement des données, erreur de classement d'un importateur ou d'un exportateur, taux de change ou majorations de prix en cours d'expédition.

des serveurs à densité optimisée, qui représentent environ 7 % du marché des serveurs, ont enregistré une forte croissance en 2013.

Les serveurs ne représentent qu'un élément de l'architecture matérielle de l'informatique en nuage. Pour se faire une idée plus précise, il faudrait également analyser les échanges commerciaux de marchandises, à savoir par exemple les ventes de dispositifs de stockage, de connectique et d'autres composants du réseau étroitement liés à la fourniture de services en nuage.

c) Observations finales

Il est difficile repérer les tendances de l'informatique en nuage dans les statistiques du commerce international. Selon des estimations prudentes pour les États-Unis, les services en nuage représenteraient 3 % à 4 % environ des exportations totales de matériel informatique et de services de traitement des données. Compte tenu de la domination des fournisseurs de service américains et de l'adoption relativement importante des services en nuage dans ce pays, ce pourcentage risque d'être plus faible dans la plupart des autres pays. Par rapport aux ventes mondiales de services en nuage public, estimées à 111 milliards de dollars (voir section II.A.1), les exportations de services en nuage restent modestes en valeur.

Parallèlement, le commerce de serveurs, de dispositifs de stockage et de composants de réseau, qui représentent autant d'appareils nécessaires à la mise en place et à la prestation des services en nuage, entre pour une part non négligeable dans les échanges commerciaux de produits informatiques, à hauteur probablement, du commerce de services en nuage. Pour en déterminer la valeur exacte, toutefois, il est nécessaire d'isoler les produits informatiques utilisés. Les données agrégées ne rendent pas forcément compte de tendances divergentes dans des produits informatiques qui font partie du même groupe générique.

En ce qui concerne les biens comme les services, l'estimation de la valeur des échanges commerciaux relatifs au nuage est également rendue difficile par le caractère évolutif des modèles économiques de l'infonuagique. En effet, certains de ces modèles isolent la valeur en dollars de l'échange lui-même de données sur Internet. Il est clair que des travaux de recherche supplémentaires sont nécessaires pour mieux comprendre les retombées de ce phénomène

sur le commerce international de biens, mais aussi de services, mais aussi pour repérer les débouchés et les marchés de niche pour les pays en développement.

B. TENDANCES DE L'INFRASTRUCTURE INFONUAGIQUE

La présente section, consacrée aux tendances de l'infrastructure informatique, met l'accent sur certains aspects du haut débit qui peuvent avoir une incidence sur la capacité des pays en développement à adopter et à exploiter des applications infonuagiques. Tout d'abord est examinée la notion d'«état de préparation au nuage», qui décrit les composants de réseau et les services importants dans le contexte de l'informatique en nuage. Cet exposé est suivi d'un examen de l'infrastructure, de la qualité et de la tarification du haut débit, autant de facteurs qui ont un impact sur l'utilisation des services en nuage.

1. Facteurs déterminant l'état de préparation au nuage des pays

Afin de repérer les facteurs qui jouent sur la capacité des pays de profiter de l'économie infonuagique, il convient d'examiner les différentes tentatives d'évaluation de l'état de préparation au nuage de différents pays. Plusieurs indices existent et ils utilisent des méthodes différentes. Certains mettent l'accent sur l'infrastructure, tandis que d'autres se basent sur un ensemble plus large d'indicateurs à la fois qualitatifs et quantitatifs. Les indices disponibles ne couvrent actuellement qu'une zone géographique limitée. En outre, il n'existe pour le moment aucun indicateur de l'adoption effective du nuage:

- L'indice de l'état de préparation au nuage des entreprises (Enterprise Cloud Readiness Index), élaboré par le cabinet Pyramid Research, définit l'état de préparation au nuage des entreprises comme étant «la capacité de prestataires de services dans un pays donné de proposer des services en nuage aux entreprises» (Pyramid Research, 2012). Cet indice purement quantitatif couvre 49 pays et s'appuie sur neuf indicateurs économiques, démographiques et relatifs à l'infrastructure de TIC (voir tableau 1 en annexe).
- Le tableau de bord mondial de l'informatique en nuage, développé par la Business Software Alliance (BSA) classe 24 pays développés et en

développement dans sept catégories en fonction de leur «capacité à favoriser la croissance de l'informatique en nuage» (Business Software Alliance et Galexia, 2012). Ce tableau de bord s'appuie sur des données qualitatives et quantitatives (voir tableau 2 en annexe).

- L'indice de préparation au nuage de l'Asia Cloud Computing Association effectue un classement de 14 pays d'Asie en fonction de dix critères essentiels «à un déploiement et une utilisation réussis de l'informatique en nuage» (Asia Cloud Computing Association, 2012). Cet indice intègre des facteurs à la fois qualitatifs et quantitatifs (voir tableau 3 en annexe).
- L'outil relatif à l'état de préparation au nuage élaboré par la société Cisco Global repose sur trois indicateurs seulement, tous liés au haut débit, à savoir les vitesses de téléchargement descendant et ascendant, et le temps d'attente. Ces indicateurs sont considérés comme reflétant la capacité d'un pays à fournir différents niveaux de services en nuage (de base, intermédiaire et avancé) sur des liaisons fixes et mobiles (Cisco Analysis, 2012). Cisco ne calcule pas un indice réel, mais établit un classement des dix pays qui enregistrent la meilleure performance en matière de haut débit fixe et mobile, à partir d'une combinaison non précisée de trois indicateurs (voir tableau 4 en annexe).

Compte tenu de la nouveauté du phénomène du nuage, il faut du temps pour affiner les hypothèses sur les facteurs qui déterminent l'essor de l'informatique en nuage et pour trouver les meilleurs indicateurs qui en rendent compte. Étant donné qu'aucun des indices ne fait appel à des statistiques sur l'adoption effective des services en nuage, il est difficile d'élaborer un modèle qui montre objectivement les retombées et, par conséquent, la pertinence de certains facteurs précis³⁶. En ce qui concerne les facteurs liés à l'infrastructure, le nombre d'abonnements à une liaison haut débit sont utilisés dans les trois premiers indicateurs, mais ne sont pas considérés pertinents par Cisco (voir tableau 4 en annexe). Par ailleurs, le débit et le temps d'attente du haut débit sont pris en compte dans l'indice asiatique et dans celui de Cisco (tableau II.5).

Les éléments d'infrastructure qui influent sur le développement de l'informatique en nuage sont notamment les dorsales internationales et nationales, qui regroupent les données des utilisateurs et les transmettent vers le nuage et vice versa, mais aussi l'accès de l'utilisateur final au haut débit. Ces

Tableau II.5. Indicateurs relatifs à l'infrastructure utilisés dans différents indices d'état de préparation au nuage

	ACCA	BSA	Pyramid	Cisco
Vitesse de téléchargement descendant	✓			✓
Vitesse de téléchargement ascendant	✓			✓
Temps d'attente	✓			✓
Abonnements à la fibre optique			✓	
Bande passante internationale	✓	✓		
Abonnements au haut débit filaire	✓	✓	✓	
Abonnements au haut débit non-filaire	✓	✓	✓	
Internautes		✓		
ordinateurs		✓	✓	
Téléphones intelligents			✓	

Source: ACCA = Indice de l'Asia Cloud Computing Association; BSA = Tableau de bord de la Business Software Alliance; Pyramid = Indice Pyramid Research; Cisco = Outil GCI. Hors indices composés et indicateurs subjectifs (par exemple, enquêtes d'opinion).

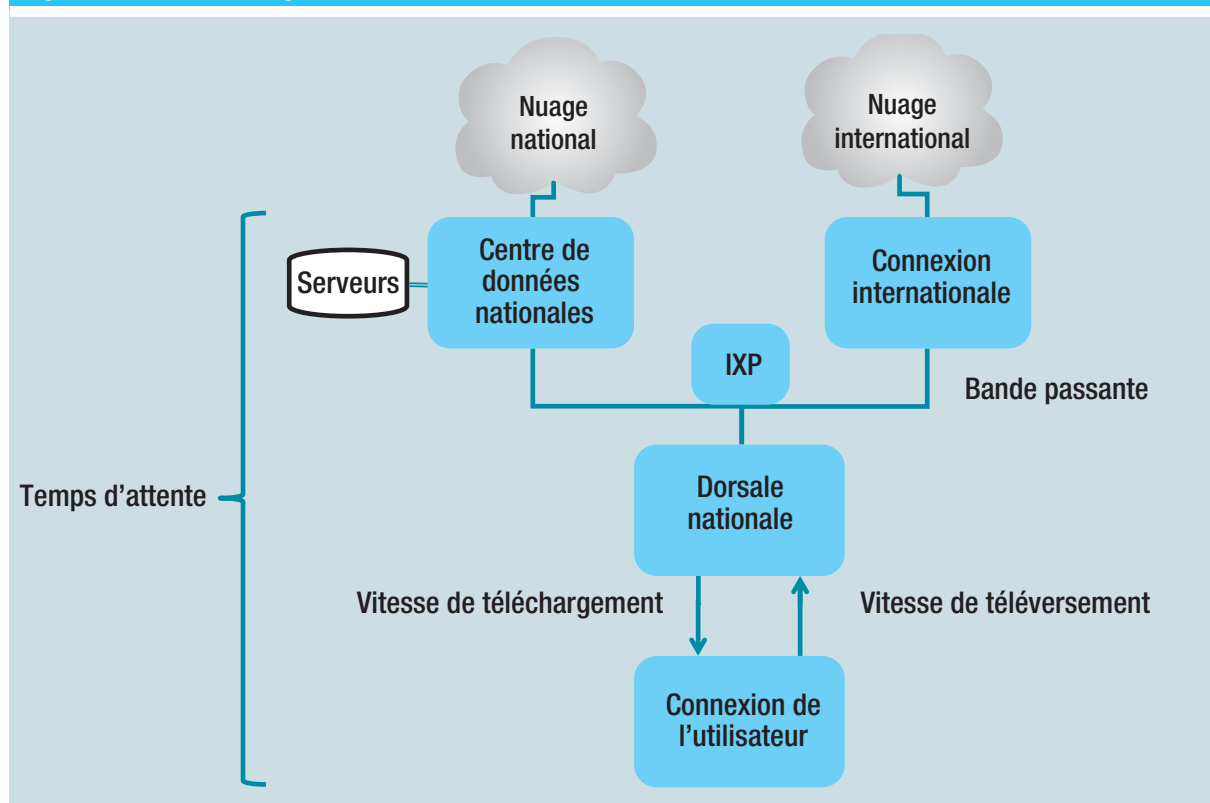
Note: Analyse de la CNUCED.

éléments sont reliés entre eux; si les services en nuage sont hébergés sur le territoire national, la connectivité internationale ne joue pas forcément un rôle aussi important (voir figure II.2). Dans les sous-sections suivantes, une attention particulière est accordée à la connectivité internationale, aux dorsales nationales et aux points d'échange Internet, à la pénétration du haut débit, à la qualité du service (QoS) et au coût de ce type de liaisons.

2. Bande passante internationale à haut débit

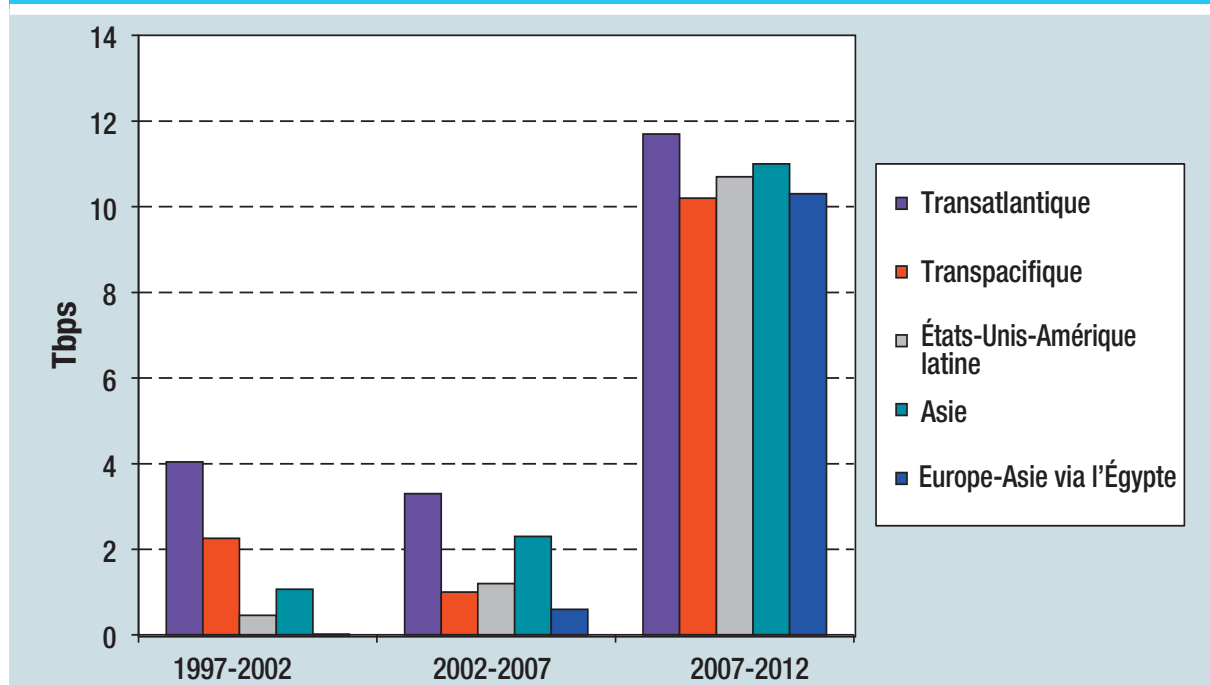
La bande passante internationale dédiée à l'Internet, un facteur critique d'accès aux serveurs de données situés à l'étranger, a considérablement augmenté ces dernières années. Selon TeleGeography, un cabinet d'études spécialisé dans les télécommunications, la progression annuelle a été de 53 % entre 2007 et 2012. L'intensification de la demande a donné lieu à la construction de nouveaux réseaux de fibre optique et à la modernisation des réseaux existants. Une capacité supplémentaire de 54 téraoctets par seconde (Tbps) a été ajoutée durant cette période (voir figure II.3)³⁷.

Figure II.2. Accès au nuage



Source: CNUCED.

Figure II.3. Capacité de trafic supplémentaire des câbles sous-marins sur les principaux tracés (Tbps)



Source: TeleGeography. Disponible à l'adresse www.telegeography.com (consulté le 3 octobre 2013).

Note: La capacité de trafic est la capacité effective et actuelle d'écoulement du trafic du système, en fonction des équipements installés dans la période donnée.

C'est dans les pays en développement que la demande augmente le plus vite. Cette progression est due essentiellement aux services en nuage et au trafic supplémentaire vers des centres de données via des connexions internationales entre les utilisateurs et les sites, à l'étranger, où se trouvent les applications et les données. Toutefois, ce trafic est quelque peu atténué par le système de mémoire-cache, une mémoire intermédiaire qui permet d'afficher plus rapidement les pages les plus utilisées en les stockant sur les réseaux nationaux, en vue d'améliorer les performances et de réduire les coûts liés au haut débit international (TeleGeography, 2013)³⁸.

La disponibilité et l'accessibilité économique du haut débit international en Afrique, un continent longtemps à la traîne dans ce domaine, se sont considérablement améliorées suite à l'atterrissement de câbles sous-marins concurrents en fibre optique sur les côtes orientale et occidentale du continent. C'est au niveau de la dorsale régionale et des réseaux d'accès locaux, dont un grand nombre fait l'objet d'investissements de modernisation, qu'il faut intervenir pour proposer des connexions bon marché. Des améliorations conséquentes sur l'infrastructure terrestre, comparables à celles observées dans la connectivité sous-marine, pourraient accroître l'adoption de services en nuage par les entreprises, en particulier en Afrique.

3. Dorsales nationales, points d'échange Internet et centres de données

Les dorsales nationales, les points d'échange Internet et les centres de données sont des installations essentielles à la transmission et au traitement de flux de données dans l'informatique en nuage. Les dorsales nationales jouent un rôle indispensable car elles permettent aux données d'arriver à destination. Si la dorsale n'est pas solide, les internautes ne peuvent pas bénéficier du débit maximal sur leur connexion locale. De nombreuses données empiriques montrent que la non connexion des zones rurales aux dorsales nationales à haut débit pose un problème dans de nombreux pays. Toutefois, contrairement à ce qui se passe pour la bande passante internationale, on ne dispose d'aucun système de mesure international ni de données nationales pour quantifier et comparer les capacités des dorsales nationales³⁹.

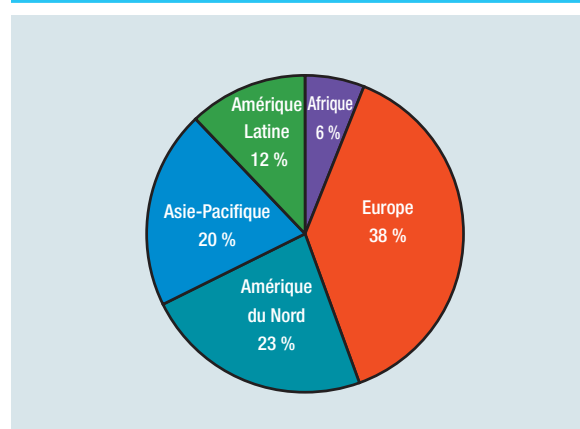
Comme leur nom l'indique, les points d'échange Internet (IXP) sont des infrastructures physiques où les

FAI regroupent leurs équipements en vue d'échanger du trafic Internet national. Cette solution réduit les coûts liés à la bande passante internationale puisque le trafic à destination nationale n'a pas besoin de transiter par l'étranger. Par ailleurs, les IXP améliorent les performances en réduisant le temps d'attente (voir plus loin). L'établissement d'IXP contribue aussi à renforcer les capacités humaines nationales dans les réseaux. Lorsque le trafic atteint un certain niveau, les IXP permettent aux fournisseurs de contenu de créer une mémoire-cache pour le pays. Le renforcement des compétences et l'augmentation du trafic pourraient permettre de passer à l'étape suivante, qui serait d'installer des serveurs de données dans les IXP et de proposer ainsi des services en nuage nationaux.

En juin 2013, on dénombrait 397 IXP dans le monde (figure II.4)⁴⁰. Plus de 60 % d'entre eux étaient situés en Europe ou en Amérique du Nord. En Afrique, un continent qui n'abritait que 6 % des IXP du monde, de tels points d'échange renforceraient de façon spectaculaire l'expérience du Web des populations en améliorant les performances. Ainsi, une étude sur les IXP au Kenya et au Nigéria a révélé que ces centres réduisaient nettement le temps d'attente, ce dernier étant passé de plus de 200 millisecondes (ms) à moins de 10 ms en moyenne⁴¹.

À l'image des IXP publics, les centres d'appairage privé permettent l'échange de trafic, mais en règle générale, ce service est facturé à certains ou à tous les participants. Contrairement à la plupart des IXP publics, toutefois, l'appairage privé est une activité à

Figure II.4. Distribution des IXP par région, juin 2013 (En pourcentage)



Source: Packet Clearing House, voir https://prefix.pch.net/applications/ixpdir/summary/growth-region/?sort1=bandwidth&sort2=_percent_change &order=desc (consulté le 10 octobre 2013).

but lucratif généralement gérée par une seule société. Les points d'appairage privé sont nettement plus nombreux que les points d'échange Internet publics; selon le cabinet PeeringDB, on comptait environ 1 221 sites d'appairage privé dans le monde en juillet 2013⁴². Les points d'appairage privé se distinguent aussi des IXP publics parce qu'ils se trouvent dans des centres où les sociétés peuvent louer ou regrouper des serveurs de données. Ces centres de données sont la manifestation concrète du nuage, dans la mesure où ils hébergent les serveurs chargés de stocker et de traiter les données du nuage. Cette composante essentielle de l'infrastructure infonuagique doit répondre à des critères stricts. Le plus important d'entre eux est une alimentation électrique stable, permettant le fonctionnement en continu des serveurs et des systèmes de refroidissement pour éviter la surchauffe de l'équipement⁴³. Parmi les paramètres, il convient donc aussi de citer le prix et la sécurité de l'approvisionnement en électricité.

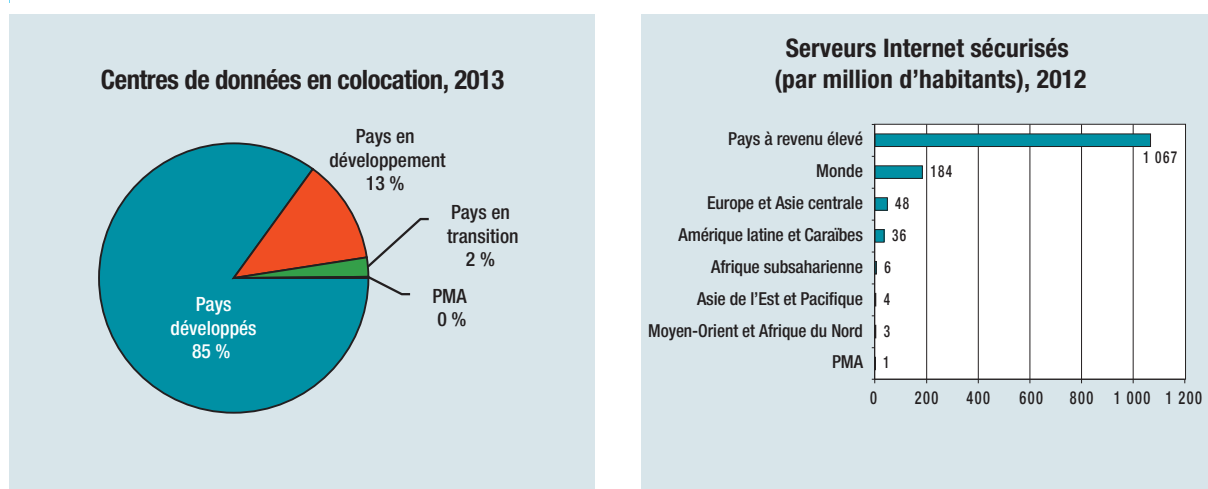
Pour être financièrement viables dans un lieu donné, les centres de données doivent répondre à plusieurs critères rigoureux. Le risque influence la décision des sociétés d'installer des serveurs ou de construire des centres de données et nombre de pays en développement sont considérés comme plus risqués à cet égard⁴⁴. Le coût de l'électricité et la fiabilité de l'approvisionnement dans cette source d'énergie sont des arguments prépondérants dans le choix du lieu d'implantation d'un centre de données. Selon une source, jusqu'à 85 % des centres de données offrent

des services de colocation se trouvent dans les pays développés (figure II.5, graphique de gauche)⁴⁵. Cette autre fracture numérique se mesure également au nombre de serveurs. Alors qu'en 2011, on dénombrait plus de 1 000 serveurs de données sécurisés par million d'habitants dans les pays à revenu élevé, il n'y en avait qu'un par million d'habitants dans les PMA (figure II.5, graphique de droite). Les pays dépourvus de centres de données locaux doivent passer par des serveurs à l'étranger pour leurs services en nuage, ce qui accroît leurs coûts, puisqu'ils utilisent la bande passante internationale, et ce qui rallonge les temps d'attente. En outre, certains clients des services en nuage, comme les gouvernements, doivent pouvoir utiliser ces services de façon sécurisée, une condition à laquelle les centres de données nationaux sont les mieux à même de répondre.

4. Tendances au niveau de l'infrastructure du haut débit

En 2012, on estimait à 2,1 milliards le nombre d'abonnements au haut débit, le haut débit par téléphonie mobile s'arrogeant plus de 70 % de ce montant (voir figure II.6). En ce qui concerne l'importance de ce paramètre pour l'accès au nuage, il convient d'interpréter les statistiques avec précaution. Comme cela est expliqué plus loin dans le détail, les connexions par téléphonie fixe offrent souvent un débit plus élevé et plus constant, avec des temps d'attente plus faibles et un accès le plus souvent partagé,

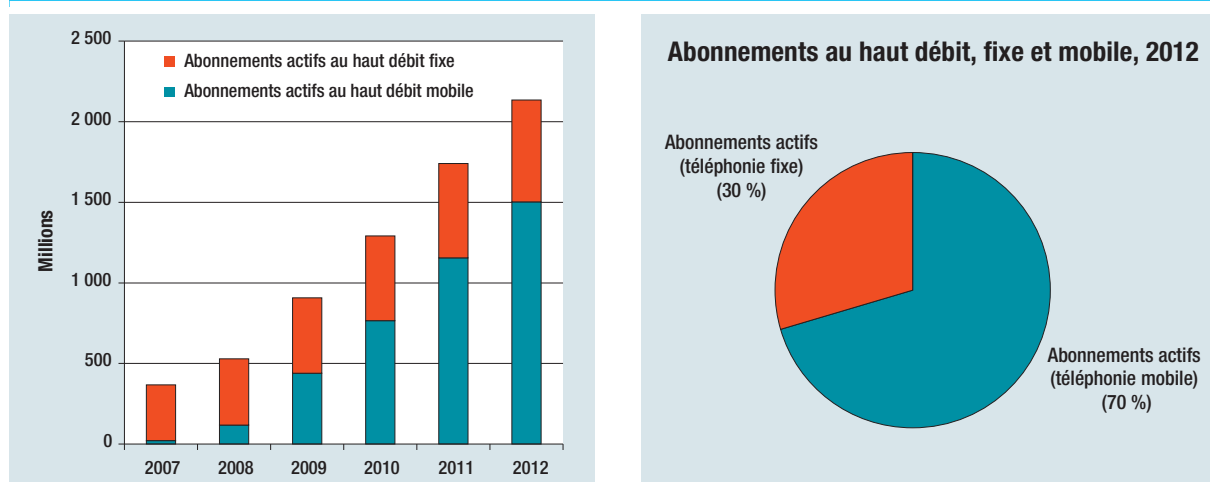
Figure II.5. Distribution des centres de données en colocation par groupe (2013) et serveurs Internet sécurisés par million de personnes (2012)



Source: Voir tableau 5 en annexe.

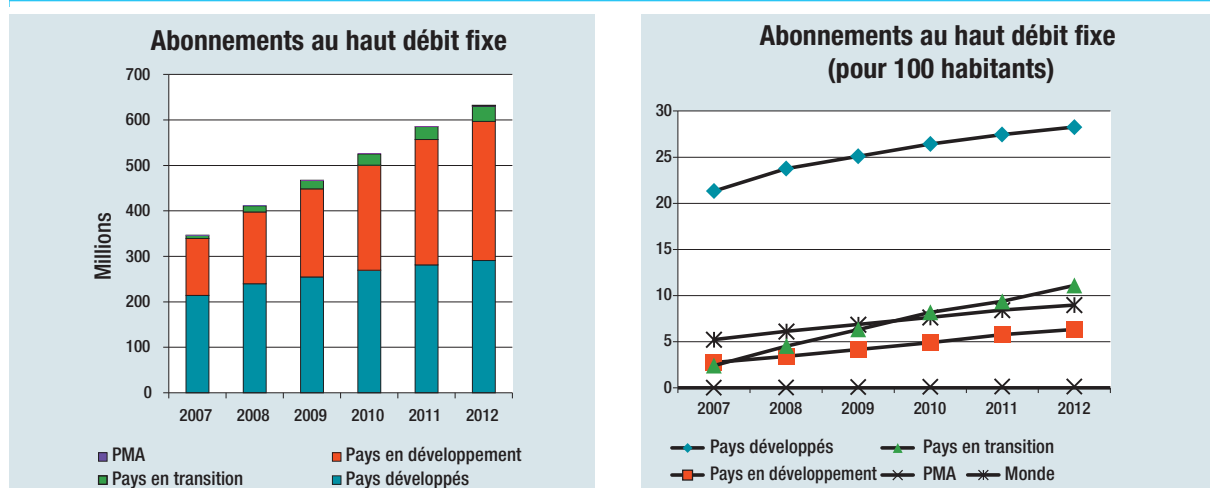
Note: Seuls les pays en développement ont été retenus dans les régions répertoriées dans le graphique de droite.

Figure II.6. Abonnements au haut débit fixe et ventilation fixe-mobile



Source: Base de données UIT sur les indicateurs de télécommunications/TIC dans le monde (WTI).

Figure II.7. Abonnements au haut débit fixe par 100 habitants et par région (2007-2012)



Source: UIT.

au sein du foyer ou de l'entreprise, ce qui signifie que le nombre de personnes qui l'utilisent est bien plus important que ne le laisse entendre le nombre d'abonnements. En revanche, le haut débit mobile est généralement utilisé par une seule personne. Par conséquent, ce que l'on appelle les abonnements «actifs» comprennent parfois des abonnements qui ont certes été souscrits, mais qui ne sont pas forcément utilisés⁴⁶.

En 2012, on dénombrait 632 millions d'abonnements à des connexions haut débit fixe dans le monde (figure 6, graphique de gauche). La progression de ce segment du marché a été assez atone, la pénétration étant seulement d'environ un nouvel abonnement pour 100 personnes au cours de ces dernières années

dans le monde. Bien que le nombre d'abonnements dans les pays en développement ait dépassé celui des pays développés en 2012, l'écart en matière de pénétration continue à se creuser. En effet, le nombre d'abonnements par habitant était environ cinq fois plus élevé dans les régions développées qu'en développement en 2012. Dans les PMA, le nombre total d'abonnements au haut débit fixe n'était que de 1,3 million, c'est-à-dire à peu près le même chiffre qu'à Singapour, tandis que le taux moyen de pénétration y était d'à peine 0,2 pour 100 personnes. Bien que le taux de pénétration soit resté beaucoup plus bas dans les pays en transition que dans les pays développés, il y était néanmoins plus élevé que la moyenne mondiale.

L'expérience du haut débit par l'internaute dépend dans une large mesure du type de connexion. Les trois principales technologies utilisées dans le monde sont la liaison numérique sur ligne d'abonné (DSL), le modem-câble et la fibre optique. Bien que la grande majorité des abonnements corresponde à ces technologies, le satellite est encore très utilisé dans les zones rurales isolées qui ne disposent pas d'un accès terrestre au haut débit (voir encadré II.2). Le DSL sur des lignes téléphoniques en cuivre est la technologie haut débit la plus utilisée sur les lignes fixes (figure II.8, graphique de gauche). Les différentes technologies offrent des débits théoriques différents, en fonction de divers facteurs, dont la version du matériel utilisé et la distance entre le poste de l'internaute et le central. Le débit théorique maximal varie en fonction de la technologie employée, la fibre optique étant la plus rapide (figure II.8, graphique de droite). En outre, elle permet généralement d'obtenir un débit ascendant et descendant identique, tandis que les

autres technologies sont surtout asymétriques, avec un débit descendant plus élevé. Les débits moyens observés dans la plupart des pays sont bien inférieurs à ces valeurs maximales théoriques (voir tableau 5 en annexe).

La fibre optique est aussi la technologie haut débit la plus compatible avec les services en nuage, du fait que plus le débit est élevé, plus les services en nuage sont performants⁴⁷. Des offres de plusieurs gigabits (1 000 mégabits) par seconde sont désormais proposés dans plusieurs pays, principalement en Asie de l'Est. Le Hong Kong Broadband Network a été l'un des premiers dans le monde à lancer un tel service, en 2010⁴⁸. Pour sa part, Sony a récemment lancé un service de 2 Gbps dans différentes régions du Japon⁴⁹. Aux États-Unis, Google propose un service de l'ordre du gigabit dans plusieurs grandes villes, dans l'espoir d'inciter les acteurs traditionnels du haut débit à lui emboîter le pas⁵⁰. Certains se demandent si

Encadré II.2. Services en nuage par satellite

Dans de nombreux pays en développement où l'infrastructure terrestre ou l'Internet mobile à haut débit ne sont pas suffisamment étendus, le seul moyen d'accéder à la Toile ou à d'autres réseaux de communication est le satellite. Toutefois, la prestation de services en nuage par satellite pose deux principales difficultés.

La première concerne les temps d'attente. Les satellites en orbite géostationnaire se trouvent à 35 786 kilomètres d'altitude. Par conséquent, toute communication nécessite que les données parcourent deux fois cette distance, ce qui se traduit par un temps d'attente toujours compris entre 500 ms et 800 ms, une valeur bien supérieure aux critères d'utilisation optimale des services en nuage, même les plus rudimentaires. La seconde raison, c'est que la communication par satellite coûte cher. En fonction de la technologie employée, le prix de marché d'environ 1 mégabit par seconde (Mbps) à environ 1 mégahertz est de 3 500 dollars environ, auquel s'ajoutent des frais de gestion et de mise en service de l'équipement. Certains prestataires baissent leurs prix en offrant plus d'abonnements que ne le permet la capacité disponible, ce qui se ralentit encore la navigation.

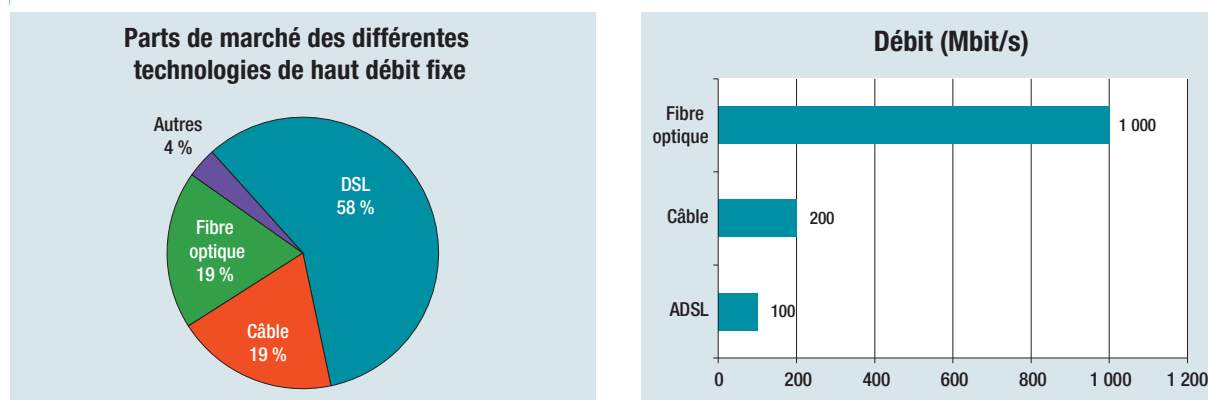
Des innovations récentes pourraient toutefois renforcer l'intérêt du satellite. Le problème lié au temps d'attente pourrait être résolu en partie par une diminution de la quantité de données qui doivent être échangées pour permettre au site à distance et au centre de données de communiquer. Pour cela, on peut combiner la création d'une mémoire cache et une gestion intelligente des données. Le prix de l'utilisation de satellites peut diminuer si la bande passante est partagée entre sites et clients. La réduction des échanges des données qui servent à la communication (trafic d'établissement de communication et de liaison) se répercute favorablement sur la bande passante consommée pour la transmission. Ces mesures peuvent réduire le prix de la bande passante à hauteur de 70 %.

En Afrique du Sud, en 2011, Entreprise Connexion, un exploitant de centre de données, a mis en place des services en nuage par satellite, notamment pour le stockage de données et la gestion centralisée de logiciels. Grâce à ce service, l'une de ses sociétés clientes a pu établir une liaison entre plusieurs filiales en Zambie, au Zimbabwe et en République démocratique du Congo avec le siège de la société, à Johannesburg, ces dernières pouvant accéder à des applications comme des applications de gestion de la relation client (CRM).

À moyen terme, de nombreux pays en développement n'auront peut-être pas encore les moyens financiers de développer une infrastructure terrestre. C'est surtout en rendant les solutions par satellite plus abordables que l'on facilitera l'accès des zones reculées aux services en nuage. Ce potentiel peut encore s'améliorer si les opérateurs de téléphonie mobile pouvaient utiliser le système mondial de communications mobiles (GSM) pour relier les zones rurales à leurs réseaux par satellite.

Source: CNUCED, à partir d'informations fournies par la société «meanswhat».

Figure II.8. Parts de marché des différentes technologies de haut débit fixe et débit descendant maximal théorique



Source: Point Topic and Broadband Strategies Toolkit, disponible à l'adresse <http://broadbandtoolkit.org/5.7> (consulté le 3 octobre 2013).

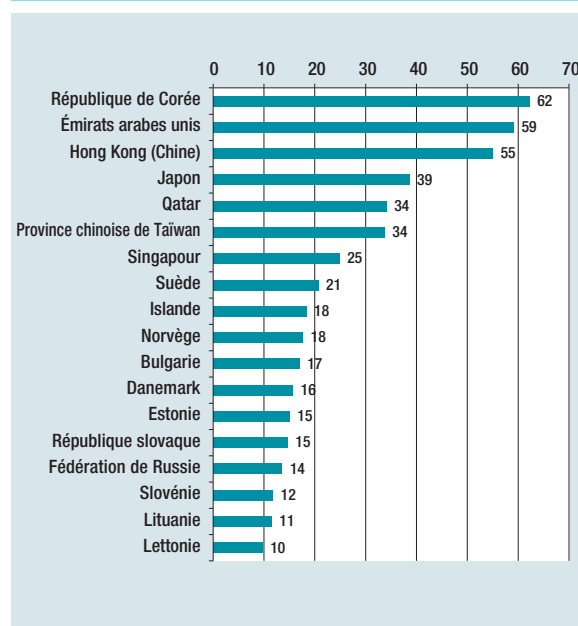
Note: Dans le graphique de gauche, les parts de marché sont celles du deuxième trimestre 2012. Dans le graphique de droite, les mesures ont été faites sur un système par câble répondant à la norme EuroDOCSIS 3 et, pour l'ADSL, à la recommandation VDSL2, ITU-T G.993.2. Les débits sont symétriques.

de tels débits sont vraiment nécessaires aujourd'hui, étant donné que les services en nuage qui exploitent 1 Gbps sont rares⁵¹. En outre, même si ces débits sont théoriquement à la disposition de l'internaute, des goulets d'étranglement apparaissent en raison de l'incapacité des opérateurs de dorsales à gérer de si grandes quantités de données. Toutefois, étant donné que les applications ont toujours évolué en fonction des débits disponibles, la fibre offre la technologie à haut débit la plus prometteuse pour les liaisons fixes.

L'Asie arrive au premier rang des abonnements à la fibre optique, puisque ce continent revendique les trois quarts des abonnements dans le monde⁵². En effet, les six pays arrivant en tête du classement (figure II.9) se trouvent tous en Asie. La plupart des pays dans lesquels la fibre est fortement représentée sont des pays à revenu élevé et à forte densité de population, ce qui explique qu'ils investissent davantage dans la fibre jusqu'aux installations des clients⁵³. Ailleurs, le taux de pénétration de cette technologie est faible en général. Selon une source, le taux de pénétration de la fibre dans les foyers dépassait 1 % dans moins de 36 pays, en 2012⁵⁴. Dans les pays en développement, où le pouvoir d'achat est limité, les opérateurs privés ne voient pas vraiment l'intérêt d'investir dans la fibre optique au-delà des quartiers abritant le siège des entreprises. Dans ces pays, un engagement des pouvoirs publics est habituellement nécessaire pour diffuser la fibre optique. L'Azerbaïdjan est un bon exemple d'investissement public dans les réseaux de fibre optique. Le Gouvernement azerbaïdjanais a

en effet récemment lancé un projet de trois ans sur la fibre optique qui permettra d'atteindre une vitesse de transmission de 100 Mbps dans la capitale, Bakou, de 30 Mbps dans d'autres grandes villes et de 10 Mbps dans les petites villes et les villages⁵⁵.

Figure II.9. Pays où le taux de pénétration de la fibre jusqu'au foyer ou au réseau local dépassait 10 % en 2012 (En pourcentage)



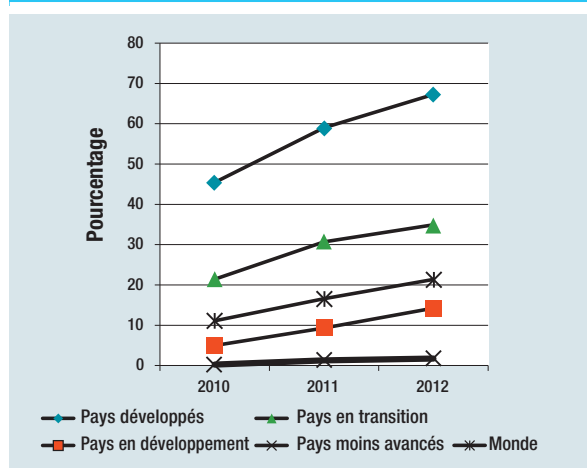
Source: ictDATA.org, d'après les autorités réglementaires nationales, l'Union européenne et Fibre to the Home Council Europe.

Note: Les statistiques des Émirats arabes unis, du Japon, de la Bulgarie, de l'Estonie et de la Lettonie datent de 2011.

Contrairement au haut débit par ligne fixe, le haut débit mobile a fortement progressé dans les pays en développement. Les abonnements y étaient en effet au nombre de 1,5 milliard en 2012 (estimations), soit une hausse de pratiquement 350 millions (30 %) par rapport à l'année précédente⁵⁶. En moyenne, on estimait à 21 le nombre d'abonnements au haut débit mobile pour 100 habitants en 2012, l'écart étant important entre les pays développés – 67 – et les pays en développement – 14 (voir figure II.10)⁵⁷. Le nombre d'abonnements actifs au haut débit mobile s'élevant à 15 millions à peine dans les PMA, le taux de pénétration dans ces pays était de moins de 2 pour 100 habitants en 2012.

Comme pour le haut débit fixe, les débits disponibles varient en fonction de la technologie du réseau (tableau II.6). Le haut débit mobile est optimisé pour une seule personne; ses performances ont donc tendance à chuter lorsque la connexion est partagée. Par ailleurs, ses temps d'attente sont généralement plus longs que ceux du haut débit fixe. En outre, toutes les zones géographiques sont loin d'être couvertes dans les pays en développement. La technologie de l'évolution à long terme (LTE), c'est-à-dire la quatrième génération de réseaux mobiles, offre des débits bien plus élevés que les réseaux de troisième génération (3G), le débit théorique étant de 100 Mbps pour une utilisation nomade et de 1 Gbps pour une utilisation en phase stationnaire, avec une diminution du temps d'attente. Des essais réalisés en Finlande confirment cette observation et laissent à penser que la

Figure II.10. Abonnements mondiaux actifs au haut débit mobile pour 100 habitants, 2010-2012



Source: Base de données UIT sur les indicateurs de télécommunications/TIC dans le monde (WTI).

Tableau II.6. Débits théoriques maximaux en téléphonie mobile, technologies W-CDMA

Technologie	Débit descendant	Débit ascendant
W-CDMA	384 kbps	384 kbps
HSDPA	14,4 Mbps	384 kbps
HSUPA	Spécifications pour débit ascendant seulement	5,7 Mbps
HSPA	42 Mbps	11 Mbps

Source: Guide Broadband Strategies Toolkit de la Banque mondiale.

Abréviations: HSPA – accès rapide en mode paquet, HSDPA – accès rapide en mode paquet sur la liaison descendante, HSUPA – accès rapide en mode paquet sur la liaison ascendante, kbps – kilobits par seconde, W-CDMA – accès multiple à large bande par partage de code.

technologie LTE offre des performances comparables à certaines offres en ligne fixe (voir tableau II.7).

5. Qualité du service des réseaux à haut débit

Étant donné que les connexions dans le nuage se font essentiellement via Internet, il est indispensable de disposer d'un accès fiable au haut débit. Toute une série de tâches peuvent être effectuées «dans le nuage», qu'il s'agisse de messagerie ou de traitement de texte à distance, de présentation de rapports, de téléphonie ou de systèmes de traitement de données ou d'informatique de gestion, dont le temps d'exécution doit être court. À mesure qu'apparaît la nécessité de disposer d'un accès Internet rapide et fiable, la qualité de service revêt elle aussi un caractère plus important.

La qualité de service des connexions à haut débit peut être évaluée selon divers critères (Gonsalves et Bharadwaj, 2009):

- Le débit descendant est le critère le plus fréquemment utilisé pour déterminer la qualité des services à haut débit. Cette notion correspond

Tableau II.7. Comparaison des débits en 3G et LTE et temps d'attente en Finlande

	3G	LTE
Débit descendant	4,1 Mbps	36,1 Mbps
Temps d'attente	117 ms	23 ms

Source: Epitiro, 2011, LTE 'Real World' Performance Study, <http://www.epitiro.com/assets/files/20-103-1006.001%20LTE-Report-World-Report.pdf> (consulté le 3 octobre 2010).

au temps qu'il faut aux paquets de données pour parcourir la distance qui sépare le serveur et l'équipement de l'utilisateur final. Il est mesuré en kilobits de seconde (kbps) ou mégabits par seconde (Mbps).

- Le débit ascendant correspond au temps qu'il faut aux paquets de données pour être transférés de l'équipement de l'utilisateur final au serveur. Il est généralement mesuré en kbps ou Mbps.
- Le temps d'attente ou temps de transmission aller-retour (RTT) est le temps qu'il faut à un paquet de données pour atteindre le serveur de destination et revenir vers le client (équipement de l'utilisateur final). Généralement mesuré en millisecondes (ms).
- La jigue («*jitter*») est la variation du temps d'attente ou du temps qu'il faut aux paquets de données pour être transmis. Généralement mesuré en millisecondes (ms).
- Le taux de perte de paquets correspond à la proportion de paquets qui n'arrivent pas au serveur de destination. Généralement mesuré en pourcentage du nombre total de paquets transmis.

Pour que les différentes applications fonctionnent dans des normes acceptables, différents critères de performance doivent être mesurés (voir tableau II.8). Les débits ascendant et descendant et le temps d'attente se répercutent différemment sur les performances du nuage, selon le degré de sophistication des services proposés (voir figure II.11). Ainsi, le débit utile est fondamental pour la diffusion en continu (*streaming*), alors que le RTT ou le temps d'attente est plus important pour les jeux en réseau⁵⁸. Compte tenu de la nature et de la conception des services en nuage, le débit ascendant et le temps d'attente sont des critères de plus en plus importants.

L'outil de Cisco sur l'état de préparation au nuage définit une série de seuils en matière de qualité de service pour les services en nuage selon leur degré de sophistication (voir figure II.11). Des débits faibles et des temps d'attente importants n'empêchent pas l'utilisation de l'informatique en nuage mais seulement de certaines applications. Ainsi, la qualité de service est beaucoup moins importante pour des services de base comme la messagerie, la navigation ou la téléphonie sur Internet que pour des applications plus complexes comme la diffusion en continu de vidéos en haute définition. Un facteur essentiel de facilité d'emploi est la performance, c'est-à-dire la perception d'un échange immédiat avec l'application.

Tableau II.8. Importance des caractéristiques du haut débit par catégorie de service en nuage

Service	Débit descendant (kbps)	Débit ascendant (kbps)	Temps d'attente (ms)	Jigue (ms)	Perte de paquets (%)
Navigation	++	-	++	-	-
Messagerie sur le Web	+++	++	++	-	+
Diffusion en continu (consommation)	+++	-	++	++	++
Diffusion en continu (production)	++	+++	++	++	++
Stockage de données	-	+++	-	-	-
Téléphonie par Internet	+	+	+++	+++	+++
Jeux	++	+	+++	++	++
Stockage de données et analyse (temps réel)	+++	+++	++	-	+
Services Web	+	++	+++	++	+++
Informatique de gestion (ERP/CRM)	++	++	+++	+	++
Services de développement de logiciels	-	++	++	-	+++

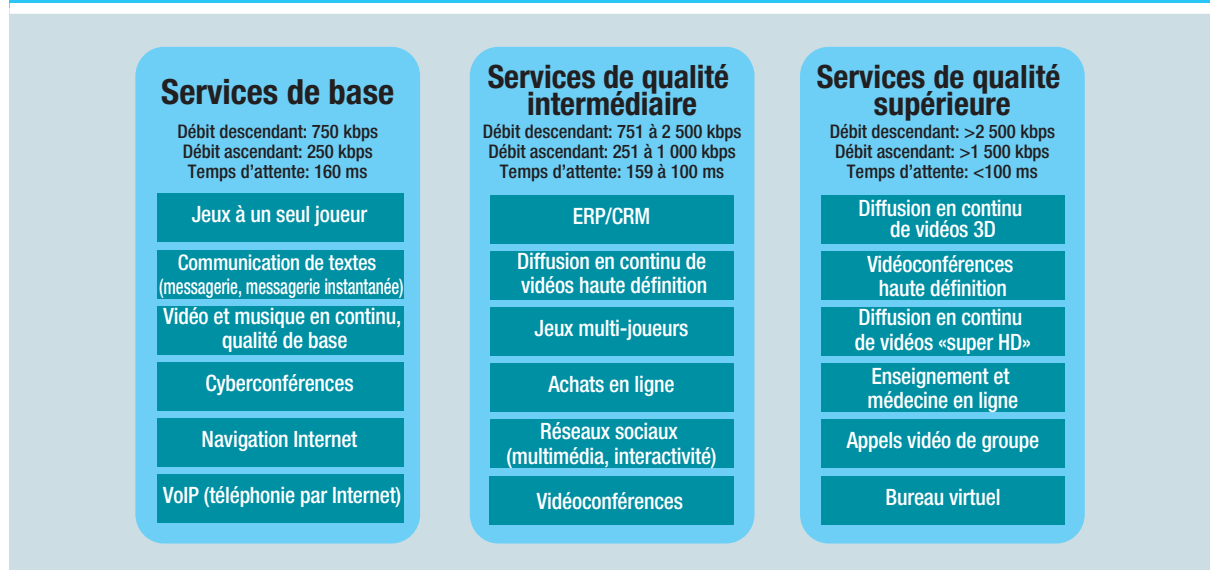
Source: CNUCED, à partir de travaux de recherches LIRNEasia; Gonsalves et Badarwaj, 2009.

Légende:+++ Très important; ++ Assez important; + Peu important; - Pas important.

a) Débit descendant

Le débit descendant a toujours été un critère essentiel de mesure des performances du haut débit. Avant le Web 2.0, rares étaient les internautes qui créaient du contenu, la plupart étant des consommateurs passifs d'informations téléchargées sur leur ordinateur. Bien que les réseaux sociaux, les blogs, les wikis et le partage de vidéos représentent une part croissante des activités sur Internet, les internautes continuent à télécharger davantage du serveur vers leur ordinateur qu'en sens inverse. Par ailleurs, le contenu créé par les internautes multiplie le nombre d'informations à télécharger. En outre, la généralisation du haut débit a donné lieu à la création de contenu plus riches et de

Figure II.11. Sophistication des services en nuage et exigences en matière de qualité du service



Source: D'après <http://www.cisco.com/en/US/netsol/index.html> (consulté le 11 octobre 2013).

Note: La présence conjointe de nombreuses applications nécessite un réseau plus rapide.

ERP: Planification des ressources de l'entreprise.

vidéos en particulier, cette amélioration de la qualité se traduisant par un nombre bien plus important de bits transférés. Ce phénomène est amplifié par la possibilité de visionner des films en haute définition par l'intermédiaire du nuage. Il a en effet été estimé qu'environ 1,3 milliard d'internautes dans le monde avaient visionné environ 162 vidéos en ligne par mois en 2012⁵⁹. Ce phénomène a donc accru la part du débit descendant sur le débit ascendant. Une enquête réalisée en 2012 auprès de 5 000 internautes japonais a révélé qu'en moyenne, chacun d'entre eux téléchargeait sur son ordinateur 20 fois le volume d'informations téléchargées vers le serveur, un ratio qui a été multiplié par deux depuis 2005⁶⁰.

b) Débit ascendant

L'utilisation accrue du stockage hors ligne, du partage de fichiers et de services de sauvegarde nécessite que l'on tienne davantage compte des débits ascendants. Parallèlement, les exploitants de réseaux font souvent la promotion de leurs offres à haut débit en s'appuyant sur le téléchargement descendant et en mentionnant à peine, voire pas du tout, le débit ascendant. Comme cela a déjà été évoqué plus haut, la plupart des technologies de haut débit fixe et mobile autres que la fibre sont conçues de façon à réserver plus de bande passante au débit descendant, qui est donc plus rapide que les flux ascendants⁶¹. Lorsque

l'internaute stocke ses données dans le nuage, en réalité, ces dernières sont transférées vers un serveur distant. Par conséquent, le débit ascendant et le plafond de données téléchargeables sont des considérations essentielles dont il faut tenir compte lorsque l'on évalue la capacité d'un réseau à gérer des applications dans le nuage. Un débit insuffisant sur la liaison montante risque d'être plus problématique pour les particuliers et les petites entreprises que pour les grandes entreprises, du moins celles qui disposent de lignes spécialisées.

c) Temps d'attente

Les performances des applications et des services sont fonction de la vitesse à laquelle les données peuvent être disponibles et traitées. Par exemple, l'accès à des données stockées sur un disque dur local se fait bien plus rapidement que lorsqu'elles se trouvent à la fin d'un grand réseau. Le «nuage» se compose de nombreux serveurs dispersés dans le monde. L'ensemble de ces serveurs constitue un centre de données virtuel. Ce type d'environnement virtuel possède des temps d'attente plus ou moins longs, qui viennent s'ajouter au temps d'attente entre l'utilisateur final et le serveur interrogé. Par conséquent, contrairement à ce qui se passe avec des services Internet traditionnels, la cumulation de ces différents temps d'attente nuit à l'expérience globale

des utilisateurs. Cet aspect est parfois négligé, car on a tendance à mettre l'accent sur la performance et la fiabilité plutôt que sur la connectivité du nuage, un paramètre pourtant nécessaire pour en faire une solution viable.

Un RTT plus court réduit le temps de chargement d'une page Web ou d'un document. Le temps d'attente est parfois un obstacle essentiel à l'adoption de services en nuage. Alors qu'un certain nombre de pays obtiennent des débits descendants et ascendants acceptables, nombre d'entre eux ne répondent pas aux exigences en matière de temps d'attente qui correspondent à des services en nuage de niveau intermédiaire et supérieur. Sur les réseaux fixes, des services en nuage perfectionnés ne peuvent être pleinement mis en œuvre de façon concurrente et efficace que dans deux pays (Hong Kong (Chine) et Lituanie)⁶². Pour le haut débit mobile, aucun pays ne peut prendre en charge des services de niveaux intermédiaire et supérieur car les temps d'attente sont trop longs. Toutefois, comme cela est indiqué dans le tableau II.7, la technologie LTE ressemble beaucoup à celle qui est proposée dans de nombreuses offres de haut débit fixe. Le temps d'attente peut donc être extrêmement important, selon que l'accès à ce réseau se fait dans le domaine d'un FAI particulier ou dans le domaine international.

Il est également difficile de comparer les temps d'attente entre les pays. Les bits ne pouvant voyager plus vite que la lumière, le temps d'attente n'est jamais égal à zéro⁶³. Étant donné que ce temps s'accroît avec la distance, les comparaisons entre pays devraient se faire sur le temps d'attente perçu par les citoyens sur une distance identique. Or dans la plupart des pays, il n'existe aucune statistique sur cette question⁶⁴. En même temps, les serveurs utilisés dans l'informatique en nuage ne sont pas accessibles depuis tous les pays. Par conséquent, les données de certains internautes doivent transiter par des sites à l'étranger.

d) Comparaisons nationales de la qualité de service des connexions à haut débit

Afin d'évaluer grossièrement les performances des pays dans ce domaine, nous avons utilisé, pour le tableau II.9, des données relatives à 138 pays, afin de savoir si ces derniers répondaient aux critères de qualité de service proposés par Cisco (voir figure II.11) pour des services en nuage de base et des services perfectionnés. Le tableau montre également dans

quel(s) domaine(s) (débit descendant ou ascendant, temps d'attente) se situent les difficultés.

Sur les 43 pays qui répondent aux seuils minimum permettant la prestation de services en nuage perfectionnés, sept sont des pays en développement d'Asie et d'Océanie et six sont des pays en transition. En revanche, aucun pays d'Afrique ou d'Amérique latine ne figure dans ce groupe.

Le groupe le plus important se compose des 61 pays qui répondent à la totalité des critères pour la prestation de services en nuage de base. On y trouve neuf pays développés et sept pays en transition, en plus de six pays africains, de 18 pays d'Asie et d'Océanie et de 20 pays d'Amérique latine et des Caraïbes. Le principal obstacle qui empêche ces pays de passer au niveau supérieur est le débit ascendant – un critère sur lequel ont échoué plus de 90 % des pays – suivi par les temps d'attente.

Le dernier groupe se compose de 34 pays qui n'ont pas répondu à au moins un des critères de qualité de service correspondant à des services en nuage de base. L'Afrique domine dans cette catégorie, avec 13 pays, suivie de l'Asie et de l'Océanie (10 pays), de l'Amérique latine et des Caraïbes (8 pays) et enfin des pays en transition (3 pays). Le temps d'attente représente le principal problème dans ce groupe, puisque tous les pays sauf trois y sont confrontés.

6. Accessibilité économique des services à haut débit

Dans certains pays, le prix de l'accès à Internet est un obstacle important à l'adoption du nuage, puisqu'il empêche les économies liées au stockage des données et à l'utilisation d'applications en ligne. Le prix du haut débit sur ligne fixe a fortement diminué au cours des dernières années, mais il reste élevé dans de nombreux pays en développement. Alors qu'en 2011, dans les pays en développement, un abonnement mensuel au haut débit fixe représentait en moyenne l'équivalent de 40 % du revenu par habitant, la proportion était de moins de 2 % dans les pays développés (voir figure II.12). Les prix sont plus bas pour les connexions par téléphonie mobile. En effet, le prix moyen d'un panier de connexions mobiles à haut débit sur clé électronique avec facturation ultérieure était de 14 % du revenu par habitant en 2011. Quoi qu'il en soit, le coût du haut débit mobile reste lui aussi élevé pour les pays en développement (20 % du

Tableau II.9. Qualité de service par groupe de pays

Pays répondant aux critères minimum des services perfectionnés	Pays répondant aux critères minimum des services de base	Problème			Pays ne répondant pas encore aux critères minimum des services de base	Problème		
		Débit descendant	Débit ascendant	Temps d'attente		Débit descendant	Débit ascendant	Temps d'attente
Arménie	Albanie		X	X	Afghanistan	X		X
Autriche	Argentine		X		Algérie	X		
Belgique	Aruba		X	X	Angola			X
Bulgarie	Australie		X		Antigua-et-Barbuda			X
Canada	Azerbaïdjan	X	X		Bangladesh	X		
Chine	Bahreïn	X	X	X	Belize	X		X
Hong Kong	Barbade		X	X	Bolivie (État plurinational de)	X		X
Province de Taiwan	Bélarus	X	X		Îles Caïmanes			X
République tchèque	Bermudes			X	Côte d'Ivoire			X
Danemark	Bosnie-Herzégovine		X		Haïti			X
Estonie	Brésil		X		Irak			X
Finlande	Brunéï Darussalam	X	X	X	Liban		X	X
France	Cambodge	X			Maldives			X
Géorgie	Chili		X		Maurice		X	
Allemagne	Colombie		X	X	Mozambique			X
Hongrie	Costa Rica	X	X	X	Myanmar			X
Islande	Croatie		X		Namibie			X
Japon	Chypre		X		Nouvelle-Calédonie			X
République de Corée	République dominicaine	X	X	X	Nigéria			X
Lettonie	Équateur	X		X	Paraguay			X
Lituanie	Égypte	X	X	X	Pérou			X
Luxembourg	El Salvador	X	X	X	Samoa			X
Malaisie	Ghana		X	X	Sénégal			X
Moldova	Grèce		X		Soudan			X
Mongolie	Guatemala	X	X	X	Suriname	X		X
Pays-Bas	Honduras	X	X		République arabe syrienne	X		X
Norvège	Inde	X	X	X	Tadjikistan			X
Pologne	Indonésie	X	X	X	Turkménistan	X	X	X
Portugal	Iran (République islamique d')	X	X	X	Ouganda			X
Roumanie	Irlande		X		République-Unie de Tanzanie			X
Fédération de Russie	Israël		X		Ouzbékistan			X
Singapour	Italie		X		Yémen			X
Slovaquie	Jamaïque		X	X	Zambie			X
Slovénie	Jordanie	X	X	X	Zimbabwe			X
Espagne	Kazakhstan			X				
Suède	Kenya			X				
Suisse	Koweït	X	X	X				

Tableau II.9. Qualité de service par groupe de pays (suite)

Pays répondant aux critères minimum des services perfectionnés	Pays répondant aux critères minimum des services de base	Problème			Pays ne répondant pas encore aux critères minimum des services de base	Problème		
		Débit descendant	Débit ascendant	Temps d'attente		Débit descendant	Débit ascendant	Temps d'attente
Ex-République yougoslave de Macédoine	Malte		X					
Ukraine	Mexique		X					
Émirats arabes unis	Monténégro		X					
Royaume-Uni	Maroc	X	X	X				
États-Unis	Népal	X	X	X				
Viet Nam	Nouvelle-Zélande		X					
	Nicaragua	X	X					
	Oman		X					
	Pakistan	X	X	X				
	Panama	X	X	X				
	Philippines	X	X	X				
	Porto Rico		X					
	Qatar		X					
	Arabie saoudite		X					
	Serbie		X					
	Îles Salomon			X				
	Afrique du Sud	X	X					
	Sri Lanka	X	X	X				
	Thaïlande		X					
	Trinité-et-Tobago		X	X				
	Tunisie	X	X	X				
	Turquie		X					
	Uruguay	X	X					
	Venezuela (République bolivarienne du)	X	X	X				

Source: D'après Cisco Analysis, 2012. Voir tableau 5 en annexe.

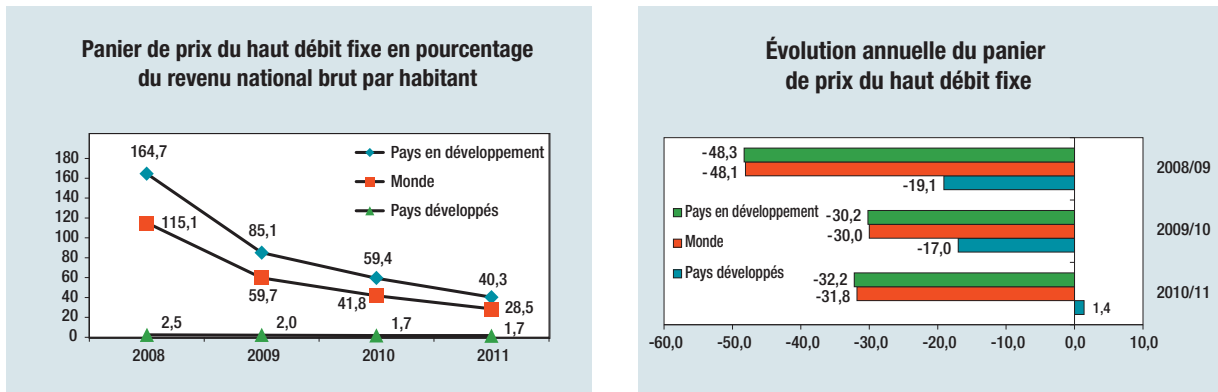
Note: La figure II.11 énumère les niveaux de qualité de service requis en fonction du niveau de complexité du service en nuage.

revenu pour les offres à facturation ultérieure et 31 % pour le prépayé, voir figure II.13). En outre, dans les offres mobiles, le plafond d'utilisation est généralement plus bas que dans les offres sur ligne fixe.

En Afrique en particulier, pour la plupart des connexions à haut débit, la connexion sur le dernier kilomètre se fait soit par ADSL, soit par réseau de téléphonie mobile. En plus du problème de la qualité de service et d'un déploiement limité, l'ADSL reste une solution relativement onéreuse. Des études récentes confirment que lorsqu'il est peu utilisé, le haut débit

mobile est généralement meilleur marché que l'ADSL (voir figure II.14) (Stork et al., 2013). Toutefois, lorsque l'utilisation est plus intense, l'ADSL devient une solution plus intéressante. En effet, dans les offres fixes, le volume de données qui peuvent être téléchargées est souvent plus élevé que dans les solutions mobiles. Par conséquent, plus l'utilisation est importante, plus l'ADSL l'est, lui aussi. Autrement dit, dans les régions où l'Internet mobile dépasse largement les abonnements par liaison fixe, l'accès au nuage pâtira lui aussi des plafonds imposés en matière de volume de données téléchargées qui sont fixés

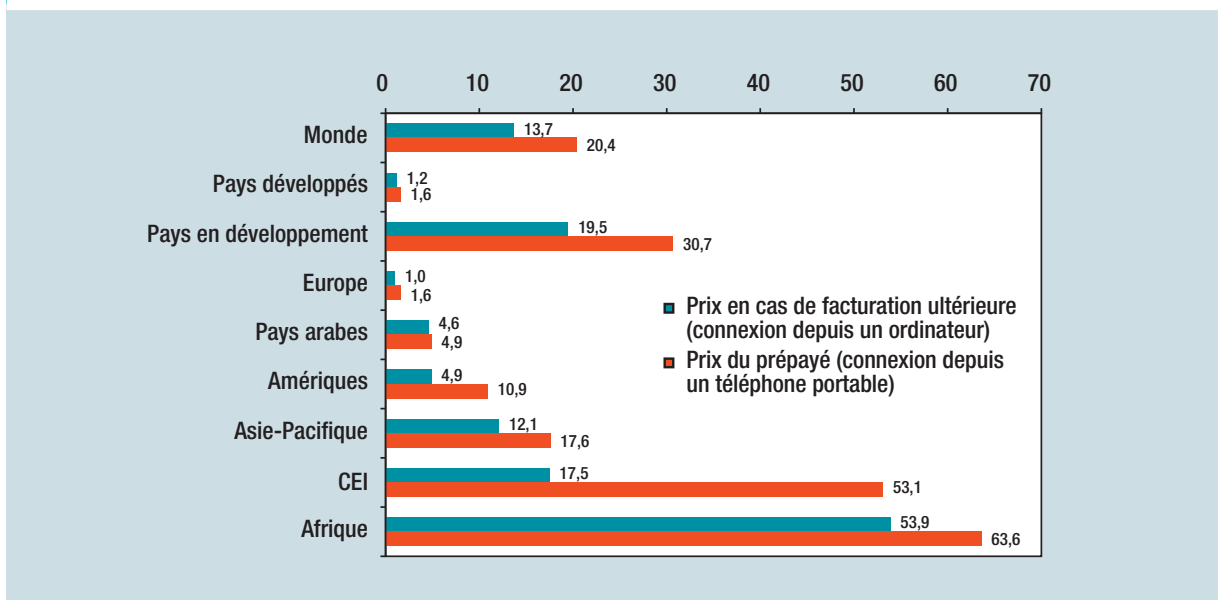
Figure II.12. Panier de prix du haut débit fixe (graphique de gauche) et évolution annuelle (graphique de droite), 2008-2011



Source: UIT.

Note: Calculé sur des moyennes simples. Pour une définition des régions, voir <http://www.itu.int/ITU-D/ict/definitions/regions/> (consulté le 3 octobre 2013).

Figure II.13. Prix du haut débit mobile en pourcentage du revenu national brut par habitant, par région et par niveau de développement (2011)



Source: UIT.

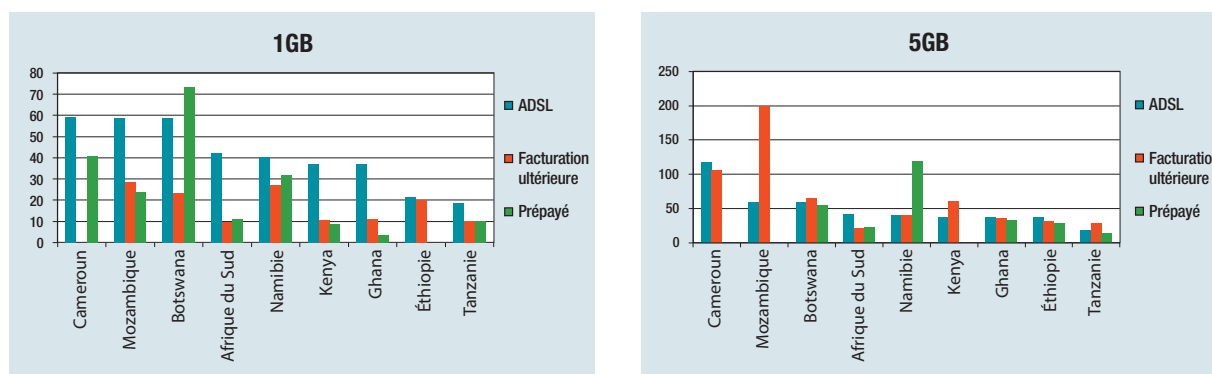
Note: Calculé sur des moyennes simples. Pour une définition des régions, voir <http://www.itu.int/ITU-D/ict/definitions/regions/> (consulté le 3 octobre 2013).

dans les offres de l'Internet mobile. Les statistiques pour l'Afrique font aussi état de différences de prix très importantes entre les pays, en fonction du mode d'utilisation. Ainsi, alors que les prix de l'ADSL ont tendance à varier de façon plus importante entre les pays lorsque la consommation d'Internet est faible, les prix de l'Internet mobile divergent plus fortement lorsque la consommation est importante.

C. CONCLUSIONS

Globalement, les recettes provenant des différents segments des services en nuage eux-mêmes sont modestes par rapport aux recettes accessoires dégagées par l'économie infonuagique (ventes d'équipement, accès au haut débit et services en nuage gratuits car financés par la publicité). Si les

Figure II.14. Prix mensuel de l'ADSL et de l'Internet mobile prépayé et à facturation ultérieure, 2013 (dollars)



Source: Stork et al., 2013.

Note: Le prix du panier du haut débit fixe a été élaboré à partir de lignes ADSL et conformément aux définitions de l'UIT en matière de haut débit, à savoir: a) coût mensuel pour un giga-octet (Go) de données téléchargées par mois et une connexion d'au moins 256 kbps, souscrite sur une période de vingt-quatre mois; b) coût mensuel pour 5 giga-octets (Go) de données téléchargées par mois et une connexion d'au moins 256 kbps, souscrite sur une période de vingt-quatre mois; c) coût mensuel pour une utilisation illimitée et une connexion d'au moins 256 kbps, souscrite sur une période de vingt-quatre mois. Pour permettre les comparaisons, les paniers du haut débit mobile ont été conçus de façon à correspondre aux paniers du haut débit fixe. Ces paniers ont été calculés pour des offres prépayées ou à facturation ultérieure.

estimations de diverses sources du secteur privé divergent sur les recettes provenant des services du nuage public et privé, toutes semblent s'accorder sur le fait que ce phénomène est appelé à se développer rapidement au cours des prochaines années.

Les mesures effectuées au niveau du nombre de serveurs, du chiffre d'affaires dégagé ou des parts de marché montrent que pratiquement tous les grands acteurs de l'économie infonuagique viennent des États-Unis. Cela n'est pas une surprise, compte tenu de la position dominante de ce pays dans de nombreux aspects de l'écosystème Internet et du fait qu'il a été l'un des premiers à adopter l'informatique en nuage. Ayant pris pied très tôt dans le secteur, les sociétés américaines ont bénéficié de l'avantage du premier arrivant et ont pu surtout se constituer d'immenses réseaux d'utilisateurs et acquérir des capacités de stockage et de traitement de données considérables. La construction d'un grand parc de centres de services en nuage suppose des investissements très élevés, parfois supérieurs à un demi-milliard de dollars. Des investissements à une telle échelle constituent des obstacles importants à l'entrée, ce qui aide à comprendre pourquoi le marché mondial est dominé par un nombre restreint d'acteurs, ce qui peut aussi susciter des inquiétudes sur la concurrence effective sur ce marché.

En outre, les grands fournisseurs mondiaux de services en nuage doivent racheter des entreprises du secteur, souvent déjà très valorisées, avant de pouvoir

concurrencer les principaux acteurs du secteur, en position dominante. Par ailleurs, certains clients des services en nuage s'inquiètent quant aux risques engendrés par une concurrence dans l'informatique en nuage (Renda, 2012). En effet, si les fournisseurs de ces services rendent leurs clients captifs grâce à leurs solutions de stockage et aux services fournis, les clients risquent de ne pas bénéficier autant qu'ils le pourraient des économies rendues possibles par le nuage. Cette situation soulève également des interrogations sur la place laissée à l'émergence et au développement de fournisseurs locaux, notamment dans les pays en développement (voir chapitre III).

Parallèlement, alors que l'informatique en nuage s'étend géographiquement, on peut s'attendre à voir des sociétés régionales et locales jouer un rôle plus important en raison du besoin de localisation, d'intégration des systèmes et d'agrégation, lié à la nécessité d'implanter les serveurs du nuage à proximité les uns des autres pour améliorer les performances. Les opérateurs de télécommunications sont toujours plus présents sur le marché de l'informatique en nuage grâce à des acquisitions ou à des partenariats; à l'avenir, on peut s'attendre à ce qu'ils jouent un rôle actif dans ce domaine en raison de leur lien direct avec l'utilisateur final.

La seconde partie du présent chapitre était consacrée aux caractéristiques déterminantes de l'infrastructure dans la capacité des pays à exploiter l'informatique en nuage. Par rapport à d'autres utilisations de l'Internet,

certaines facteurs sont plus pertinents lorsque l'on examine l'expérience qu'a l'utilisateur des applications sur le nuage. Cette analyse a donné lieu à l'élaboration de cinq observations générales:

- Premièrement, la qualité de service est essentielle. Plus particulièrement, le débit montant et le temps d'attente deviennent essentiels pour optimiser l'utilisation d'applications dans le nuage. Étant donné qu'un certain temps d'attente est inévitable, les centres de données devraient se trouver dans le même pays, ou à une distance relativement proche les uns des autres pour que les performances des services en nuage les plus perfectionnés puissent être optimisées. Cela a des conséquences sur la configuration de l'infrastructure sous-jacente. Comme cela est expliqué plus haut, on observe actuellement une importante fracture numérique, entre les pays, au niveau des centres de données et de la disponibilité des serveurs. En outre, rares sont les opérateurs Internet qui font la publicité de leur débit montant, ce qui ne facilite pas la recherche de la meilleure offre par les utilisateurs.
- Deuxièmement, les services en nuage ne sont pas homogènes. En effet, lorsqu'on examine la capacité des pays à tirer profit de l'économie infonuagique, il est important de faire la distinction entre les types d'applications. La plupart des internautes n'utilisent que certains services de base, comme la messagerie et la téléphonie sur Internet. Ces applications fonctionnent à un débit beaucoup plus bas et elles peuvent tolérer des temps d'attente bien plus importants que des services en nuage plus perfectionnés, utilisés dans le monde de l'entreprise.
- Troisièmement, la plupart des réseaux mobiles ne peuvent prendre en charge que des services en nuage de base. Bien que les débits de ces réseaux continuent d'augmenter, ils sont encore loin de ceux de la fibre optique. Le haut débit mobile présente des temps d'attente plus élevés que les connexions par liaison fixe. Il est difficile de savoir dans quelle mesure le haut débit mobile ne répondant pas aux critères de la LTE peut se substituer aux solutions fixes et permettre un accès efficace aux services en nuage perfectionnés. Cette question a des répercussions sur les pays qui dépendent principalement de l'Internet sans fil, c'est-à-dire la plupart des pays à faible revenu.
- Quatrièmement, il est nécessaire de disposer de définitions et de données de meilleure qualité, qui soient plus pertinentes et qui puissent faire l'objet de comparaisons internationales, afin de mesurer le potentiel de l'informatique en nuage. Il faudrait notamment disposer de données officielles sur les débits et les temps d'attente, mais aussi d'indicateurs directs de l'adoption de services en nuage, comme le nombre de serveurs, de centres de données et de services en nuage disponibles.
- Enfin, dans un avenir immédiat, de nombreux pays en développement, notamment africains, auront des difficultés à tirer pleinement profit du nuage, surtout des services de niveau intermédiaire et perfectionnés. Bien que la plupart de ces pays disposent désormais de réseaux mobiles à haut débit qui se substituent aux liaisons fixes, ces réseaux se caractérisent par un faible débit et des temps d'attente importants, ce qui ne les rend pas tout à fait aptes à la fourniture de services en nuage. Le coût de l'accès au haut débit demeure un obstacle à l'adoption de services en nuage dans de nombreux pays en développement. Les distances importantes qui séparent l'utilisateur des serveurs situés dans des pays étrangers allongent les temps d'attente, tandis que la création de centres de données nationaux pâtit du manque d'infrastructures de soutien (IXP, approvisionnement fiable et bon marché en électricité, dorsales solides en fibre optique) et de l'absence de réglementations adaptées (voir chapitre IV).

NOTES

- 1 Il était prévu que ce montant passe à 131 milliards de dollars en 2013. Voir le communiqué de presse «Gartner says worldwide public cloud services market to total \$131 billion», 28 février 2013. Disponible à l'adresse <http://www.gartner.com/newsroom/id/2352816> (consulté le 4 octobre 2013).
- 2 Dans ces calculs, Gartner inclut les BPaaS, dont les recettes sont estimées à environ 31 milliards de dollars en 2012.
- 3 Ce chiffre se fonde sur une prévision de 24 milliards de dollars en 2016 et sur une croissance annuelle de 50 % par rapport à 2012. Voir «IDC: Private cloud-based services to see rapid growth», *The Wall Street Journal*, 28 février 2013, disponible à l'adresse <http://online.wsj.com/article/BT-CO-20130228-708787.html> (consulté le 4 octobre 2013).
- 4 Voir par exemple Kushida et al., 2012, p. 82.
- 5 Il convient de noter que des sous-secteurs qui se chevauchent peuvent être comptabilisés deux fois dans les statistiques d'IDATE. En outre, les données portent sur la consommation. Dans certaines catégories, les disparités avec les données de production peuvent être importantes, notamment lorsque les échanges commerciaux internationaux portent sur des volumes importants (IDATE Foundation, 2012).
- 6 Voir <http://www.iacpsocialmedia.org/Resources/FunFacts.aspx> (consulté le 4 octobre 2013).
- 7 Un zetta-octet est égal à 1 000 exa-octets.
- 8 Selon Cisco, depuis 2008, la plupart du trafic Internet part d'un centre de données ou s'y termine. Le trafic à l'intérieur du centre s'explique par la séparation fonctionnelle des serveurs d'application, du stockage et des bases de données, ce qui entraîne des opérations de duplication, de sauvegarde et de lecture et d'écriture de données à l'intérieur du centre lui-même. Le rapport entre trafic sortant du centre et trafic «interne» pourrait être amené à augmenter avec le temps, principalement en raison de la diffusion plus importante de fichiers vidéo, gourmands en bande passante. En revanche, le nombre croissant d'applications comme les bureaux virtuels pourraient compenser cette tendance (Cisco Analysis, 2012).
- 9 Voir GigaOM, «IBM says its cloud biz is growing like crazy but provides no real numbers», 23 janvier 2013. Disponible à l'adresse <http://gigaom.com/2013/01/23/ibm-says-ibms-cloud-biz-is-growing-like-wild-fire-but-provides-no-real-numbers/> (consulté le 4 octobre 2013).
- 10 Par exemple, un cabinet d'analyse compare 10 fournisseurs de solutions de stockage en nuage public sur divers critères, comme l'accessibilité, la facilité de gestion, le prix, la sécurité et la résilience. Voir <http://www.gartner.com/technology/reprints.do?id=1-1D9C6ZM&ct=121216&st=sg> (consulté le 4 octobre 2013). Un autre cabinet effectue un classement des 10 premiers fournisseurs en fonction de divers critères. Voir <http://ichitect.com/best-cloud/> (consulté le 4 octobre 2013). Il existe également un classement des 100 premiers fournisseurs de services en nuage, mais la méthode employée n'est pas précisée. Voir <http://talkincloud.com/tc100> (consulté le 4 octobre 2013).
- 11 Il convient de noter que les serveurs appartenant à une société donnée ne sont pas tous nécessairement affectés à la fourniture de services en nuage.
- 12 Voir «Verizon buys Terremark», *The Wall Street Journal*, 27 janvier 2011. Disponible à l'adresse <http://online.wsj.com/article/SB10001424052748703399204576108641018258046.html> (consulté le 4 octobre 2013).
- 13 L'acquisition de Data Dimension (Afrique du Sud) par NTT (Japon) est l'exception à la règle. Voir <http://www.telegraph.co.uk/finance/newsbysector/mediatechnologyandtelecoms/telecoms/7893094/NTT-in-2.1bn-deal-to-buy-Dimension-Data.html> (consulté le 4 octobre 2013).
- 14 Voir <http://www.novell.com/news/press/2010/5/vodacom-entreprise-and-novell-partner-to-securely-manage-and-optimize-cloud-services.html> (consulté le 4 octobre 2013).
- 15 Voir <http://www.nec.co.jp/press/en/1002/1803.html> (consulté le 4 octobre 2013).
- 16 Voir <https://www.aplicateca.es> (consulté le 4 octobre 2013).
- 17 Voir <http://www.digitalnewsasia.com/mobile-telco/special-report-telco-cloud-strategies-in-asean?page=0%2C1>.
- 18 Voir <http://instacompute.com> (consulté le 4 octobre 2013).
- 19 Voir <http://itknowledgeexchange.techtarget.com/cloud-computing/tata-approaches-us-cloud-market-with-caution/> (consulté le 4 octobre 2013).

-
- 20 Voir «Microsoft launches office, Azure services in China», *Information Week*, 5 novembre 2012. Disponible à l'adresse <http://www.informationweek.com/cloud-computing/infrastructure/microsoft-launches-office-azure-services/240044374> (consulté le 4 octobre 2013).
- 21 Pour des informations plus détaillées, voir les notes à l'adresse http://unstats.un.org/unsd/cr/registry/docs/CPCv2_explanatory_notes.pdf (consulté le 4 octobre 2013).
- 22 Les sous-secteurs des services pris en compte étaient les services informatiques et de traitement de données et ceux des redevances et des droits de licence portant sur une utilisation générale de logiciels informatiques. Ces services ont donné lieu à des transactions transfrontière d'une valeur totale de 43,8 milliards de dollars en 2010.
- 23 Parmi ces secteurs d'activité, on peut citer les opérateurs de télécommunications, le commerce de détail et les fabricants de produits informatiques et électroniques.
- 24 Voir «Made outside India», *The Economist*, 10 août 2013. Disponible à l'adresse <http://www.economist.com/news/international/21583285-growth-slows-and-reforms-falter-economic-activity-shifting-out-india-made-outside> (consulté le 4 octobre 2013).
- 25 Communication de l'Association américaine de l'industrie de l'informatique et de la communication à la Commission du commerce international des États-Unis relative au commerce numérique dans le cadre des débats sur le commerce numérique du 7 mars (Investigation No. 332-531). Disponible à l'adresse <http://www.cciagnet.com/libraryfiles/ccLibraryFiles/Filename/000000000764/CCIA%20Digital%20Trade%20Follow-up%20Letter.pdf> (consulté le 10 octobre 2013).
- 26 Comme cela figure dans la base de données UNCOMTRADE pour la catégorie HS n° 851712.
- 27 Voir, par exemple, le communiqué de presse Gartner «Gartner says smartphone sales grew 46.5 percent in second quarter of 2013 and exceeded feature phone sales for first time», 14 août 2013. Disponible à l'adresse <http://www.gartner.com/newsroom/id/2573415> (consulté le 10 octobre 2013).
- 28 Informations fournies par courrier électronique par TechAmerica.
- 29 Informations fournies par courrier électronique par l'Organisation mondiale des douanes.
- 30 La catégorie HS 847150 décrit la valeur commerciale des «unités de traitement numérique autres que celles des n° 8471.41/8471.49, pouvant comporter, dans un même boîtier, un ou deux des types d'unités suivants: unités de traitement, unités d'entrée et unités de sortie».
- 31 Hong Kong (Chine) fait figure de grand importateur et exportateur au tableau II.4. Cette situation s'explique en partie par les importants flux de ré-exportation et de ré-importation entre ce pays et la Chine.
- 32 Bien qu'elle ne soit pas répertoriée au tableau II.4, la province chinoise de Taiwan a également connu une forte progression de la production et des exportations de serveurs informatiques.
- 33 Voir «Worldwide server market rebounds sharply in fourth quarter as demand for x86 servers and high-end systems leads the way, according to IDC», communiqué de presse IDC, 27 février 2013. Disponible à l'adresse <http://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS23974913> (consulté le 10 octobre 2013).
- 34 Voir «IDC: Q4 server revenue declines again, but shows improvement», CRN, 25 février 2010. Disponible à l'adresse <http://www.crn.com/news/components-peripherals/223100777/idc-q4-server-revenue-declines-again-but-shows-improvement.htm> (consulté le 10 octobre 2013).
- 35 Voir «Worldwide server market accelerates sharply in fourth quarter as demand for heterogeneous platforms leads the way, according to IDC», communiqué de presse IDC, 28 février 2010. Disponible à l'adresse: <http://www.idc.com/about/viewpressrelease.jsp?containerId=prUS22716111> (consulté le 10 octobre 2013).
- 36 Des cadres d'analyse de l'informatique en nuage ont été proposés pour les pays en développement, mais la performance y est définie au sens large, comme étant la disponibilité des services en nuage, la sensibilisation à ces services et la diffusion du nuage en l'absence de statistiques comparables (Kshetri, 2010).
- 37 Voir <http://www.telegeography.com/products/commsupdate/articles/2013/04/17/international-bandwidth-demand-is-decentralising/> (consulté le 11 octobre 2013).
- 38 La mise en mémoire cache (ou mémoire intermédiaire) consiste à stocker des informations précédemment utilisées (pour l'affichage d'une page Web, par exemple) sur un serveur à proximité de l'internaute, de façon que ce dernier
-

puisse accéder plus rapidement à ces informations. On réduit ainsi la circulation de données vers la source et, par conséquent, les sollicitations de la bande passante.

- 39 Des indicateurs permettant de mesurer la longueur, la couverture et la capacité des réseaux terrestres commencent à voir le jour. D'après une étude sur les dorsales terrestres en fibre optique en Afrique subsaharienne, le déploiement de la fibre y était deux fois plus important en 2011 qu'en 2009; 313 millions de personnes (36 %) se trouvaient à portée d'un nœud opérationnel en fibre optique et les réseaux transfrontière avaient plus que doublé, passant à 20 Gbps à la fin de 2010 (Hamilton, 2011).
 - 40 Selon certaines études, une part importante de ces IXP n'est pas opérationnelle (Ryan et Gerson, 2012).
 - 41 Voir <http://www.internetsociety.org/news/new-study-reveals-how-internet-exchange-points-ixps-spur-internet-growth-emerging-markets> (consulté le 14 octobre 2013).
 - 42 Voir <https://www.peeringdb.com/help/stats.php> (consulté le 14 octobre 2013).
 - 43 La plage recommandée de températures et d'humidité relative pour les centres de données est de 18 °C à 27 °C pour une humidité relative de 40 % (point de rosée à 5,5 °C) à 60 % (15 °C). Voir http://www.cisco.com/en/US/solutions/collateral/ns340/ns517/ns224/ns944/white_paper_c11-680202.pdf (consulté le 14 octobre 2013).
 - 44 Un indice de risque des centres de données a été conçu pour aider les entreprises à réaliser des investissements stratégiques et à prendre des décisions opérationnelles sur les lieux où elles souhaitent que se trouvent leurs données, qu'il s'agisse d'installer des serveurs sur des baies existantes ou de construire de nouvelles installations, voir (Source8 et al., 2013).
 - 45 Voir <http://www.datacentermap.com/datacenters.html> (consulté le 14 octobre 2013).
 - 46 Une étude sur l'Internet mobile en Europe a révélé que le nombre d'abonnements au haut débit par téléphonie mobile était pratiquement deux fois plus élevé que le nombre de personnes déclarant par sondage qu'elles accédaient à Internet via leur téléphone portable. Voir <http://www.ictdata.org/2013/01/mobile-internet-in-europe.html> (consulté le 14 octobre 2013).
 - 47 Voir <http://www.ftthcouncil.org/p/cm/ld/fid=50> (consulté le 14 octobre 2013).
 - 48 Voir «HKBN launches 1 Gbps broadband for US\$26/month», communiqué de presse, 14 avril 2010. Disponible à l'adresse <http://uk.reuters.com/article/2010/04/14/idUS20842+14-Apr-2010+GNW20100414> (consulté le 14 octobre 2013).
 - 49 Voir «Sony ISP launches world's fastest home Internet, 2Gbps», *Computer World*, 15 avril 2013. Disponible à l'adresse http://www.computerworld.com/s/article/9238392/Sony_ISP_launches_world_39_s_fastest_home_Internet_2Gbps (consulté le 14 octobre 2013).
 - 50 Voir «5 reasons you want Google Fibre in your city», CNN, 12 avril 2013. Disponible à l'adresse <http://edition.cnn.com/2013/04/11/tech/innovation/google-fiber-austin-cities/index.html> (consulté le 14 octobre 2013).
 - 51 Voir «Fibre to the home: A highway too super», *The Economist*, 6 décembre 2012. Disponible à l'adresse <http://www.economist.com/blogs/babbage/2012/12/fibre-home> (consulté le 14 octobre 2013).
 - 52 Voir http://www.ftthcouncilap.org/index.php?option=com_content&view=article&catid=6:media-releases&id=221:apac-represents-75-of-ftthb-subscribers-worldwide&Itemid=36 (consulté le 14 octobre 2013).
 - 53 Il est moins cher de poser de la fibre dans des lieux densément peuplés, par exemple des immeubles, mais aussi de proposer cette technologie à une clientèle dont le pouvoir d'achat lui permet d'acheter les multiples services (par exemple le haut débit et la vidéo) que les fournisseurs de fibre proposent pour rentabiliser leur investissement.
 - 54 Voir http://www.ftthcouncil.eu/documents/Presentations/20130220PressConfLondon_Online.pdf (consulté le 14 octobre 2013).
 - 55 Voir <http://regionplus.az/en/articles/view/1983> (consulté le 14 octobre 2013).
 - 56 Extrait de la base de données UIT sur les indicateurs des télécommunications/TIC dans le monde (WTI).
 - 57 Comme cela est expliqué plus haut, les données doivent être interprétées avec prudence en raison de décalages possibles entre les niveaux signalés et les niveaux réels d'utilisation de l'Internet mobile.
 - 58 Selon une étude, un retard d'une seconde dans la transmission réduit la conversation de la clientèle de 7 %, sa satisfaction de 16 % et le nombre de pages vues de 11 % (Aberdeen Group, 2008).
-

-
- 59 Voir http://www.comscore.com/Insights/Presentations_and_Whitepapers/2013/The_Past_Present_and_Future_of_Online_Video (consulté le 13 octobre 2013).
- 60 Voir http://www.ij.ad.jp/en/company/development/iir/pdf/iir_vol16_report_EN.pdf (consulté le 13 octobre 2013).
- 61 Des estimations empiriques confirment la baisse des performances, le débit ascendant étant beaucoup plus faible que le débit descendant (voir LIRNEasia, 2011).
- 62 Voir http://www.cisco.com/en/US/netsol/ns1208/networking_solutions_sub_sub_solution.html (consulté le 14 octobre 2013).
- 63 Il faut environ 20 ms pour un paquet de données voyageant à la vitesse de la lumière pour parcourir environ 3 000 km. Dans les systèmes de fibre optique utilisés actuellement, cette vitesse est plus basse, ce qui augmente d'autant les temps d'attente. D'après des expériences récentes, de nouveaux systèmes de fibre optique permettraient d'atteindre des vitesses proches de celle de la lumière (Poletti et al., 2013).
- 64 Par conséquent, des statistiques qui ne font pas appel à une distance universelle donnent des résultats trompeurs. Voir «Use of latency in broadband ranking is silly», *Digital Society*, 2 octobre 2009. Disponible à l'adresse <http://www.digitalsociety.org/2009/10/use-of-latency-in-broadband-ranking-is-silly/> (consulté le 14 octobre 2013).
- 65 Voir «The billion dollar data centers», *Data Center Knowledge*, 29 avril 2013. Disponible à l'adresse <http://www.datacenterknowledge.com/archives/2013/04/29/the-billion-dollar-data-centers/> (consulté le 14 octobre 2013).
- 66 Voir «The cloud builds up steam», *Financial Times*, 6 juin 2013. Disponible à l'adresse <http://www.ft.com/intl/cms/s/0/e2b826a2-ce20-11e2-8313-00144feab7de.html#axzz2hiA0qwBY> (consulté le 14 octobre 2013) et «Cisco acquires enterprise Wi-Fi startup Meraki for \$1.2 billion in cash», *Techcrunch.com*, 18 novembre 2012. Disponible à l'adresse <http://techcrunch.com/2012/11/18/cisco-acquires-enterprise-wi-fi-startup-meraki-for-1-2-billion-in-cash/> (consulté le 14 octobre 2013).
-

CONSÉQUENCES POUR LES PAYS EN DÉVELOPPEMENT

3

Le nuage reste encore peu adopté dans la plupart des pays en développement. Quoi qu'il en soit, le moment est bien choisi pour réfléchir aux avantages et aux difficultés qu'une économie infonuagique en pleine mutation peut apporter à ces pays. La situation n'est pas la même selon les pays, ni selon le type de clientèle de services en nuage. La capacité à saisir les occasions offertes par l'informatique en nuage et à en éviter les écueils dépendra beaucoup de l'état de préparation au nuage, en particulier en ce qui concerne la bande passante (chapitre II) et les cadres juridique et réglementaire (chapitre IV).

En s'appuyant sur l'écosystème de l'économie infonuagique décrit au chapitre I, le présent chapitre passe en revue les incitations et les obstacles les plus importants à l'adoption de services en nuage par les pays en développement. Pour cela, les auteurs s'appuient sur les informations disponibles, encore en nombre limité, principalement des enquêtes auprès d'utilisateurs potentiels ou réels de services en nuage. Le présent chapitre décrit aussi les occasions dont doivent se saisir les entreprises des pays en développement, aussi bien du côté de l'offre que de la demande. Enfin, ce chapitre aborde le rôle de politiques volontaristes (qui sont développées au chapitre V) dans la façon dont les pays et les acteurs de ces pays pourront tirer profit de l'économie infonuagique.

A. INCITATIONS ET OBSTACLES À L'ADOPTION DU NUAGE

1. Incitations à l'adoption de services en nuage

Les principaux avantages attribués à l'informatique en nuage peuvent être divisés en trois grandes catégories (voir aussi le chapitre I):

- Économies au niveau du matériel, du logiciel et des ressources humaines grâce aux économies d'échelle rendues possibles par le nuage;
- Facilité de l'accès aux capacités de traitement et de stockage à la demande, grâce à la très grande souplesse du nuage;
- Amélioration de la gestion et de la fiabilité des systèmes et sécurité informatique.

Les économies sont les arguments les plus fréquemment cités dans la littérature pour justifier l'adoption de services en nuage. Elles sont censées résulter du fait que les clients de ces services peuvent payer au fur et à mesure qu'ils ont besoin de stocker des données ou d'utiliser des applications au lieu d'avoir à investir dans le matériel et dans les logiciels nécessaires à ces opérations. Cela leur permet de réaliser des économies de gamme et d'échelle répercutées par les fournisseurs des services en nuage et de profiter des compétences spécialisées de ces derniers. Ce modèle se traduit par un réel transfert de ressources, qui passe du capital aux dépenses opérationnelles, ce qui permet aux sociétés disposant de ressources financières limitées – fréquentes dans les pays en développement – d'exploiter des applications qui seraient, sinon hors de leur portée. Le client de services en nuage peut aussi réduire ses frais de personnel informatique, même si les sociétés et les autres organisations qui ont largement recours à ces services doivent conserver un personnel qualifié, chargé de gérer les fonctions informatiques en interne, d'acheter des services en nuage, de superviser la relation avec les fournisseurs de ces services et de gérer les données et les applications internes.

Un accès facilité aux capacités de traitement et de stockage est un autre argument important en faveur de l'informatique en nuage, en particulier pour les entreprises qui ont une activité saisonnière, dont les besoins informatiques varient considérablement

à des étapes différentes du cycle d'activité ou qui sont confrontées à une certaine imprévisibilité de la demande. Les «jeunes pousses» financées par capital-risque, par exemple, éprouvent souvent des difficultés à accroître leurs ressources lorsqu'elles sont face à une hausse inattendue de la demande. Les services en nuage peuvent les aider sans qu'elles aient besoin d'augmenter leur capital en vue d'investir rapidement dans de nouveaux équipements. De même, les sociétés confrontées à une baisse de leur activité peuvent ainsi réduire leur voilure au niveau du matériel et du logiciel sans avoir à céder des outils informatiques onéreux. En outre, l'informatique en nuage permet aux utilisateurs de disposer, pour un prix modique, des dernières versions des logiciels dès qu'elles sont commercialisées, et de ne pas avoir à acquérir et à installer des mises à jour logicielles ni à remplacer le matériel capable de les prendre en charge.

Les petites entreprises des pays en développement éprouvent souvent des difficultés à engager du personnel compétent en informatique ou dans d'autres domaines (voir par exemple CNUCED, 2011a). La souscription aux services infonuagiques leur permet de délocaliser une partie des compétences informatiques auxquelles elles auraient dû pourvoir en interne sinon, tout en bénéficiant des compétences que les prestataires des services en nuage peuvent offrir dans des domaines tels que la gestion et la sécurité informatiques. À l'échelon national, dans les pays dans lesquels on constate une pénurie d'informaticiens, cela permettrait une utilisation plus efficace de ressources humaines rares dans ces spécialités. Du point de vue de la sécurité, cet aspect est peut-être plus important aux yeux des PME des pays en développement, plus fragiles face aux cybermenaces que des entreprises de plus grande taille ou des PME dans des pays plus avancés (Kshetri, 2010).

Les incitations telles que celles qui viennent d'être décrites s'appliquent en principe aussi bien aux grandes qu'aux petites entreprises, mais elles se déclinent différemment. Les grandes entreprises, dont les besoins sont plus complexes, sont également plus susceptibles de rechercher des solutions en nuage sur mesure. Les entreprises de plus petite taille et dont les choix sont plus restreints en matière de solutions informatiques, peuvent au contraire avoir besoin d'applications génériques du nuage public. La taille d'une entreprise peut également avoir une influence sur le type d'accès à Internet et le degré

de sophistication des services en nuage dont elle a besoin.

Certaines informations sur les éléments incitant à l'adoption du nuage dans le secteur à but non lucratif, dont les dirigeants ont des priorités différentes, peuvent enrichir la présente analyse. Bien qu'une étude réalisée en 2011 auprès de plus de 400 décideurs politiques dans plus de 10 pays développés et en développement ait confirmé que les avantages les plus attendus de l'adoption de services en nuage étaient de réaliser des économies, les avantages attendus suivants par ordre d'importance portaient sur la nature de l'activité du gouvernement (voir figure III.1, KPMG, 2012). Environ 39 % des personnes interrogées ont en effet déclaré qu'elles attendaient des applications infonuagiques qu'elles transforment les échanges entre gouvernement et citoyens et 37 % d'entre elles ont affirmé que le nuage améliorerait la transparence.

Les personnes ayant répondu à une enquête réalisée auprès d'organisations non-gouvernementales (ONG) ont indiqué que les avantages sur le plan administratif (accès facilité aux logiciels, déploiement rapide et administration réduite du système) étaient plus importants à leurs yeux que les réductions de coûts (Tech Soup Global, 2012)¹. Quoi qu'il en soit, plus de 60 % des personnes interrogées ont déclaré qu'elles considéraient quand même que le nuage permettait d'importantes réductions de coûts. Ces enquêtes sont des rappels utiles sur le fait que les différents utilisateurs des services en nuage ont des objectifs différents, liés à la nature de leurs activités.

2. Obstacles à l'adoption de services en nuage

Dans les pays en développement, ces obstacles se divisent dans deux grandes catégories: ceux qui sont propres à l'entreprise ou à l'organisation du client potentiel et ceux qui sont extérieurs et plus larges, parce que liés à l'environnement économique et de télécommunications. Parmi les obstacles internes à l'adoption, on trouve les attitudes et les inquiétudes des responsables quant à la sécurité des données dans le nuage, la localisation réelle des données et la fiabilité du service. Ces obstacles sont également liés à la capacité de l'organisation cliente à adapter ses systèmes au nuage ou à profiter de la souscription à des services en nuage. Les obstacles externes sont liés à l'environnement micro-économique, législatif

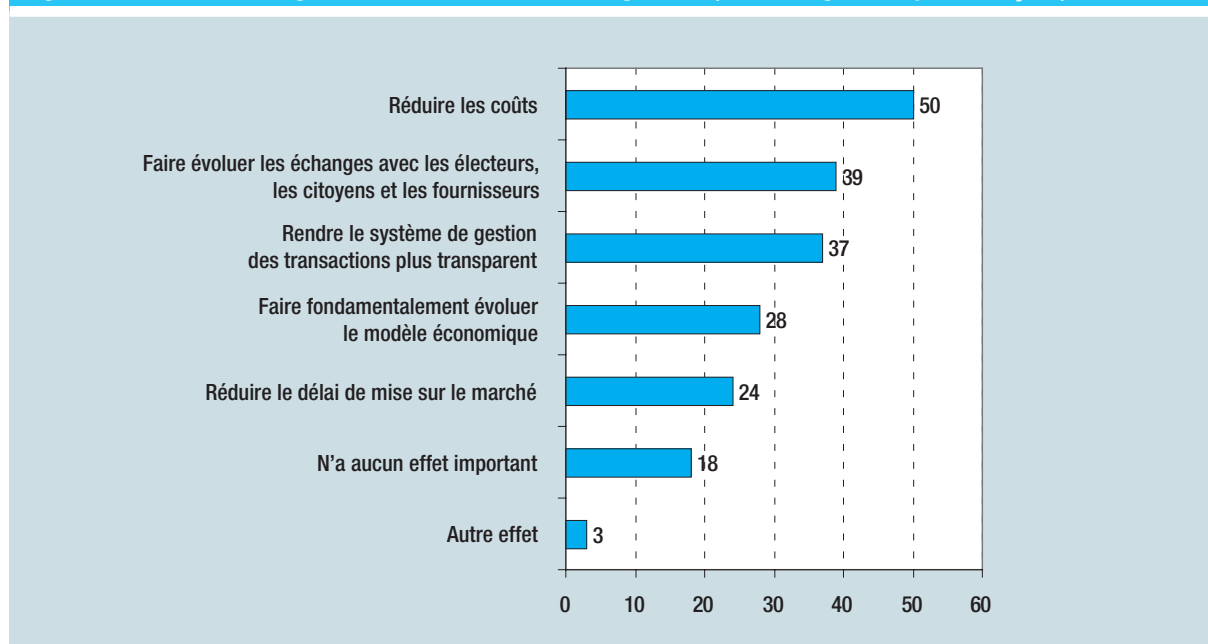
et en matière de télécommunications dans lequel évolue l'entreprise ou l'organisation.

a) Obstacles internes

De nombreuses inquiétudes exprimées par les clients potentiels du nuage portent sur la fiabilité et la qualité des conditions contractuelles des fournisseurs de service (voir aussi chapitre IV). Six points en particulier reviennent dans les enquêtes et les discussions avec les utilisateurs du nuage dans les pays en développement, à savoir:

- **Sécurité et confidentialité des données.** Dans une enquête réalisée en 2010 auprès d'entreprises indiennes, 72 % des personnes interrogées ont déclaré que la confidentialité et la sécurité des données étaient des paramètres très importants (Ernst and Young, 2010). Les préoccupations relatives à la sécurité citées par des clients du nuage appartenant aux secteurs public et privé portent entre autres sur la confidentialité des données de l'entreprise et de ses clients, la gestion de l'identité et le risque d'usurpation d'identité, la mise en danger ou l'altération volontaire ou non de données dans le nuage et le sort des données à la fin des contrats à durée limitée². Il a été avancé que les dispositions en matière de sécurité des fournisseurs de services en nuage sont souvent plus perfectionnées et complètes que celles que les clients peuvent mettre en œuvre eux-mêmes (voir par exemple, Capgemini, 2012). Quoi qu'il en soit, les clients potentiels des services en nuage sont parfois très réticents à l'idée de laisser la sécurité entre les mains d'un tiers, surtout si les dispositions dans ce domaine ne leur paraissent pas claires. À ces inquiétudes vient s'ajouter la crainte que des tiers (y compris des gouvernements étrangers) puissent accéder à des données sensibles, qu'elles soient personnelles, nationales ou qu'elles appartiennent à l'entreprise. Les données stockées dans le nuage sont en effet une mine d'or pour les cyberdélinquants. En 2009, Google signalait une attaque sur ses infrastructures dont la société a établi qu'elle faisait partie d'une opération plus vaste d'infiltration d'au moins 20 grandes sociétés (Information Warfare Monitor et Shadowserver Foundation, 2010). En janvier 2012, le gouvernement du Kenya a été victime de vastes opérations de piratage sur plus de 100 sites officiels qui étaient l'œuvre d'un pirate indonésien ayant agi seul³. Les infractions à la sécurité et d'autres délits

Figure III.1. Attentes des gouvernements vis-à-vis du nuage, 2011 (Pourcentage des réponses reçues)



Note: Cette étude a été réalisée de février à mai 2011 auprès de 429 décideurs politiques en Australie, au Canada, au Danemark, en Italie, aux Pays-Bas, à Singapour, en Afrique du Sud, en Espagne, au Royaume-Uni et aux États-Unis.

Source: D'après KPMG, 2012.

sur Internet ne sont pas toujours signalés parce que les sociétés qui en sont victimes craignent que cela nuise à leur valeur boursière ou à leur réputation (Kshetri, 2010). De même, les systèmes de paiement et de négoce en ligne deviendront des cibles plus intéressantes pour les cyberdélinquants à mesure que les volumes échangés et le chiffre d'affaires réalisé en ligne augmentent et les entreprises devront être toujours plus vigilantes concernant les protocoles de sécurité utilisés dans leurs systèmes informatiques à mesure que la menace et la complexité du piratage se développent. La nécessité de disposer d'interfaces cohérentes entre les normes de sécurité locales et au niveau du nuage requiert d'appliquer des normes de sécurité plus rigoureuses et cohérentes au niveau des systèmes du client eux-mêmes, une compétence qui peut manquer à ce dernier. Le meilleur système de sécurité au niveau du nuage peut être inefficace lorsque les mesures de sécurité sont inadéquates dans les systèmes (terrestres) du client.

- **Localisation géographique des données (y compris des données de sauvegarde).** Les mouvements de données en provenance et à destination du nuage signifient que ces dernières circulent dans différents territoires, qui relèvent de législations distinctes. Le transfert transfrontières

de données est généralement transparent pour l'utilisateur, ce qui soulève des problèmes liés au contrôle de ces données. Par conséquent, on peut se demander qui est responsable de ces données à l'instant «t», à un point donné dans ce mouvement transfrontière. Le client d'un service en nuage peut par exemple souscrire des services auprès d'un opérateur de services internuagiques, qui s'adresse à son tour, pour certains services complémentaires, à un autre fournisseur. Certains utilisateurs potentiels s'inquiètent à l'idée que leurs données, stockées dans un territoire étranger, puissent être utilisées à des fins illicites ou exploitées par des tiers. Dans certains cas, la politique générale de l'entreprise dispose que les données doivent rester sur le territoire national, ce qui exclut l'utilisation de services en nuage et d'installations internationaux.

En plus des préoccupations d'ordre juridique et autres sur la sécurité, d'autres facteurs peuvent inciter les clients potentiels du nuage à privilégier des prestataires locaux. La moitié des personnes interrogées dans une enquête réalisée auprès de 3 000 PME ont estimé qu'il était intéressant de souscrire ces services auprès d'un prestataire local, 31 % d'entre elles ayant considéré qu'il s'agissait d'un facteur essentiel (Microsoft, 2012). Cette

préférence pour des prestataires locaux montre que la décision de souscrire des services en nuage ne dépend pas que de considérations économiques et que des incitations au développement de centres de données et d'autres services en nuage locaux sont créées au fur et à mesure de l'évolution de l'économie infonuagique.

- **Fiabilité du service.** Les clients potentiels du nuage s'inquiètent à l'idée que les services s'interrompent suite à des pannes du système au niveau du nuage lui-même, des réseaux de télécommunications qui sont chargés des liaisons vers le nuage ou en raison de coupures d'électricité qui les empêchent d'accéder aux données et aux services lorsqu'ils en ont besoin. Ces problèmes peuvent réduire l'efficacité de la gestion d'une entreprise ou la qualité du service rendu à la clientèle. Dans la pratique, les pannes semblent plutôt rares dans les systèmes des grands fournisseurs de services en nuage. Les risques les plus importants pour la fiabilité ne dépendent souvent pas des conditions contractuelles; ils peuvent surgir dans les réseaux nationaux de télécommunications et d'électricité (voir obstacles externes, plus loin) ou dans l'accès aux connexions internationales à haut débit lorsque les données sont stockées à l'étranger. Ces pannes au niveau des systèmes sont bien plus probables dans les pays où les réseaux de télécommunications sont beaucoup moins complexes, le niveau de redondance bien plus bas et les infrastructures électriques beaucoup plus rudimentaires.
- **Non disponibilité de terminaux adaptés.** Bien que l'informatique soit toujours plus solidement établie dans les entreprises des pays en développement, les PME de ces pays sont généralement moins bien équipées en terminaux que leurs homologues dans d'autres pays; de nombreuses petites entreprises restent encore tributaires de téléphones portables pour leur connexion à Internet (CNUCED, 2011b). Bien que certains services en nuage puissent fonctionner de façon efficace avec des systèmes informatiques rudimentaires (ou avec des téléphones intelligents ou d'autres terminaux mobiles récents), d'autres doivent accéder à des appareils qui disposent d'une puissance et de capacités de calcul suffisantes pour pouvoir utiliser le nuage de façon efficace.
- **Migration des données et mises à jour.** Les utilisateurs ne tiennent pas à se retrouver captifs

d'un contrat avec un prestataire donné en raison des difficultés ou du prix induit par un changement de fournisseur. Un autre argument consiste à dire que les services ne sont pas suffisamment compatibles entre eux pour permettre à l'utilisateur de se constituer un portefeuille de services. Les partisans du nuage rétorquent que ces risques seront éliminés avec l'intensification de la concurrence sur le marché infonuagique. En outre, comme il est précisé au chapitre II, les économies d'échelle et l'avantage au premier venu peuvent accroître encore le mouvement de concentration dans ce secteur. L'élaboration de normes communes pour le nuage devrait faciliter la compatibilité, même si ce facteur ne garantit pas à lui seul le libre jeu de la concurrence. La nécessité pour les utilisateurs de veiller à la compatibilité des offres lorsqu'ils envisagent des solutions et des fournisseurs différents offre des débouchés aux courtiers et aux agrégateurs de données (voir section III.C).

- **Collaboration et coordination des institutions.** Une utilisation efficace de l'informatique en nuage passe par une très bonne collaboration et coordination au sein de l'organisation (c'est-à-dire entre les services d'une administration ou d'une entreprise). Cette coordination demeure une difficulté pour de nombreux gouvernements des pays en développement, pour des raisons institutionnelles et techniques. En effet, il existe souvent des conflits concernant la ligne de démarcation entre ministères et administrations, qui peuvent être résolus ou non par la création d'organes spéciaux sur le développement du secteur des TIC. D'un point de vue technique, afin de rentabiliser les services en nuage de façon plus efficace, il peut être nécessaire de renforcer divers réseaux de données dans les administrations et de les rendre plus compatibles entre eux.

La mise en place de nouveaux systèmes informatiques, comme ceux que permet le nuage, nécessite des transformations considérables au niveau de l'organisation, c'est-à-dire la reconfiguration des structures de direction et des modèles économiques, si l'on veut tirer pleinement profit des avantages potentiels du nuage. Pour une entreprise, quelle qu'en soit la taille, cela nécessite de réaliser des investissements importants dans sa restructuration et la formation du personnel, mais aussi de se résigner à la perte du matériel existant et des actifs que sont les logiciels. Toutefois, ne pas

mettre en œuvre les changements nécessaires, par exemple, en conservant les anciens systèmes qu'il faudrait pourtant remplacer, peut se révéler bien plus coûteux, étant donné que les problèmes d'intégration risquent alors de persister. Dans certains pays en développement, comme le Ghana, les informations dont on dispose montrent que le coût de la migration constitue peut-être l'obstacle le plus important à l'adoption du nuage, ce critère étant suivi par la sécurité et la confidentialité des données (voir encadré III.1).

En outre, les entreprises des pays en développement doivent surmonter les difficultés liées à la mise en œuvre des services en nuage, comme le montre une enquête mondiale auprès de responsables de grandes sociétés, réalisée en 2013 pour Oracle (Dynamic Markets Ltd., 2013)⁴. Selon cette enquête, plus de la moitié de ces responsables avaient rencontré des problèmes avec l'intégration de services en nuage: ces opérations avaient entraîné des périodes d'inactivité pour le personnel et certaines applications dans le nuage n'avaient pas pu être exploitées par certains services, incitant certaines entreprises à renoncer à certaines applications. Ces problèmes d'intégration de logiciels aurait freiné l'innovation davantage dans la région Asie-Pacifique qu'ailleurs, jusqu'à 70 % des entreprises interrogées ayant répondu dans ce sens en Inde et à Singapour. Les personnes ayant répondu en Asie ont également déclaré avoir rencontré des problèmes avec l'adaptation des services en nuage aux besoins de l'entreprise. Plus de 40 % d'entre elles ont dit avoir rencontré des problèmes d'exploitabilité ou des failles de sécurité sur des applications dans le nuage, un tiers des personnes interrogées ayant constaté qu'elles avaient dû faire appel au service informatique de leur société pour résoudre ces problèmes. Parmi les autres difficultés évoquées par les responsables, il convient de citer une mise en œuvre déficiente des services en nuage sur des appareils mobiles. L'expérience dont ces responsables ont fait état met en évidence les problèmes rencontrés en divers points au sein de l'écosystème de l'économie infonuagique, dans la relation entre fournisseurs de services et grandes entreprises clientes, mais aussi au sein de ces dernières.

D'après l'enquête évoquée plus haut sur la perception qu'ont les ONG du nuage, la principale préoccupation a été le manque de connaissances et de compétences dans la gestion des ressources du nuage, suivie par les problèmes de coûts (par exemple, dans

le cas d'une migration vers le nuage, dépenses initiales et récurrentes au niveau des charges et des communications des fournisseurs de service (Tech Soup Global, 2012)). Ce dernier argument est surtout invoqué dans les pays dont les connexions à haut débit sont très chères. Les ONG présentes dans des pays dont le produit intérieur brut (PIB) par habitant est relativement faible ont été plus nombreuses, statistiquement, à évoquer des obstacles à l'adoption, comme par exemple des problèmes de devises, mais aussi l'instabilité du réseau électrique, le manque de fiabilité des connexions Internet et la réglementation sur la localisation des données stockées. Certaines se sont dites inquiètes concernant la sécurité des données, tandis que d'autres ont plutôt estimé que le nuage renforçait cette sécurité.

Le manque de connaissances sur la nature et les conséquences réelles de l'informatique en nuage constitue également un obstacle. Quoi qu'il en soit, des organisations présentes dans des pays en développement dotés d'un réseau de télécommunications relativement performant (Égypte, Mexique et Afrique du Sud, par exemple) prévoient d'accélérer le déploiement du nuage au cours des deux prochaines années⁵.

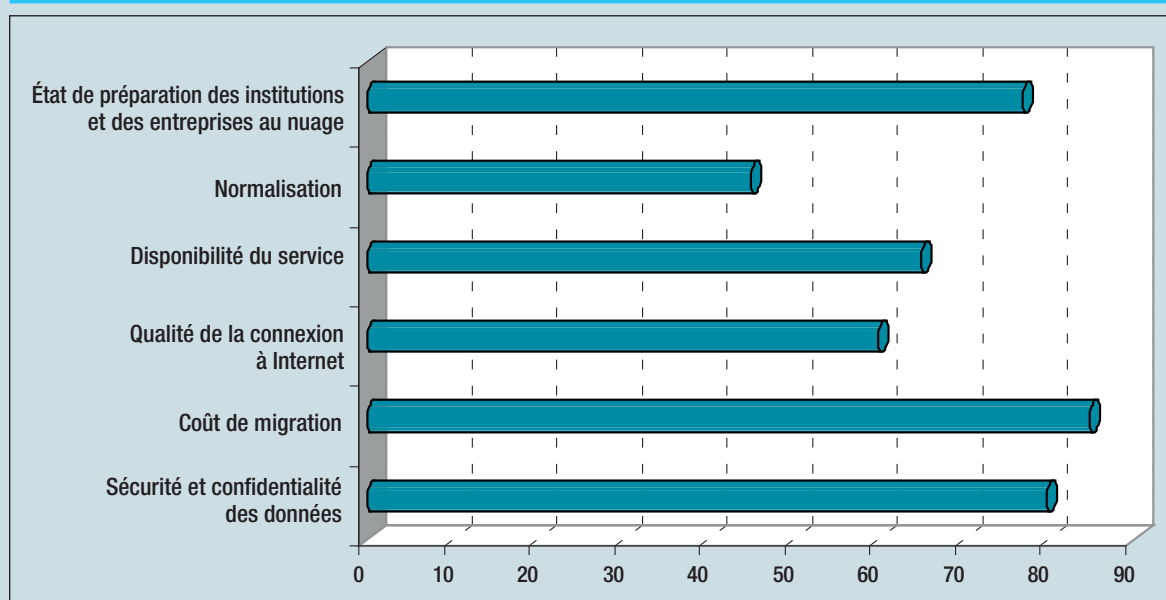
Compte tenu de ce qui précède, les utilisateurs potentiels de services en nuage doivent prendre un certain nombre de décisions cruciales. Ils doivent être en mesure de savoir si la migration de données et de services vers le nuage se traduira par une amélioration ou par une dégradation de leur efficacité et de la qualité du service fourni. Ils doivent aussi s'interroger sur le temps qu'il faudra aux améliorations pour se concrétiser et sur le risque de voir des facteurs relevant de la sécurité et de la confidentialité des données, de la fiabilité et de la gestion interne, et des coûts de la migration, prévaloir sur les avantages potentiels. En plus de freiner la migration vers le nuage, de telles réserves risquent de peser sur le choix du type de service en nuage. Les inquiétudes autour du contrôle des données, par exemple, ont jusqu'à présent incité les gouvernements et les entreprises à opter pour des solutions en nuage privé plutôt qu'en nuage public, malgré les économies plus importantes qu'offre la seconde solution. Des inquiétudes sur la compatibilité incitent aussi les organisations à la prudence dans leur choix d'un prestataire. Dans ce contexte, les dispositions contractuelles pèseront lourd dans la décision des utilisateurs potentiels du nuage (voir chapitre IV).

Encadré III.1. Obstacles à l'adoption du nuage au Ghana

Certaines difficultés perçues liées à l'adoption de l'informatique en nuage ont été identifiées dans une enquête réalisée en 2013 auprès de 72 dirigeants, administrateurs et responsables informatiques du secteur public ghanéen (voir figure III.1 de l'encadré).

Le coût lié à la migration était la difficulté la plus souvent citée. Les personnes interrogées s'inquiétaient non seulement du tarif facturé par les fournisseurs de services en nuage, mais aussi de la difficulté de confier la propriété et la gestion de leurs données à un tiers. Elles ont évoqué le coût que représentait le fait d'être liées à un prestataire donné de services en nuage. En effet, si l'organisation voulait changer de service, cela entraînerait des frais, liés à la reconfiguration des données en fonction des exigences du nouvel opérateur ou à l'achat de nouveaux logiciels. Le risque de devoir engager ces frais pouvait dissuader l'organisation de changer de fournisseur.

Figure III.1. de l'encadré. Difficultés perçues liées à la migration vers les services en nuage



Source: Tweneboah-Koduah, 2013.

La sécurité et la confidentialité des données correspondaient à la deuxième difficulté citée dans l'enquête, l'état de préparation des institutions et des entreprises au nuage arrivant en troisième position.

La disponibilité des services et l'état des connexions Internet ont été citées par plus de la moitié des personnes interrogées. La principale préoccupation, en l'occurrence, était liée à la nécessité de disposer de connexions adaptées sur le dernier kilomètre (ADSL et haut débit mobile) afin de pouvoir accéder aux services. La dépendance vis-à-vis de l'ADSL a suscité des inquiétudes sur la qualité, les limites du déploiement et les coûts.

Source: CNUCED, d'après Tweneboah-Koduah, 2013.

b) Obstacles externes

Les obstacles externes se divisent en trois grandes catégories.

i) Infrastructures inadéquates

Comme souligné au chapitre II, divers éléments de l'infrastructure des télécommunications ont une incidence sur les avantages que peut généralement attendre une entreprise qui envisage d'adopter des

services en nuage. Les lacunes liées à l'infrastructure touchent particulièrement les zones rurales des pays à faible revenu. Même au Kenya, par exemple, un pays qui affiche un développement relativement important de son secteur des TIC, le manque de fiabilité du réseau électrique et des connexions à haut débit reste un problème important. Des actes de vandalisme sur des câbles en fibre optique entraînent des coupures qui peuvent durer jusqu'à une semaine (Research ICT Africa, 2013). Par ailleurs, l'approvisionnement instable

en électricité constitue un obstacle important à la construction de centres de données locaux.

ii) Obstacles juridiques et réglementaires

Le second groupe d'obstacles externes à l'adoption et à la fourniture de services en nuage dans les pays en développement est d'ordre juridique et réglementaire. Dans certains secteurs d'activité, les transferts et le stockage de données à l'extérieur du territoire peuvent contrevenir aux règles nationales dans la mesure où ces opérations n'offrent pas aux autorités nationales un «accès effectif» aux données (voir chapitre IV).

De nombreux services en nuage dépendent de la capacité des utilisateurs à effectuer des transactions électroniques sécurisées. Or cela n'est possible que lorsque la législation et la réglementation financière confèrent à ces transactions un statut équivalent à leur contrepartie physique, et lorsque les banques et les entreprises commerciales sont disposées à les considérer comme telles. De nombreux pays en développement ne disposent pas encore du cadre juridique et réglementaire adapté au commerce électronique (voir chapitre IV). La législation doit traiter des questions telles que la reconnaissance de la signature numérique et des transactions électroniques, la protection des données, les normes en matière de preuves et les flux de données transfrontière. Bien qu'une législation-type existe dans ces domaines depuis quelques années, elle n'a été adoptée que par un nombre limité de pays en développement⁶.

Des obstacles du même ordre proviennent d'une législation ou d'une réglementation défailtante concernant la cybersécurité. Le terme «cybersécurité» a une acception large. Il concerne la prévention de toute perturbation non intentionnelle ou intentionnelle des réseaux et des services, la prévention de la fraude et les efforts visant à prévenir l'envoi massif de courrier électronique non sollicité ou à empêcher des logiciels malveillants de perturber le fonctionnement des services en ligne. À l'instar de ce qui se passe pour la législation relative au commerce électronique, nombreux sont les pays qui doivent encore élaborer et mettre en application la législation nécessaire, en collaboration avec les institutions chargées de gérer les régimes de cybersécurité (voir aussi chapitre IV). En 2012, par exemple, une étude régionale de l'UIT pour le Groupe des États d'Afrique, des Caraïbes et du Pacifique (Groupe ACP) a montré que seuls cinq

pays ACP des Caraïbes sur quinze étaient dotés de lois sur les transactions électroniques (HIPCAR, 2012).

Le cadre réglementaire régissant la cybersécurité peut aussi influencer le choix des clients en ce qui concerne la configuration du service. Ainsi, les mesures de contrôle mises en place par le Gouvernement chinois ont incité les entreprises de ce pays à utiliser davantage les services en nuage nationaux parce que les temps d'attente étaient plus élevés avec les serveurs situés en dehors du pays. Selon une étude, le projet Bouclier d'Or, le pare-feu national chinois qui a été activé en novembre 2003, a accru le temps de chargement de 450 ms au moins pour les objets hébergés sur les serveurs situés en dehors du territoire⁷.

iii) Fragilités de l'environnement économique et commercial

La troisième série d'obstacles externes est liée à l'environnement économique et commercial et au degré de développement d'une «culture numérique». Cette idée concerne en partie les performances des entreprises, notamment dans le commerce de biens et de services, et en partie les compétences et les ressources nécessaires au sein de l'entreprise.

La pénurie de personnel informatique est une préoccupation importante, surtout dans les pays à faible revenu, où l'enseignement de l'informatique (au niveau scolaire et universitaire) est insuffisant et où les personnes ayant des compétences dans ce domaine ont la possibilité de mieux gagner leur vie et d'avoir une carrière plus intéressante en travaillant à l'étranger. Cet exode des compétences est un problème grave pour les petits pays, comme les États insulaires des Caraïbes et du Pacifique. La migration vers le nuage n'empêche pas, en effet, que des compétences soient encore requises au niveau du client du service, aussi bien pour l'utilisation de la technologie elle-même que dans la connaissance des exigences juridiques et réglementaires. Les compétences informatiques sont encore plus importantes lorsque les pays et les entreprises cherchent de nouveaux débouchés commerciaux par le biais du nuage, par exemple en proposant la gestion de centres de données, des fonctions d'agrégation ou la création de nouveaux services en nuage ciblés sur les exportations ou le marché intérieur. L'absence d'infrastructures de formation et de personnel qualifié qui puisse se former peut constituer un obstacle important à l'adoption

du nuage et empêcher l'effet démultiplicateur de l'infonuagique dans les pays en développement.

Les facteurs incitatifs et les obstacles qui viennent d'être décrits sont résumés sous forme graphique dans la figure III.2. Alors que les incitations répertoriées dans ce graphique sont à peu près les mêmes pour les entreprises et les particuliers de tous les pays, les obstacles varient parfois beaucoup en fonction du niveau de développement du pays, de l'environnement dans lequel évoluent ses entreprises et de son secteur des télécommunications.

3. Évaluation des incitations et des obstacles à l'adoption du nuage dans les pays en développement

Les clients potentiels des services en nuage, qu'il s'agisse d'entreprises ou d'administrations publiques, doivent mettre en balance les gains potentiels (baisse de leurs coûts opérationnels et de transaction, par exemple) et les coûts supplémentaires engendrés par l'utilisation du nuage (télécommunications et migration des données). On peut surestimer les économies internes pouvant être réalisées grâce à une migration vers le nuage de même qu'il est possible de sous-estimer le coût de la migration elle-même. À l'image d'autres nouvelles technologies, l'informatique en nuage se révèle bien plus efficace si elle s'accompagne de changements dans l'organisation qui en permettent une utilisation adaptée, une idée qui a déjà été évoquée plus haut. Il faudra peut-être du temps et de nouveaux investissements pour faire les changements nécessaires.

Les facteurs suivants sont particulièrement importants dans les pays en développement et pourraient aboutir à des décisions différentes de celles qui seraient prises dans les pays développés :

- Utilisation moins importante des TIC dans les administrations et les entreprises des pays en développement;
- Coûts du nuage: les tarifs facturés par les fournisseurs des services, mais aussi le coût de l'accès aux réseaux de télécommunications, les tarifs des FAI et le coût des équipements et des logiciels sont beaucoup plus élevés et risquent par conséquent de représenter une partie beaucoup plus importante de la prestation dans les pays en développement;
- Présence ou non de points d'échange Internet et de centres de données locaux qui pourraient faire

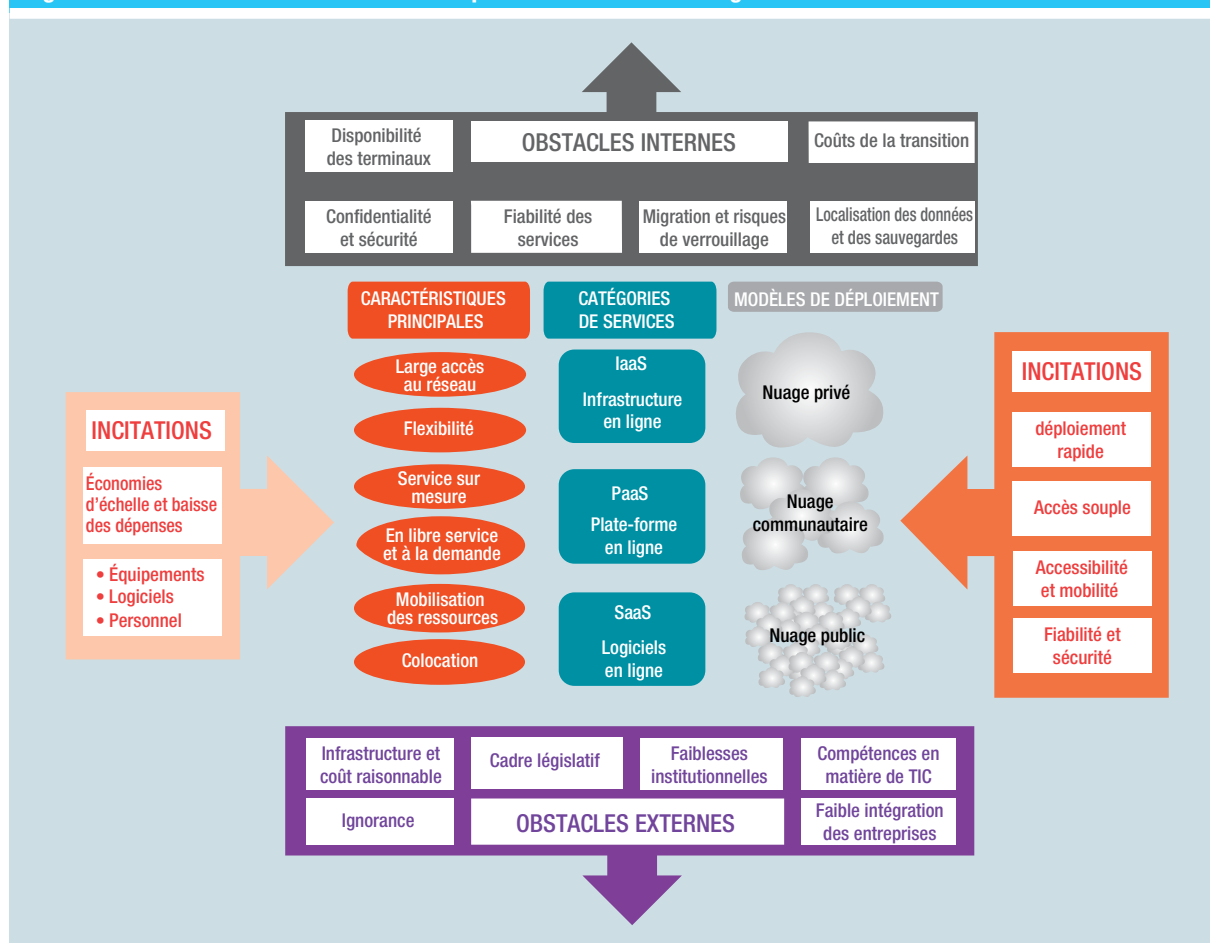
baisser les coûts et résoudre les difficultés liées aux connexions internationales;

- Risques et coûts potentiels liés à des réseaux de télécommunications peu fiables et à des temps d'attente importants. Dans les pays en développement, les temps d'attente peuvent être plus importants et les connexions plus lentes;
- Des dispositions juridiques et réglementaires insuffisantes pour résoudre les problèmes liés à la protection et à la confidentialité des données;
- Le coût de l'automatisation de procédés qui peuvent être exécutés efficacement par des personnes. Les coûts de main d'œuvre sont souvent beaucoup plus bas dans les pays en développement. Il est donc souvent plus rentable d'employer de la main d'œuvre plutôt que d'automatiser certaines fonctions;
- La disponibilité de contenus et d'applications spécialement conçus pour répondre aux exigences des entreprises et des organisations des pays en développement;
- La capacité à se procurer des équipements et des logiciels en temps voulu pour la fourniture du service, soit par des moyens traditionnels, soit par les services en nuage. Les sources d'approvisionnement habituelles peuvent être préférables si les gains potentiels obtenus grâce au nuage sont relativement minces;
- Le degré d'adoption des services en nuage. Les utilisateurs potentiels risquent en effet d'être moins nombreux dans les pays en développement parce que les réseaux de télécommunications sont moins répandus et moins abordables.

L'avantage net escompté variera selon les pays et leur état de préparation au nuage. Il variera aussi en fonction des organisations, selon le contexte, les données et les services concernés. Et ce facteur est aussi appelé à évoluer avec le temps, à mesure que l'état de préparation au nuage s'améliore, en même temps que les réseaux nationaux de télécommunications.

Il convient également de reconnaître que si les entreprises et les gouvernements adoptent l'informatique en nuage, ils ne le font pas toujours systématiquement. Si certaines grandes entreprises et certains gouvernements élaborent des stratégies générales sur les services en nuage, dans d'autres, la prise de décision revient aux différents départements ou services. Certaines entités adopteront peut-être les services en nuage, mais pas d'autres, et différents départements peuvent souscrire des contrats auprès

Figure III.2. Incitations et obstacles à l'adoption des services en nuage



Source: CNUCED.

de différents prestataires. Les PME, conscientes du risque que représenterait toute erreur de stratégie à cet égard, pourraient se montrer plus circonspectes et choisir d'ajouter des applications une par une au lieu d'entreprendre une démarche globale. Dans certaines organisations, des services en nuage sont déjà largement mis en œuvre sans que cela ne relève d'aucune décision particulière de la direction en faveur de telle ou telle solution. Les fonctionnaires et les salariés du secteur privé préfèrent parfois utiliser des services en nuage (comme la messagerie sur Internet) pour leur travail au lieu de la messagerie de leur entreprise ou d'autres solutions internes qu'ils estiment moins pratiques et moins fiables.

Une stratégie qui vise à intégrer les transformations dans les systèmes de gestion et d'exploitation de l'organisation par une coordination des services en nuage sera plus bénéfique que des démarches au coup par coup. L'acquisition de services en nuage

est plus efficace si elle est décidée au niveau de l'organisation, que l'on s'adresse à un seul fournisseur ou à un agrégateur afin d'éviter d'éventuels problèmes d'incompatibilité et de permettre une intégration systématique des systèmes anciens aux services en nuage dans toute l'entreprise. Comme le montre l'incidence élevée de problèmes d'intégration (Dynamic Markets Ltd., 2013), les entreprises quelle qu'en soit la taille et les gouvernements, gagneraient à ce que leurs dirigeants examinent les solutions offertes par le nuage de façon plus cohérente.

Rien ne permet d'affirmer que l'adoption du nuage et l'économie infonuagique évolueront de la même façon dans les pays en développement et dans les pays développés. Comme cela est précisé plus haut, certains clients potentiels des services en nuage estimeront qu'il est important de privilégier un prestataire local. En ce qui concerne l'accessibilité économique et la qualité de service des réseaux à haut

débit, la diversité des situations peut faire pencher la balance en faveur des opérateurs nationaux ou régionaux plutôt que des opérateurs internationaux. Dans le même temps, certains clients du nuage dans les pays en développement renonceront à réaliser des économies et choisiront le nuage privé, dans l'idée que leurs données seront ainsi mieux protégées et qu'ils en garderont le contrôle, qu'ils risquent moins de devenir tributaires d'un seul prestataire et que les coûts des services de télécommunications seront plus sûrs.

B. ADOPTION DU NUAGE DANS CERTAINS PAYS: EXPÉRIENCES ET PERSPECTIVES

L'écosystème de l'économie infonuagique décrit au chapitre I et les incitations et obstacles au nuage, qui viennent d'être abordés, fournissent un cadre de réflexion sur les degrés d'adoption du nuage et sur les débouchés offerts par l'économie infonuagique. Les informations dont on dispose sur l'adoption du nuage dans les pays en développement sont très limitées. Quoiqu'il en soit, l'économie infonuagique a fait son apparition de façon très différente dans des pays aux caractéristiques diverses. Ces différences sont attribuables à la diversité des environnements économiques et commerciaux et des systèmes de télécommunications de ces pays (voir chapitre II).

En s'appuyant sur les informations dont on dispose sur le développement du nuage dans certains pays, la présente partie est une réflexion sur les possibilités qu'offre l'écosystème de l'économie infonuagique aussi bien du côté de l'offre que de la demande. L'expérience des pays à un stade très avancé de préparation au nuage est également abordée, ainsi que celle des pays dont l'économie infonuagique en est encore à un stade précoce de son évolution.

1. Possibilités de débouchés pour les pays en développement

Pour les entreprises des pays en développement, les principales activités et possibilités de débouchés dans l'économie infonuagique sont les suivantes: a) centres de données et services en nuage s'y rapportant; b) création et fourniture de services en nuage locaux à l'intention de groupes de clients – entreprises locales et particuliers; c) agrégation de services, intégration de

systèmes, courtage et services connexes. Outre ces domaines d'activité clairement fondés sur le nuage, les entreprises nationales de communication (opérateurs de télécommunications et FAI) peuvent tirer profit de l'augmentation des données en circulation sur leurs réseaux.

a) Fourniture de services se rapportant aux centres de données

Les fournisseurs de services en nuage possèdent et gèrent l'infrastructure informatique (les centres de données reliés entre eux et les installations connexes chargées du stockage des données) et ils proposent des services à leurs clients. Comme cela a été souligné plus haut (chapitre I), le modèle économique du nuage s'appuie largement sur les économies d'échelle et la gestion de réseaux de centres de données ou de parcs de serveurs ayant une capacité de calcul et de stockage considérable. Il faut pouvoir investir des sommes colossales pour remettre en question la suprématie de ces acteurs du nuage et rares sont les concurrents qui disposent des ressources nécessaires pour le faire. Toutefois, l'inquiétude croissante des clients du nuage concernant la confidentialité et la sécurité de leurs données est un élément susceptible de remettre en cause la domination de ces opérateurs historiques⁸.

Seuls quelques grands pays émergents très avancés sur le plan technologique, comme les pays du groupe BRICS (Brésil, Fédération de Russie, Inde, Chine et Afrique du Sud), la Malaisie, Singapour ou la Thaïlande répondent aux exigences en matière d'économies d'échelle et de connectivité et peuvent ainsi accueillir des centres de données d'envergure internationale⁹. Toutefois, il reste suffisamment de marge de manœuvre pour permettre à un groupe plus large de pays en développement et d'entreprises de ces pays de créer des centres de données qui pourraient intéresser une clientèle régionale. Ce potentiel est probablement plus important dans les pays dotés d'un secteur des TIC important et dynamique, qui disposent d'entreprises informatiques solidement implantées et dont le rôle de centre régional d'affaires ou de télécommunications est bien établi.

Malgré l'avantage dont disposent les grands fournisseurs mondiaux, divers autres facteurs peuvent favoriser la croissance des centres de données locaux ou régionaux dans les pays en développement, tels que:

- **Une demande de solutions en nuage privé.**

Le fait que de grandes entreprises, mais aussi

des gouvernements, ont jusqu'à présent opté pour les nuages privés (par opposition aux nuages publics) laisse à penser qu'ils ont préféré renoncer à d'importantes économies d'échelle pour avoir un sentiment de sécurité et de contrôle accrus sur leurs données et leurs services;

- **Des facteurs non financiers imposant une présence locale (comme une législation nationale sur la protection des données).** Certains gouvernements et certaines entreprises sont tenus (par la loi ou par des règles propres à l'entreprise) de conserver leurs données sur le territoire national ou préfèrent le faire pour des raisons de sécurité ou de géopolitique. Ces politiques peuvent accroître la demande en services infonuagiques locaux;
- **Forte valeur ajoutée d'un autre type.** Un opérateur local ou régional pourra par exemple offrir un service à la clientèle plus efficace ou mieux connaître cette dernière;
- **Coût élevé ou manque de fiabilité des connexions internationales à haut débit rendant l'utilisation de centres de données locaux plus avantageux.** Bien que ces centres locaux réduisent l'avantage lié en général à l'adoption du nuage, une infrastructure inadaptée risque aussi de réduire les avantages financiers que procureraient, sinon, des services internationaux.

Si l'on arrivait à réduire la distance qui sépare les ressources infonuagiques des utilisateurs finals, on réduirait le coût des connexions à haut débit et les temps d'attente. Comme cela est évoqué dans un rapport récent sur l'informatique en nuage en Afrique (ITU-D, 2012):

Malgré le développement des liaisons internationales de transmissions de données entre l'Afrique et le reste du monde, les coûts de la bande passante nécessaire pour les transferts des «données africaines» vers et à partir des [ressources de l'informatique en nuage] situées en dehors de l'Afrique [...] sont tellement importants qu'il est plus avantageux de construire des centres de stockage des données en Afrique plutôt que de payer l'accès à des centres de données localisés à des dizaines de milliers de kilomètres de l'Afrique.

Un nombre croissant de gouvernements créent actuellement leurs propres centres de données en vue de gérer les données et les services publics. Ces centres sont alors à l'origine de ce qui se révèle être des nuages privés (voir encadré III.2). Dans d'autres pays, de nouveaux centres de données sont créés par

les FAI et les opérateurs de télécommunications. Au Nigéria, par exemple, Galaxy Backbone, l'entreprise publique qui fournit les liaisons Internet, mais commercialise aussi des services et des applications informatiques, crée actuellement une nouvelle infrastructure nationale de services en nuage capable de fournir des services IaaS, PaaS et SaaS (Research ICT Africa, 2013). Parallèlement l'opérateur nigérian de télécommunications Globacom a créé un grand centre de données Internet à Lagos qui propose des services de colocation, de récupération des données en cas de catastrophe et des services d'hébergement spécialisés à tous ses clients, dans tout le pays¹⁰. Au Kenya, Safaricom a commencé à héberger son service monétaire par téléphonie mobile MPESA dans un centre de données local en 2011. Cette initiative fait suite à des temps d'immobilisation dus à des problèmes sur les connexions internationales à haut débit. Toutefois, il a été difficile de convaincre d'autres entreprises locales d'adopter des services en nuage parce qu'elles s'inquiétaient des problèmes de connexion et d'approvisionnement en électricité¹¹.

Les fournisseurs de services en nuage et les centres de données locaux peuvent aussi nouer des partenariats avec des fournisseurs internationaux afin d'offrir à leur clientèle un meilleur contrôle de leurs données et la possibilité de réaliser des économies d'échelle. Un dispositif hybride faisant appel à des centres de données locaux permet à certaines données publiques ou privées sensibles de rester sur le territoire national, tandis que des données moins vulnérables peuvent être réparties dans des serveurs dans le monde entier. La répartition des centres de données dans différentes régions du globe présente des avantages financiers et stratégiques pour les fournisseurs mondiaux de services en nuage, que ces centres leur appartiennent ou qu'ils aient été créés par des partenaires locaux.

Depuis les dernières années de la décennie précédente, les sociétés transnationales ont réalisé des investissements importants dans les centres de données, des pays en développement. Ainsi, depuis 2008, IBM a ouvert un certain nombre de centres en Chine et en Inde et a proposé des services aux entreprises, universités et développeurs de logiciels locaux. Parmi les autres entreprises internationales qui ont voulu proposer des services en nuage en Inde, il convient de citer l'éditeur de logiciels Parallels, l'éditeur d'applications professionnelles Salesforce et VMware, le spécialiste de la réalité virtuelle (Kshetri, 2010).

Encadré III.2. Centres de données des pouvoirs publics dans les pays en développement

Les gouvernements ont utilisé des méthodes différentes pour créer des centres de données nationaux, en faisant appel, notamment, à des partenariats public-privé (PPP). Quelques exemples figurent ci-après.

- Le Gouvernement kenyan a créé des centres de données pour lui-même, mais aussi pour le grand public, afin que les entreprises et des organisations qui doivent héberger leurs données dans le pays puissent bénéficier de tarifs intéressants. Une telle intervention suscite des controverses, puisqu'elle signifie que des centres de données appartenant à l'État sont en concurrence avec ceux d'entreprises commerciales du secteur privé (Research ICT Africa, 2013).
- Le Gouvernement ghanéen construit actuellement trois centres de données qui hébergeront des données provenant des ministères et des autres services de l'administration publique (Research ICT Africa, 2013).
- Dans la feuille de route établie par l'Inde pour développer le «nuage GI» (voir aussi le chapitre V), le gouvernement invite pour la première fois des fournisseurs de nuages privés à mettre en place ou à administrer des services spécialisés pour le compte du gouvernement dans le respect de la politique, des normes et des lignes directrices qui s'appliquent au nuage de l'administration publique (Service ministériel indien chargé de l'électronique et des technologies de l'information, 2013).
- L'Équateur a intégré la création d'un centre de données national à sa stratégie numérique nationale. Ce centre doit être construit et exploité dans le cadre d'un partenariat public-privé sous l'égide du Ministère des télécommunications et de la société de l'information^a.

Source: CNUCED.

^a Voir eLac2015 newsletter, numéro 19, juillet 2012, disponible à l'adresse <http://www.cepal.org/socinfo/noticias/paginas/3/44983/newsletter19ENG.pdf> (consulté le 7 octobre 2013).

Parallèlement, certaines entreprises des pays en développement ont créé leurs propres installations infonuagiques. C'est le cas d'acteurs d'envergure internationale dans ce secteur, comme l'opérateur de télécommunications indien Airtel et les sud-africains MTN et Dimension Data.

Les pays qui souhaitent encourager la création de grands centres de données doivent garder à l'esprit qu'il est important de disposer d'un approvisionnement électrique bon marché et stable. Les centres de données ont des besoins considérables en électricité, une grande partie de cette énergie servant à refroidir les serveurs. Il est difficile d'évaluer précisément la consommation totale d'électricité de ces centres, bien qu'un chiffre compris entre 1,1 % et 1,5 % de la consommation totale d'électricité dans le monde ait été avancé, soit l'équivalent de la production de trente centrales nucléaires¹². Les pays dont l'approvisionnement électrique est fragile ou qui subissent des coupures régulières de courant ne peuvent tout simplement pas abriter de grands centres de données sans que cela ne pèse lourdement sur l'ensemble des internautes.

b) Fourniture de services en nuage

La seconde activité dans l'économie infonuagique, et sans doute aussi la plus importante, est le développement et la commercialisation de nouveaux

services. La souplesse de ces services permet d'imaginer une vaste gamme de solutions, mais aussi de clients potentiels (voir chapitre I). Les pays dotés de groupes bien établis d'informaticiens et d'entreprises spécialisées dans ce domaine seront les mieux placés pour élaborer des applications et des services plus innovants et perfectionnés.

Dans les pays à faible revenu où l'informatique en nuage est encore embryonnaire, l'laaS est souvent la première catégorie de services en nuage demandée. Les entreprises et les gouvernements des pays en développement prennent peu à peu conscience de ce créneau commercial. Au Ghana, par exemple, un certain nombre de sociétés proposent d'ores et déjà différents types de services en nuage (voir tableau III.1). Contrairement au schéma général observé dans le chapitre II, la plupart des services en nuage du Ghana concernent l'laaS et le PaaS, qui représentent ensemble 69 % du marché et passent devant les SaaS; la formation en informatique et les services de conseil constituent 31 % des débouchés (Yeboah-Boateng et Cudjoe-Seshie, 2013). La majorité des entreprises répertoriées dans le tableau sont les représentants locaux de fournisseurs mondiaux de services en nuage. De même, au Nigéria, l'adoption de services en nuage semble jusqu'à présent avoir été centrée sur l'laaS (Research ICT Africa, 2013). Le fait que presque tous les prestataires de services

Tableau III.1. Fournisseurs de services en nuage au Ghana (2013)

Fournisseur	Modèle(s) de prestation	Segment ciblé	Observations
Fournisseurs locaux			
CIS Ghana	PaaS, IaaS	PME, Fournisseurs d'applications en ligne	
DreamOval	SaaS	PME, particuliers	
Gesatech Solutions	IaaS	PME	Lié aux logiciels de sécurité Kaspersky
Ghana Dot Com	IaaS	PME, particuliers	
Maafo-Visions	IaaS	PME, particuliers	Cible: Marchés régionaux
National Information Technology Agency (Agence nationale des technologies de l'information)	BPaaS, PaaS, IaaS	Gouvernement	Organisme public
NetSolutions Ghana	PaaS, IaaS	PME	
Radius Consulting	PaaS, IaaS	PME	Cible: Afrique de l'Ouest. Fait partie de plusieurs dispositifs d'agrément commercial (Cisco, Dell, Microsoft, Symantec Gold, etc.)
Rancard Mobility	PaaS	Opérateurs de téléphonie mobile, fournisseurs de contenu, vendeurs de systèmes mobiles, développeurs	Créé en 2001, devenu un acteur régional en 2010 (bureau au Nigéria)
Red Mango	SaaS, IaaS	PME	Fait partie d'un réseau de partenaires internationaux dont Cisco, HP et Microsoft
Sylversys Consulting	SaaS, PaaS, IaaS	PME	Bureaux au Ghana et au Mali. Cible: Afrique de l'Ouest
Filiales de sociétés étrangères			
ACT ICT	SaaS	Gouvernement, PME	Créé par ACT ICT (Israël) en partenariat avec Lifeforms (Ghana)
Huawei	IaaS	Entreprises, Gouvernement	Huawei (Chine)
IIHT Ghana	SaaS, PaaS	PME, particuliers	Appartient à l'Indian Institute of Hardware Technology, le leader indien de la formation dans les services informatiques
Internet Solutions	IaaS	PME, particuliers	Division panafricaine de Dimension Data (Afrique du Sud), qui appartient à NTT Group (Japon). Partenaire de Cisco, Microsoft et Symantec
MTN	SaaS, PaaS, IaaS	PME	Filiale du groupe MTN (Afrique du Sud)

Source: CNUCED, d'après Research ICT Africa (2013).

en nuage de ce pays proposent avant tout le stockage et des services d'infrastructure est sans doute la conséquence naturelle des investissements importants réalisés ces dernières années par diverses STN, banques et autres grandes entreprises dans leur infrastructure de réseaux, en particulier dans les centres et l'hébergement de données. Dès le début de 2013, toutefois, l'activité PaaS et SaaS est restée très limitée dans ce pays.

Au fur et à mesure que le marché des IaaS parvient à maturité, les perspectives des PaaS et des SaaS tendent à s'améliorer. Certains des services

progressivement commercialisés dans les pays en développement réussissent aussi bien à l'échelon national ou régional que les applications mondiales (les réseaux sociaux, par exemple), en offrant une expérience plus ciblée. D'autres services en nuage ont été développés pour répondre à des besoins plus spécifiques et localisés (voir encadré III.3).

Les pays où le haut débit ne couvre pas la totalité du territoire mais où l'Internet par téléphonie mobile est répandu peuvent combiner services en nuage et services mobiles. Ainsi, l'ONG sud-africaine mothers-2-mothers (m2m) associe services en nuage, systèmes

Encadré III.3. Exemples de services en nuage dans les pays en développement

Les exemples suivants de services en nuage proposent soit une version locale d'applications mondiales connues soit des solutions qui sont ciblées sur des besoins locaux particuliers:

- Sonico.com est une société basée en Argentine qui gère un réseau social de plus de 48 millions d'utilisateurs, dont la plupart se trouvent en Amérique latine. Pour affronter la concurrence de géants mondiaux comme Facebook ou LinkedIn, l'entreprise a dû faire des économies. Sonico stocke ses données et permet ainsi à ses membres de partager de plus d'un milliard d'images grâce aux applications Amazon Web Services. D'après la société, cette initiative lui a permis d'économiser 70 % sur son système de gestion de données^a.
- De multiples fournisseurs locaux de services en nuage ont fait leur apparition en Chine. Ils proposent des services locaux qui sont largement protégés de la concurrence internationale en raison des contraintes liées à la langue et à la réglementation. Quelques exemples: plates-formes de commerce électronique (Alibaba, Taobao) plates-formes web nationales de microblogs et de réseaux sociaux (Sina Weibo, Renren) et moteurs de recherche locaux (Baidu) (CNUCED, 2012a).
- Viet Nam Technology and Telecommunication offre des solutions de stockage et de traitement à une clientèle principalement constituée de PME. La société a l'intention de commercialiser des applications spécialement adaptées aux secteurs du bâtiment et de l'immobilier^b.
- La division indienne d'AdventNet, Zoho, exploite une série d'applications Internet. En septembre 2009, Zoho comptait plus de deux millions d'utilisateurs, dont la plupart se connectaient depuis l'Amérique du Nord et l'Europe, et environ 20 % depuis l'Inde et la Chine. Les applications Zoho permettent aux hôpitaux et aux banques indiens de créer de nouveaux produits et services, et à certaines compagnies d'assurance de développer des services novateurs notamment une assurance spécialement adaptée aux diabétiques (Kshetri, 2010).
- Les services en nuage peuvent être axés sur des pays précis ou un groupe de pays voisins plutôt que sur des marchés internationaux. Ping.sg est un agrégateur de blogs de Singapour. Son site fédère plus de 100 000 blogs. Au fur et à mesure de sa croissance, l'entreprise a choisi de faire migrer ses données et ses services dans le nuage. Elle a pu réaliser des économies et se procurer d'autres avantages en arrivant progressivement à accroître sa capacité de calcul au lieu d'avoir à acquérir de nouveaux équipements au fur et à mesure de sa croissance^c.
- Un ensemble croissant de services en nuage est destiné aux entreprises. Ainsi, suite à des projets pilote dans six pays, la société sud-africaine de médias et de télécommunications MTN a lancé une gamme de services en nuage à l'intention des PME du Ghana et du Nigéria en décembre 2012. La société propose une suite logicielle pour petites entreprises qui intègre un logiciel de comptabilité, de gestion des ressources humaines et de la relation client, mais qui propose aussi une messagerie en ligne, des services de vidéoconférence et le stockage et la sauvegarde de données. Cette société propose aussi une application SaaS qui offre aux organisations de microfinance une plate-forme sur laquelle effectuer leurs opérations bancaires. Selon MTN, ce progiciel a été adopté par des PME dans le secteur industriel, de l'hôtellerie et de la restauration, de la microfinance et de la publicité (Research ICT Africa, 2013). Pamoja Cloud Services, qui appartient à la société sud-africaine de gestion de câbles sous-marins SEACOM, mise aussi sur la progression de la demande de produits informatiques en ligne par les PME en Afrique (Research ICT Africa, 2013).

Source: CNUCED.

^a Voir <http://aws.amazon.com/solutions/case-studies/sonico/> (consulté le 8 octobre 2013).

^b Voir «VNTT rides on cloud to deliver new services», search SMB Asia, 31 août 2009, disponible à l'adresse <http://www.searchsmbasia.com/en/content/vntt-rides-cloud-deliver-new-services?page¼0%2C0> (consulté le 8 octobre 2013).

^c Voir <http://aws.amazon.com/solutions/case-studies/ping-sg/> (consulté le 8 octobre 2013).

de gestion de bases de données et services par téléphonie mobile pour mener à bien sa mission, qui est de réduire la transmission du VIH/sida de la mère à l'enfant¹³. Cette ONG numérise les dossiers des patients et les met à disposition des centres de consultation qui font partie de son réseau de plus de 700 sites en Afrique. Ces dossiers contiennent

des informations sur les traitements et des outils perfectionnés de communication des données qui permettent de réagir rapidement. Les femmes des villages africains confirment par minimessage (SMS) que les traitements sont bien administrés aux enfants¹⁴. En 2011, l'ONG m2m a touché plus d'un million et demi de femmes dans des pays d'Afrique

subsaharienne. De même, l'interface client du service MPESA au Kenya fonctionne par SMS, mais les données sont stockées et les applications gérées depuis le nuage, en réalité.

Bien que les applications PaaS en nuage soient moins répandues que les IaaS et les SaaS, elles peuvent néanmoins offrir des débouchés aux petites entreprises informatiques des pays en développement et être appelées à se développer au cours des prochaines années. Le *Rapport 2012 sur l'économie de l'information* soulignait l'importance du secteur informatique local, notamment des développeurs locaux de logiciels, dans la création d'une culture de l'innovation numérique dans les pays en développement. Des centres d'innovation tels que l'iHub à Nairobi ou le Campus Tecnológico du Guatemala (CNUCED, 2012a) ont réuni des groupes dynamiques de concepteurs et d'entrepreneurs qui développent des logiciels et des applications, et qui favorisent l'adoption des TIC par les entreprises.

Dans la plupart des pays en développement, on trouve désormais un petit nombre d'individus, mais peut-être davantage, qui maîtrise les compétences requises pour développer des applications informatiques. Toutefois, ils éprouvent souvent des difficultés à développer leur activité à cause d'un accès limité à des outils de développement, du prix trop élevé du matériel informatique et des limites d'un marché intérieur de petite taille. Un avantage crucial de l'informatique en nuage pour les entreprises novatrices, en particulier les «jeunes pousses», est de leur permettre d'accéder aux capacités en matière de TIC dont elles ont besoin pour innover sans qu'elles soient obligées d'y consacrer des investissements importants.

Par ailleurs, le nuage facilite le développement de logiciels ouverts, qui ont la faveur de nombreux développeurs d'applications. Ainsi, l'éditeur de logiciels Canonical a mis en place des capacités liées au nuage sur sa plate-forme de serveurs Ubuntu¹⁵ et la société propose un portail d'applications pour les développeurs qui complète la logithèque d'applications (Ubuntu Software Center)¹⁶. Le portail Ubuntu App Developer permet aux concepteurs partout dans le monde de créer des applications Linux pour la plate-forme Ubuntu, puis de les mettre à disposition, gratuitement ou non. Ces applications peuvent être téléchargées directement sur les plates-formes Ubuntu Linux Desktop et Ubuntu Linux Server (CNUCED, 2012a). D'autres plates-formes

permettent à ces entrepreneurs d'inventer, pour un prix modique et grâce aux outils les plus récents, de nouveaux produits comme des applications mobiles, puis de les commercialiser sur le marché international et non national, afin de disposer ainsi des recettes suffisantes pour garantir leur pérennité et financer l'étape suivante du développement de leur entreprise. Les fournisseurs mondiaux ou nationaux de PaaS pourraient nouer des partenariats avec ces entreprises et partager le risque, les coûts et les bénéfices liés au développement de nouveaux produits. OrangeScape fait partie des sociétés indiennes qui proposent une application PaaS. Cette entreprise affirme en effet être «la seule plate-forme mondiale de PaaS inter-nuagique»¹⁷.

c) Agrégation, intégration et services connexes du nuage

Une troisième catégorie de débouchés s'offre aux pays en développement en matière de services en nuage. Il s'agit des services d'agrégation, de conseil et de courtage, autant d'activités qui facilitent les relations entre fournisseurs de services en nuage et leur clientèle dans les secteurs public et privé. Les gouvernements ou les grandes entreprises privées chargent les agrégateurs de regrouper les services provenant des différents fournisseurs de services en nuage en fonction de leurs besoins, à l'image des agrégateurs de systèmes dans l'informatique classique. Ces entreprises ont donc pour mission d'identifier les services en nuage les plus adaptés, de les intégrer les uns aux autres, de gérer les relations avec les fournisseurs et, par conséquent, d'offrir à leurs clients une interface simplifiée pour mener à bien leurs activités informatiques traditionnelles et dans le nuage. L'encadré III.4 donne des exemples d'entreprises de ce type dans les pays en développement.

L'agrégation et le courtage sont des activités prometteuses auxquelles doivent s'intéresser les sociétés informatiques des pays en développement. Alors que les grandes sociétés transnationales préfèrent s'adresser à d'autres multinationales pour ces services, les entreprises nationales spécialisées dans ce domaine ont peut-être intérêt à trouver des partenaires locaux. Elles pourront ainsi mobiliser l'expérience qu'elles ont des entreprises et de l'environnement de la communication dans leur pays, mais aussi tirer profit de leurs connaissances

Encadré III.4. Exemples de sociétés d'agrégation infonuagique dans les pays en développement

- L'agrégation est l'un des services proposés par la société Clogeny, qui a son siège à Pune, en Inde. Cette société aide des entreprises et des organisations à résoudre toute une série de problèmes liés à la gestion du nuage. Les services qu'elle propose portent sur l'évaluation des besoins et la planification de la mise en œuvre du nuage, le développement d'applications et la réalisation de tests, le but étant d'aider l'entreprise cliente d'un bout à l'autre du processus. La société est un intermédiaire entre ses clients et les grands fournisseurs de services en nuage^a.
- Un certain nombre d'agrégateurs infonuagiques nationaux et étrangers, mais aussi d'intégrateurs de systèmes, sont présents au Nigéria (Research ICT Africa, 2013). Parmi les sociétés nigérianes qui proposent des services d'agrégation, il convient de citer Computer Warehouse, Resourcery, City Entreprise Computers et Computer Information System Nigeria. Ces sociétés offrent, en plus de services d'agrégation, d'autres services informatiques, et elles aident leurs clients à optimiser l'utilisation du nuage et à l'intégrer à leur stratégie informatique globale.
- Les petites entreprises se passent plus facilement des services d'agrégation, mais elles peuvent bénéficier de conseils et de services d'achat proposés par un courtier spécialisé disposant des compétences et des relations nécessaires pour négocier les contrats les plus intéressants. Ainsi, la société Descasio se décrit comme le «fournisseur de solutions en nuage et d'applications Google le plus important du Nigéria et de la sous-région» et comme une entreprise qui propose de «faire le lien entre solutions dans le nuage et solutions traditionnelles sur site»^b.

Source: CNUCED.

^a Voir <http://www.clogeny.com/>.

^b Voir <http://www.descasio.com/> (consulté le 8 octobre 2013).

des particularités de la législation nationale dans des domaines tels que la protection des données, les préférences des groupes de clients nationaux et la disponibilité de fournisseurs de services en nuage nationaux ou régionaux.

L'exposé qui précède illustre les occasions qui s'offrent aux entreprises des pays en développement qui choisiraient de se spécialiser dans l'informatique en nuage. Un certain nombre de facteurs détermineront la façon dont ces entreprises émergeront au cours des prochaines années. Certains pays en développement sont nettement mieux placés que d'autres pour exploiter ces possibilités, surtout les grands pays dotés d'une économie plus développée, de grandes entreprises informatiques et de réseaux de communication plus perfectionnés. Les pays dans lesquels les connexions sont fiables et bon marché bénéficieront d'avantages considérables sur les autres. Tout comme les pays disposant déjà des compétences nécessaires à l'élaboration de services informatiques destinés au marché intérieur ou à l'exportation. Par ailleurs, les facteurs politiques et autres jouent aussi un rôle. Lorsqu'ils cherchent des fournisseurs, les clients des services en nuage des secteurs public et privé sont susceptibles de privilégier la qualité des systèmes de protection proposés par les fournisseurs, car ils seront très attentifs au risque que leurs données soient accessibles à des tiers.

2. Utilisation du nuage par différents acteurs dans les pays en développement

La présente section examine les informations dont on dispose concernant l'adoption du nuage par quatre grands groupes de clients potentiels, dans les pays en développement: les citoyens et d'autres clients des services grand public, les gouvernements et les organismes publics, les STN et les grandes sociétés nationales, et enfin, les PME¹⁸.

a) Services en nuage gratuits et grand public

Dans les pays en développement, les services en nuage gratuits comme la messagerie en ligne et les réseaux sociaux, sont très utilisés. Cela est le cas presque partout, mais surtout dans les pays où l'utilisation d'Internet et l'état de préparation au nuage sont les plus avancés. Les applications infonuagiques les plus prisées sont généralement celles d'envergure mondiale. Ainsi, fin 2012, Facebook revendiquait environ 835 millions d'utilisateurs inscrits dans le monde, soit plus de 10 % de la population mondiale¹⁹. On estime que plus de 40 % des internautes consultent leur page Facebook tous les jours²⁰. YouTube, le site de partage de vidéos appartenant à Google, est utilisé par environ 35 % des internautes dans le monde, selon les estimations²¹. Ces deux services figurent

parmi les quatre premiers consultés dans les 17 pays africains pour lesquels on dispose de statistiques²². Dans les rares pays où ces services ne sont pas disponibles, comme la Chine, des services locaux équivalents occupent la même position dominante (voir encadré III.3). L'accès aux plates-formes de médias sociaux se fait de plus en plus depuis un téléphone portable au lieu d'un ordinateur, et par le biais d'applications mobiles plutôt que par l'interface informatique traditionnelle à Internet²³.

De nombreuses données empiriques montrent que la messagerie en ligne est largement utilisée par les fonctionnaires et les cadres des entreprises lorsqu'ils estiment que le système de messagerie interne est moins efficace ou fiable (ce qui est le cas dans de nombreux pays en développement). Les services de stockage de données et de partage de fichiers proposés sur le nuage public sont de plus en plus utilisés dans les pays développés et en développement. De nombreux utilisateurs de ces services ne savent pas forcément qu'il s'agit de services infonuagiques, mais leur généralisation met en évidence la présence croissante de l'informatique en nuage dans des aspects essentiels de l'utilisation personnelle et professionnelle de l'informatique et de l'Internet.

Les services en nuage public destinés au marché de masse sont précieux, pas uniquement pour les particuliers, mais pour toute la chaîne d'approvisionnement. Comme cela a déjà été précisé, ces services sont gratuits car l'exploration des données permet aux fournisseurs de cibler plus précisément la publicité que ne le peuvent les médias conventionnels et donc d'attirer les annonceurs. Ces services sont également utiles aux petites entreprises. En effet, les plates-formes de médias sociaux permettent aux PME de renforcer leur relation client en envoyant de temps en temps des SMS ou des messages électroniques ou en créant un profil sur des pages Facebook (ou autres) au lieu de créer un site Internet classique. À cet égard, les médias sociaux apportent une nouvelle dimension au bouche à oreille, une méthode employée par de nombreuses petites entreprises pour élargir leurs débouchés. En étudiant les centres d'intérêt de leurs clients sur Internet, les PME disposent même de la possibilité de cibler plus précisément leurs propres services en fonction des tendances de la consommation. Les services d'information dans le nuage offrent aussi des possibilités en matière de marketing. Les services en

nuage public peuvent donc apporter une valeur ajoutée aux PME, en particulier celles qui traitent directement avec les particuliers, bien qu'il faille prendre soin de protéger la confidentialité et la sécurité des données des PME et celles des clients.

b) Utilisation du nuage par les gouvernements

Dans de nombreux pays en développement, les gouvernements sont les principaux acheteurs de produits et de services informatiques; ils consacrent des sommes considérables chaque année à l'acquisition de matériel, de logiciels et de biens et services annexes, notamment des systèmes de gestion informatique interne. Une grande partie de ces achats, comme ceux portant sur les licences informatiques, dépassent les besoins étant donné que la majorité des utilisateurs autorisés à les utiliser ont rarement besoin d'autres produits que les applications de base. Les administrations des pays en développement ont aussi beaucoup de mal à recruter des spécialistes de la gestion informatique en interne.

Les administrations publiques envisagent de plus en plus sérieusement de transférer dans le nuage la gestion d'ensembles importants de données qui relèvent de la mission d'une administration et d'un service public modernes. Ils en viennent parfois à créer leurs propres parcs de centres de données. Pour coordonner les services de l'administration en vue d'optimiser la valeur des solutions infonuagiques requises, il faut des structures de gestion adaptées et des stratégies nationales. En République de Corée, la création de services en nuage pour l'administration a eu un certain nombre d'effets bénéfiques importants dans la mesure où elle a permis de réduire les coûts et d'améliorer la sécurité et la satisfaction des usagers (voir encadré III.5). Les administrations publiques de plusieurs pays en développement et en transition sont de plus en plus nombreuses à adopter l'informatique en nuage, comme le montre l'encadré suivant.

- En 2012, l'Office thaïlandais de l'administration en ligne a lancé des services administratifs en nuage qui sont reliés à 200 systèmes informatiques utilisés par plus de 100 organismes publics. Un partenariat public-privé a été mis en place, des éditeurs de logiciels locaux ayant été chargés de développer des produits SaaS qui permettent de redéployer des systèmes dans le nuage et qui réduisent ainsi les doublons entre différents organismes²⁴. L'Office a signé une déclaration commune d'intention avec l'Alliance pour la

Encadré III.5. L'informatique en nuage dans l'administration coréenne

Le Gouvernement de la République de Corée est un leader dans l'utilisation de l'Internet et de centres de données. Ce pays bénéficie de liaisons à très haut débit et affiche les vitesses de téléchargement descendant et ascendant parmi les plus élevées du monde, pour des temps d'attente parmi les plus bas (voir tableau 5 en annexe). Un élément important de la stratégie globale du gouvernement en faveur de l'économie infonuagique a consisté à développer des services administratifs en nuage^a.

À l'époque où les organismes publics coréens étaient chargés de créer et d'exploiter eux-mêmes leurs systèmes d'administration en ligne, des problèmes apparaissaient fréquemment: chevauchements des investissements dans les infrastructures, manque de compétences, installations inadaptées, failles de sécurité et environnements informatiques de qualité insuffisante. L'Agence nationale de l'informatique et de l'information (NCIA) a été créée en 2005, sous l'égide du Ministère de la sécurité et de l'administration publique. Elle a pour mission de gérer le centre de données intégré de l'administration publique et de poser les bases d'une administration en ligne fiable et pérenne.

Il a été décidé que la fourniture de services en nuage pour l'administration devait passer par la colocation des ressources informatiques, suivie de l'intégration du matériel grâce à sa mutualisation et la mise en place de plates-formes logicielles (Kang et al., 2011). Dans un premier temps a été développé un système de gestion intégré des centres de données de l'État, le National Total Operation Platform System. Afin de réduire le risque, pour le gouvernement, de conséquences d'événements graves tels que des catastrophes naturelles ou des attentats terroristes, un système de rétablissement après sinistre a été créé, comprenant un centre principal et un centre secondaire à Daejeon et à Gwangju respectivement, pour assurer la continuité du service public. K-net (Korea net), un système intranet indépendant des réseaux commerciaux, a également été créé, pour offrir des services de communication sécurisés et évolutifs à l'administration centrale, aux collectivités locales et aux autres organismes publics.

L'intégration des ressources matérielles en vue de ce projet a commencé en 2008. Elle a notamment consisté à convertir des serveurs multiples en une seule plate-forme matérielle par la virtualisation. Depuis 2011, le Gouvernement sud-coréen a commencé à incorporer des plates-formes de service dans du matériel intégré afin de permettre l'exploitation de services en nuage. La «G-Cloud», la plate-forme dédiée, a été mise en service en 2011. La même année, un système de défense exhaustif, l'Infrastructure électronique perfectionnée de sécurité nationale a été mis en place: ce dispositif couvre la sécurité physique et dans le cyberespace, et régit le contrôle de l'accès.

Aujourd'hui, la NCIA dispose des ressources de TIC et des systèmes de gestion opérationnelle qui permettent aux organismes publics de fonctionner en ligne. Elle fournit également une plate-forme fiable qui propose aux administrés environ 1 200 services publics disponibles 24 heures sur 24. D'ici à 2015, la moitié des ressources informatiques de l'administration centrale et un pourcentage plus modeste de celles des collectivités locales et de leurs partenaires auront migré dans le nuage.

La NCIA fournit différents types de PaaS, qui fonctionnent dans un environnement standard validé, à savoir:

- Le **service de partage de plates-formes gouvernementales** «dans le nuage» propose, à la demande des organismes publics, des serveurs, des espaces de stockage et un réseau dans un environnement virtuel, en plus de l'environnement logiciel eGovFrame^b;
- Le **service de partage de plates-formes mobiles** est un environnement de tests et de systèmes communs pour le développement de services administratifs en ligne par téléphonie mobile, notamment des systèmes de base (liens, sécurité, authentification, gestion de terminaux mobiles, distribution personnalisée) nécessaires pour le développement d'applications web mobiles;
- Le **service de plates-formes bureautiques «intelligentes»** fournit un environnement destiné aux salariés nomades. Ce service est également chargé de concevoir une architecture en nuage pour les ordinateurs de bureau.

Enfin, la NCIA propose un service garantissant la continuité des services publics en ligne, même en cas de catastrophe.

Les gains d'efficacité dans la gestion des ressources informatiques nationales ont permis de réaliser d'importantes économies, estimées à environ 300 millions de dollars par an. Les organismes publics ont ainsi pu réduire leur budget d'acquisition et d'exploitation de ressources informatiques de 30 %, grâce à une meilleure politique d'achats, au partage des ressources et au développement intégré de fonctions et de services communs. L'investissement total était amorti sept ans après la création de la NCIA. Les retours sur investissement se poursuivent pour ce qui touche à la sécurité, au fonctionnement, à l'intégration des ressources et à la maintenance. En outre, les économies d'électricité ont augmenté, puisqu'elles sont passées de 2,0 en 2006 à 1,71 en juin 2013, ce qui représente le chiffre le plus proche du meilleur résultat^c.

Encadré III.5. L'informatique en nuage dans l'administration coréenne (suite)

Si la mission d'exploiter les services en nuage a été confiée à la NCIA plutôt qu'à une entreprise du secteur privé, c'est parce qu'il fallait garantir la sécurité des données appartenant à l'État. La NCIA a renforcé son système d'intervention, qui lui permet de détecter et de bloquer automatiquement les tentatives de piratage extérieur^d. En outre, l'utilisation d'équipements et de générateurs redondants a permis de réduire de façon spectaculaire le temps d'immobilisation des systèmes d'administration en ligne. Le temps d'arrêt mensuel moyen par élément d'équipement est en effet passé de 67 minutes en 2004 à seulement 3,04 secondes en juin 2013.

La satisfaction des usagers vis-à-vis des services d'administration en ligne s'est accrue. Les organismes publics sont désormais en mesure de proposer ces services à tout moment et en tout lieu. La qualité des services étant garantie par l'application d'accords sur le niveau des services entre chaque organisme et la NCIA, le degré de satisfaction s'est également amélioré parmi les organismes publics. Chacun est désormais en mesure d'améliorer ses compétences et sa productivité grâce aux diverses ressources informatiques mises à disposition par la NCIA et grâce à un soutien technique et de gestion.

Source: Ministère de la sécurité et de l'administration publique (République de Corée).

^a En 2009, le Plan-directeur de promotion de l'informatique auprès de l'administration publique était annoncé. Il a été suivi, en 2011, par la Stratégie de promotion de l'expansion et de la compétitivité de l'informatique en nuage.

^b L'eGovFrame (cadre-type pour la conception de logiciels d'administration en ligne) est un ensemble d'outils informatiques normalisés de développement et d'exécution d'applications d'administration en ligne. Ce système a été développé par le Gouvernement coréen.

^c L'efficacité de la consommation d'électricité correspond à la consommation annuelle d'électricité d'un centre de données. Plus le chiffre est proche de 1, plus l'installation est économe. L'efficacité moyenne des centres de données dans le monde est d'environ 1,8.

^d Plus de 99 % des tentatives de piratage sont bloquées automatiquement. Les attaques de type DSD (déni de service distribué) connues peuvent être bloquées en temps réel, tandis que les nouvelles attaques, inconnues, peuvent être bloquées en dix minutes par l'application d'un jeu de règles (environ 18 500 en juin 2013).

sécurité dans le nuage, une organisation à but non lucratif qui défend les meilleures pratiques de sécurité dans les activités informatiques dans le nuage, et elle prévoit d'exiger des fournisseurs de services en nuage qu'ils soient agréés par cette ONG²⁵.

- En février 2013, le Gouvernement moldave a lancé le «Moldova Cloud», développé en partenariat avec le secteur privé dans le cadre du programme national de transformation numérique. Grâce au nuage, des services IaaS, SaaS et PaaS normalisés sont mis à la disposition des organes de l'État, en vue de réduire les coûts, d'améliorer la gestion de l'information et de partager des données. Ce dispositif renforce aussi la capacité des centres de données de l'État à améliorer l'affectation des ressources et à réduire les coûts de maintenance. Désormais, chaque organisme public doit envisager la migration vers le nuage avant toute décision d'achat de matériel ou de mise à niveau de systèmes informatiques anciens.
- Galaxy Backbone, une société publique qui fournit des infrastructures aux entités publiques du Nigéria, développe actuellement une infrastructure nationale de services en nuage pour offrir à

ses clients du secteur public des services de sauvegarde et de récupération de données en cas de catastrophe, la téléphonie par Internet et un système de communications unifié, et, enfin, la gestion de projets informatiques, en plus d'autres services de type IaaS, SaaS et PaaS (Research ICT Africa, 2013). L'une des collectivités territoriales du pays, l'État de Rivers, a créé son propre nuage privé (appelé RivCloud), qui propose aux organismes publics le stockage et l'hébergement d'applications, en particulier une application de déclaration fiscale (Research ICT Africa, 2013).

- Le Gouvernement indien prend actuellement des mesures en vue de créer des services en nuage pour l'administration publique centrale et des États (voir encadré III.6).

Ces initiatives nationales viennent de commencer et n'ont pas encore fait leurs preuves. En plus de services en nuage coordonnés à grande échelle, les organismes publics utilisent aussi des applications en nuage dans la fourniture de certains services publics précis, par exemple dans l'éducation ou la santé²⁶. Dans le domaine de l'éducation, on pourrait élargir la gamme des contenus éducatifs mis à la disposition des apprenants à tous les niveaux grâce à un meilleur

Encadré III.6. L'administration indienne se met à l'informatique en nuage

Le Gouvernement indien a fait en sorte de favoriser l'adoption de services en nuage par son administration. Le service ministériel de l'électronique et de l'informatique (DeitY) a dévoilé l'initiative nationale «GI Cloud» en 2013^a. Il s'agit de services dans le nuage privé consacrés à l'administration centrale et à celle des États. Ce dispositif s'inscrit dans le cadre du Plan national indien de gouvernance en ligne. À terme, les services du GI Cloud seront accessibles aux services de l'administration, aux usagers et aux entreprises, par Internet fixe ou mobile.

Afin de donner des orientations stratégiques au DeitY sur le fonctionnement de ces services, il a été proposé de mettre en place un «comité agréé», placé sous la présidence du Secrétaire du service ministériel de l'électronique et composé de représentants des ministères et d'autres entités publiques de l'administration centrale et des administrations régionales. En outre, un groupe de travail a été chargé de définir les orientations de création d'une stratégie détaillée sur les services en nuage englobant l'architecture, la mise en œuvre et une feuille de route pour les activités à venir. Ce groupe de travail se compose non seulement de fonctionnaires de l'administration centrale et des États, mais aussi de représentants du secteur privé (Association nationale des sociétés informatiques, Gartner, Tata Consultancy Services, Cisco, Microsoft et HP).

En avril 2013, le DeitY a publié la feuille de route des services GI Cloud. Ce document contient une évaluation de l'infrastructure actuelle en matière de TIC et un plan de mise en œuvre^b. Les auteurs de la feuille de route soulignent que les environnements en nuage seront établis aux échelons national et des États à partir de centres de données nouveaux et existants. Il existe déjà de grands centres de données nationaux gérés par le Centre National de l'Informatique à Delhi, Hyderabad et Pune. Un autre centre national est en cours de construction à Bhubaneswar. Le plus grand centre national, à Delhi, est à un degré de virtualisation avancé. Des centres de données régionaux ont été mis en service dans 21 États, et, dans quatre États, ils sont presque terminés. En 2013, le taux d'utilisation des infrastructures avait dépassé 50 % dans une dizaine de ces centres.

Les difficultés possibles, notamment celles portant sur la sécurité et la compatibilité, sur le manque de compétences techniques et sur la nécessité d'apporter des changements aux politiques publiques d'achat, sont également mentionnées dans la feuille de route. Pour ce qui touche à la sécurité, le DeitY se chargera d'établir de nouvelles normes relatives à la compatibilité, à l'intégration, à la sécurité des données, à la portabilité, au fonctionnement des services et à la gestion des contrats. Un service spécialisé sera chargé de définir des lignes d'orientation sur la sécurité et de proposer des mesures appropriées pour réduire les risques.

À terme, le GI Cloud proposera des services IaaS, PaaS et SaaS. Il a été prévu que le nuage national fournisse une infrastructure de calcul, de stockage et de réseau, la sauvegarde et la récupération des données et le développement d'applications en tant que service, grâce aux nuages des États. Différents modèles économiques seront envisagés, tels que le paiement à l'utilisation, un système d'abonnement ou la fourniture gratuite des services. Le nuage national appartiendra à un organisme public central et sera géré par ce dernier.

Source: Service ministériel indien chargé de l'électronique et des technologies de l'information (2013).

^a Voir http://deity.gov.in/sites/upload_files/dit/files/GI-Cloud%20Strategic%20Direction%20Report%281%29.pdf (consulté le 9 octobre 2013).

^b Voir http://deity.gov.in/sites/upload_files/dit/files/GI-Cloud%20Adoption%20and%20Implementation%20Roadmap%281%29.pdf (consulté le 9 octobre 2013).

accès à des supports publiés et à des ressources pédagogiques. Il est beaucoup plus facile d'accéder au moment voulu à des fichiers médicaux gérés par l'intermédiaire du nuage. Ces dossiers seraient aussi plus facilement partagés entre professionnels de la santé, ce qui permettrait une meilleure coordination des soins. Des applications dans le nuage peuvent aussi servir à d'autres transactions intéressant le service public, comme le paiement de factures ou la délivrance d'attestations individuelles (permis de conduire, ouverture de droits à pension, registres fonciers, etc.). Les questions relatives à la protection

des données et à la confidentialité sont bien évidemment très importantes dans ces contextes.

Les gouvernements et les entreprises n'utilisent pas les services en nuage de la même façon.

Premièrement, les gouvernements disposent en général de groupes de données bien plus nombreux. Le regroupement de ces données représente une valeur ajoutée aussi bien au niveau de l'administration que dans la fourniture du service (bien que cela ait probablement des répercussions sur la confidentialité). Pour profiter de cette valeur ajoutée, les gouvernements doivent

s'assurer que leurs différents services disposent des ressources qui leur permettent de partager les données de façon efficace, mais aussi que les services en nuage auxquels ils souscrivent sont compatibles entre eux. L'acquisition de services en nuage par l'ensemble des administrations permet de tirer le meilleur profit possible des avantages liés au nuage, tandis que le regroupement de l'achat de ces services devrait aussi en réduire le coût. L'expérience de la République de Corée est parlante à cet égard (CNUCED, 2012a).

Deuxièmement, les gouvernements peuvent avoir des inquiétudes particulières concernant la sécurité et peuvent être soumis à des restrictions juridiques s'appliquant au lieu où se trouvent les données, ce qui les empêche de recourir à des services dans lesquels les données sont réparties dans le monde entier. Compte tenu du volume des données de l'administration et des économies d'échelle qu'offre l'acquisition de services en nuage, ces restrictions créent des débouchés pour les centres de données et les fournisseurs de services locaux. Si les centres de données locaux pouvaient nouer des partenariats avec les fournisseurs internationaux concernant le stockage de données sensibles et non sensibles dans des lieux séparés, les gouvernements feraient le plus d'économies possible tout en répondant aux exigences de sécurité et de contrôle des données. Des centres de données et des fournisseurs pourraient par la suite proposer leurs services aux pays voisins, en particulier au sein de communautés économiques régionales.

La migration vers le nuage peut aussi ouvrir d'autres possibilités aux gouvernements. Certains utilisent déjà des applications dans le nuage pour améliorer certaines initiatives d'administration en ligne ciblées sur les entreprises, notamment des interfaces de transaction pour les échanges commerciaux, l'agrémentation et la fiscalité. La création de guichets uniques dans la facilitation du commerce est un exemple qui, comme les données ouvertes, peut être mis en œuvre par le biais du nuage ou de systèmes propriétaires sous gestion (Adam et al., 2011). En souscrivant à des services en nuage, les différents organismes publics peuvent faciliter la publication de données officielles, ce qui permettrait à leur tour aux entreprises, aux citoyens et aux ONG d'utiliser l'information dans la localité où ils se trouvent de façon plus innovante. Le nuage est également bien adapté à la gestion de données ouvertes et à d'autres initiatives visant la transparence et destinées à élargir l'accès aux informations publiques.

c) Clientèle de grandes entreprises

Presque toutes les grandes STN dans le monde utilisent l'informatique en nuage à un degré ou un autre. Ainsi, il a été estimé qu'en 2012, 80 % des 1 000 premières entreprises du magazine Fortune avaient souscrit des services en nuage payants²⁷. Les stratégies infonuagiques des grandes entreprises internationales présentes dans les pays en développement sont décidées au niveau mondial et non national. À l'image des gouvernements, ces sociétés souscrivent souvent des contrats auprès de prestataires internationaux du nuage privé qui peuvent répondre à leurs besoins dans chaque pays et leur faire réaliser le plus d'économies d'échelle possible. Parfois, les entreprises mobilisent leurs propres ressources de cette façon. Quoi qu'il en soit, lorsque les grandes entreprises mondiales (comme des banques ou de grands distributeurs) ont une présence importante dans un pays, elles font appel à des prestataires locaux de services en nuage pour élargir leurs opérations de marketing et renforcer leurs relations client.

De grandes entreprises nationales adoptent aussi des solutions dans le nuage lorsque ces dernières leur procurent un avantage concurrentiel au niveau de la gestion. Cela est clairement le cas dans les pays développés. Aux États-Unis, la part des entreprises qui a adopté ces services a doublé entre 2010 et 2011, passant de 22 % à 45 % des grandes sociétés, de 17 % à 36 % des entreprises de taille moyenne et de 7 % à 13 % des petites structures (Gentzoglanis, 2012). Ce phénomène se vérifie aussi de plus en plus dans les pays en développement. Au Kenya, par exemple, toutes les sociétés cotées à la Bourse de Nairobi ont souscrit des services en nuage (Kituku, 2012). À des degrés divers, elles ont transféré vers le nuage leurs messagerie, leurs outils collaboratifs, leurs ressources humaines, la gestion de leur paye, de leur relation client et de leurs ventes, leur comptabilité, leur gestion financière, la gestion de leurs projets et le développement d'applications.

Les inquiétudes relatives à la fiabilité, à la sécurité et aux décisions sur l'influence et le contrôle des données des grandes entreprises ont été mises en lumière dans une enquête réalisée auprès de sociétés cotées à la Bourse de Nairobi (Kituku, 2012). Des craintes du même ordre se sont aussi exprimées lors d'une réunion des directeurs informatiques de sociétés sud-africaines qui a eu lieu en 2013. Ces responsables ont souligné l'importance d'étudier les avantages respectifs de différentes solutions,

notamment les avantages antagoniques des modèles de gestion traditionnels ou fondés sur le nuage, et des approches intégrées du déploiement des solutions infonuagiques²⁸. De nombreuses entreprises ont rencontré des difficultés à intégrer des applications dans le nuage à leurs logiciels et aux pratiques de leur entreprise (Dynamic Markets Ltd., 2013): «Soixante-huit pour cent des entreprises ayant adopté le nuage ont tenté l'intégration, mais 86 % d'entre elles ont rencontré des difficultés et 55 % d'entre elles n'y sont pas parvenues». Dans la même enquête, de nombreuses entreprises avaient renoncé à au moins une application dans le nuage, par frustration²⁹. Cela souligne encore l'importance de procéder à des évaluations rigoureuses et réalistes des conséquences possibles de l'adoption du nuage plutôt que de s'appuyer sur l'hypothèse de gains possibles.

d) Petites et moyennes entreprises

Ces entreprises se caractérisent par une grande diversité. Selon leur taille, leur spécialisation, la nature de leurs activités et leur localisation géographique, elles peuvent utiliser les TIC de façon plus ou moins intensive³⁰. Par conséquent, l'adoption de services en nuage par les PME est inégalement répartie. Elle est ainsi beaucoup plus rare dans les entreprises à effectif très réduit. Une enquête réalisée en 2012 auprès de PME dans 13 pays (dont le Brésil, la Chine, la Turquie et la Fédération de Russie) a montré que le nuage était davantage utilisé dans les entreprises de taille moyenne que dans les petites structures (Microsoft, 2012). Toutefois, pratiquement toutes les entreprises interrogées ont répondu qu'elles s'attendaient à une progression de l'informatique en nuage au cours des prochaines années. Cela signifierait que, dans la majorité des PME interrogées, le nuage viendrait remplacer les anciens systèmes au moment de la mise à niveau de ces derniers.

De nombreuses PME préfèrent la messagerie par Internet aux logiciels de messagerie maison, surtout lorsqu'elles peuvent l'intégrer à leur identité commerciale. Certaines d'entre elles, comme cela a été vu plus haut, peuvent aussi améliorer leur politique marketing et leurs relations client grâce à d'autres médias sociaux sur le nuage. Dans certains cas, des services en nuage spécialisés devraient donc se révéler particulièrement précieux, par exemple pour certains travailleurs indépendants ou certaines PME dans des secteurs tels que le tourisme, qui s'adressent à des groupes importants de clients éloignés.

Par ailleurs, comme cela est expliqué plus haut, les difficultés liées à l'intégration du nuage aux logiciels existants et la perte de contrôle sur les données et les applications peuvent avoir un effet dissuasif sur certaines PME. Certaines petites entreprises déclarent avoir renoncé purement et simplement au nuage, à la lumière de telles expériences. Certaines «jeunes pousses», par exemple, ont adopté le nuage dans un premier temps, avant de se rendre compte qu'elles avaient plutôt intérêt à investir dans leur propre équipement, au fur et à mesure que leur entreprise parvenait à maturité et se stabilisait; d'autres pourraient suivre une voie différente, voire opposée³¹.

Parmi les PME qui ont adopté des services en nuage, les applications en ligne sont peu utilisées. En moyenne, les 3 000 entreprises ayant participé à l'étude mentionnée plus haut faisaient appel à quatre services payants (en plus de services gratuits comme la messagerie par Internet (Microsoft, 2012)). Selon leurs prévisions, ce chiffre allait augmenter pour atteindre en moyenne six applications à un horizon de deux à trois ans. À partir des résultats de cette étude, l'expérience du nuage par les PME à ce jour, y compris dans les pays développés, semble plutôt porter sur des services standard et grand public, disponibles gratuitement ou à prix réduit, et non sur des services spécialisés destinés précisément aux entreprises. Les services les plus utilisés étaient les suivants:

- Messagerie sur Internet (40 % des utilisateurs);
- Téléphonie par Internet (23 %);
- Messagerie instantanée (23 %);
- Stockage et sauvegarde de données (22 %);
- Partage de fichiers (21 %).

Les personnes ayant répondu à cette enquête ont également déclaré qu'elles s'informaient sur les possibilités du nuage auprès de différentes sources, la source la plus fréquemment citée étant les sites Internet des prestataires de services en nuage et d'autres éditeurs de logiciels, les analystes et les blogs spécialisés, les consultants en informatique connus des entreprises et les associés de l'entreprise. Par conséquent, même lorsqu'elles peuvent se faire conseiller par une vaste gamme d'interlocuteurs, les PME n'étudient pas systématiquement les différentes possibilités et elles peuvent aussi faire appel à des courtiers et à des services d'agrégation.

Les petites entreprises trouvent dans les services gratuits et grand public du nuage des ressources efficaces pour leur politique marketing et la gestion de la relation client. En revanche, celles de taille moyenne

et celles qui sont présentes sur des marchés plus complexes pourraient avoir intérêt à faire appel, le cas échéant, à des services plus perfectionnés, comme le montre le cas de Zenga Media (voir encadré III.7). Les indépendants peuvent eux aussi tirer parti des services en nuage. Les marchés mondiaux en ligne permettent aux entrepreneurs indépendants de trouver des débouchés pour leurs produits et leurs services, y compris dans le cadre d'échanges Nord-Sud et Sud-Sud, une possibilité qui leur était auparavant fermée parce que ces entrepreneurs ne trouvaient pas de circuit d'approvisionnement de services de faible valeur.

Ces services offrent aux petites entreprises des pays en développement dotées des compétences adaptées la possibilité de commercialiser leurs services au-delà du marché local. La valeur économique qu'en tirent les individus provient non pas des économies réalisées, mais d'un meilleur accès aux marchés. Lorsque cet accès devient international, il favorise les exportations et accroît les revenus des personnes physiques. Toutefois, il faudrait procéder à une analyse bien plus poussée pour connaître l'importance de ces services de recherche d'emploi dans les pays en développement.

Les PME des pays en développement doivent réfléchir aux avantages et aux inconvénients des applications infonuagiques pour leur entreprise et leur modèle économique. Cet examen doit englober les avantages et les inconvénients pour leur clientèle, mais aussi les coûts et les avantages pour la PME elle-même, les risques liés à la dépendance vis-à-vis de services qui fonctionnent dans le nuage et ceux liés au fait de ne pas utiliser ces services, contrairement à la concurrence. Le calcul coûts-avantages dépendra en partie de la situation de l'entreprise elle-même et en partie de l'environnement dans lequel elle évolue, notamment de l'infrastructure des télécommunications. Les

arguments déterminants porteront sur la façon dont les avantages que l'on attribue au nuage se vérifient dans la pratique. Le transfert de données et de services vers le nuage peut être intéressant pour une entreprise qui propose une gamme de services aux consommateurs à un endroit précis, mais peut-être pas pour une entreprise qui propose des services identiques dans différents lieux, si l'infrastructure est moins adaptée ou fiable. La valeur de la migration vers le nuage change aussi au fil du temps et de l'évolution de l'environnement national de communication.

C. CONCLUSIONS

L'informatique en nuage en est encore à ses premiers balbutiements dans les pays en développement, mais elle prend rapidement de l'ampleur et continuera à le faire. L'adoption de services en nuage offre plusieurs avantages aux entreprises et aux autres organisations: réduction des coûts, investissements moindres et amélioration de la qualité de l'administration et de la gestion des services aux utilisateurs finals. Toutefois, les risques doivent être aussi pris en compte. Ils concernent la sécurité et la confidentialité des données, et l'intégration et la fiabilité des services. Il est difficile d'évaluer les répercussions globales du phénomène sur l'économie nationale de différents pays, par exemple en matière d'emploi, de productivité et de croissance, car ces paramètres dépendent des modalités d'adoption du nuage, mais aussi du développement de l'économie infonuagique dans les entreprises nationales.

Les services en nuage sont déjà très utilisées par des citoyens qui font appel au nuage public, y compris sur leur lieu de travail. Les filiales de sociétés étrangères font aussi beaucoup appel aux services en nuage du fait qu'elles font partie du réseau mondial de leur société mère. Avec quelques appréhensions,

Encadré III.7. La souplesse du nuage mise à profit: le cas de Zenga Media

Zenga Media est une société indienne qui fournit un accès en temps réel à du contenu vidéo et télévisé pour la téléphonie mobile. Cette entreprise a vu le nombre d'abonnés à ses services passer de 50 000 à 7 millions sur une période d'environ six ans. Aujourd'hui, elle est en mesure de proposer plus de 50 millions de vidéos par mois. Grâce à l'informatique en nuage, cette croissance s'est faite dans la douceur, sans nécessité de recourir à des dépenses d'équipement récurrentes pour accroître la capacité des serveurs. Le nuage a aussi permis à l'entreprise de faire face à des pics de demande sur des périodes précises, par exemple durant la saison de cricket. La transition vers les services en nuage s'est faite progressivement, mais désormais, la quasi-totalité du contenu est diffusée au moyen du nuage. Parallèlement, la société a réduit le nombre d'informaticiens qui géraient ses services, l'effectif étant passé de 35 à 4 personnes, tandis que le chiffre d'affaires a fortement augmenté.

Source: Voir http://www-07.ibm.com/in/city/pdf/cloudburst_for_smes.pdf (consulté le 10 octobre 2013).

les gouvernements des pays en développement s'orientent aussi vers l'infonuagique. Certains mettent actuellement au point des stratégies systématiques dans ce domaine, inscrites dans leur stratégie générale relative aux TIC ou parallèle à celle-ci (voir chapitre V). Les entreprises privées sont de plus en plus nombreuses à envisager d'adopter des services en nuage, bien que cette tendance semble moins importante que prévu par les partisans de cette nouvelle technologie. Des obstacles importants doivent être surmontés au sein des entreprises. Quoiqu'il en soit, la tendance est à une adoption plus importante d'une gamme croissante de services. Les administrations publiques et les grandes entreprises tendent, pour l'heure, à préférer le nuage privé au nuage public.

Les perspectives d'adoption du nuage sont toutefois freinées par l'infrastructure et les obstacles d'ordre législatif et réglementaire qui renchérissent les coûts et pèsent sur les avantages liés à cette adoption, et auxquels viennent s'ajouter des problèmes de sécurité. Pour surmonter ces difficultés, les gouvernements devraient améliorer la disponibilité, la fiabilité et l'accessibilité économique de l'infrastructure, mais revoir aussi les cadres juridique et réglementaire du commerce électronique et de la protection des données (voir chapitre IV).

Les entreprises, les gouvernements et les autres organisations devraient réfléchir soigneusement aux avantages que peuvent leur procurer les services en nuage en matière de gestion et de prestation de

services. Ils devraient effectuer la migration de leurs données et de leurs services vers le nuage uniquement lorsque cela peut leur procurer des avantages importants et avec un risque réduit. Les solutions en nuage public et privé devraient donc être étudiées dans ce contexte et leurs conséquences pour la sécurité et la confidentialité des données prises en compte. La transition doit s'accompagner d'une adaptation des systèmes internes afin de tirer le maximum d'avantages du changement. Les fournisseurs de solutions infonuagiques peuvent mieux adapter leur offre aux pays en développement en tenant compte des contraintes d'infrastructure auxquelles ces pays sont soumis, mais aussi des problèmes de sécurité et autres de leurs clients potentiels.

Bien que le marché des solutions infonuagiques soit dominé par un nombre relativement limité de grands prestataires, les entreprises des pays en développement peuvent participer à ce mouvement en prenant en charge les activités suivantes: création et gestion de centres de données, à titre indépendant et en collaboration avec des fournisseurs mondiaux de services en nuage, services d'agrégation et d'intégration, et développement et fourniture de services en nuage à différents groupes, notamment des entreprises locales et des particuliers. Il est important pour les gouvernements de tenir pleinement compte des dimensions liées à l'offre et à la demande de services infonuagiques lorsqu'ils conçoivent des stratégies nationales de TIC ou de stratégies spécialisées dans le nuage (voir chapitre V).

NOTES

- 1 Cette étude visait à mieux faire connaître l'état de l'infrastructure technique des ONG, des organisations à but non lucratif et des organisations caritatives, ainsi que leurs projets d'adoption de solutions infonuagiques. Plus de 10 500 organisations ont répondu dans 88 pays (Tech Soup Global, 2012).
- 2 Ainsi, dans une étude auprès de 3 000 PME, où quatre entreprises interrogées sur dix estimaient que les services en nuage n'avaient toujours pas fait leurs preuves et que ces solutions étaient donc risquées, les principales préoccupations évoquées étaient la sécurité et le contrôle des données (Microsoft, 2012). Environ 40 % des PME ayant répondu se trouvaient dans un pays en développement ou en transition. Plus des deux tiers des PME voulaient savoir où leurs données seraient localisées et plus de la moitié a déclaré que le problème de la confidentialité des données les dissuaderait de faire migrer certaines fonctions dans le nuage.
- 3 Voir CIO East Africa «103 Government of Kenya websites hacked overnight», disponible à l'adresse <http://www.cio.co.ke/news/main-stories/103-Gouvernement-of-Kenya-websites-hacked-overnight> (consulté le 4 octobre 2013).
- 4 Mille trois cent cinquante cinq sociétés réalisant un chiffre d'affaires d'au moins 50 millions de livres sterling (environ 80 millions de dollars) ont répondu à l'enquête. Ces entreprises avaient leur siège dans 17 pays, y compris au Brésil, en Chine, en Inde, en Fédération de Russie, à Singapour, en Afrique du Sud, en Turquie et aux Émirats arabes unis. Chaque pays a fourni au moins 50 réponses.
- 5 Voir par exemple «Why more SMEs are embracing cloud computing», Times of India, 2 juillet 2013; Research ICT Africa (2013) et Tech Soup Global (2012).
- 6 Par exemple, la Loi type de la CNUDCI sur les signatures électroniques de 2001 a été adoptée jusqu'à présent par 26 pays en développement. Voir http://www.uncitral.org/uncitral/en/uncitral_texts/electronic_commerce/2001Model_status.html (consulté le 7 octobre 2012).
- 7 Pour un site Internet lambda hébergé dans une ville asiatique telle que Hong Kong (Chine), Singapour ou Tokyo, le pare-feu allongeait la durée de téléchargement de 10 à 15 secondes en Chine. Pour un site Internet hébergé aux États-Unis, le temps de téléchargement d'une page en Chine prenait 20 à 40 secondes. Voir «How to do online enterprise with China», TechWeek Europe, 22 février 2013, disponible à l'adresse <http://www.techweekeurope.co.uk/comment/how-to-do-online-entreprise-with-china-108291> (consulté le 7 octobre 2013).
- 8 L'Information Technology and Innovation Foundation estime que les fournisseurs de services en nuage américains pourraient perdre entre 10 % et 20 % de leurs parts de marchés à l'étranger suite aux révélations récentes concernant la surveillance des échanges de données (voir Castro, 2013).
- 9 Voir aussi Source8 et al. (2013).
- 10 Voir «Glo to build Nigeria's biggest data centre», BiztechAfrica, 27 juin 2013, disponible à l'adresse <http://www.biztechfrica.com/article/glo-build-nigerias-biggest-data-centre/6327/> (consulté le 7 octobre 2013).
- 11 Voir «Safaricom offers locally hosted cloud service: Plans to run its Mpesa pan-African mobile money offering on new platform», Computerworld Kenya, 1^{er} novembre 2011, disponible à l'adresse <http://www.pcadvisor.co.uk/news/mobile-phone/3314899/safaricom-offers-locally-hosted-cloud-service/> (consulté le 7 octobre 2013).
- 12 Voir «Power, pollution and the Internet», The New York Times, 22 septembre 2012, disponible à l'adresse <http://www.nytimes.com/2012/09/23/technology/data-centers-waste-vast-amounts-of-energy-belying-industry-image.html?pagewanted=all&r=2&> (consulté le 8 octobre 2013). Voir aussi <http://www.analyticspress.com/datacenters.html> (consulté le 8 octobre 2013).
- 13 Voir «African NGO taps IT to help prevent HIV transmission», Computer World, 28 janvier 2011, disponible à l'adresse <http://news.idg.no/cw/art.cfm?id=E669CBCD-1A64-67EA-E47FFECA76A12C2A> (consulté le 8 octobre 2013).
- 14 Voir Leo Apotheker (2011), «Opinion: Connectivity is no longer a tool but a global way of life», San Jose Mercury News, 3 décembre. Disponible à l'adresse http://www.mercurynews.com/opinion/ci_17596575?nclick_check%C2%BC1 (consulté le 8 octobre 2013).
- 15 Canonical a été créé par Mark Shuttleworth, un entrepreneur d'Afrique du Sud. La société est immatriculée au Royaume-Uni. Voir aussi <http://www.ubuntu.com/download/cloud> (consulté le 8 octobre 2013).

-
- 16 Voir la page Ubuntu Software Center à l'adresse <https://wiki.ubuntu.com/SoftwareCenter> (consulté le 8 octobre 2013).
 - 17 Voir <http://www.orangescape.com/paas/platform-as-a-service/> (consulté le 8 octobre 2013).
 - 18 De même, les ONG transfèrent leurs activités vers le nuage, en particulier vers le nuage public standard. D'après l'enquête déjà évoquée, réalisée en 2012 auprès de responsables des TIC dans plus de 10 000 ONG, les applications les plus fréquemment utilisées étaient la messagerie sur Internet, les réseaux sociaux et les applications Web 2.0, le stockage et le partage de fichiers, les conférences par Internet et les outils de bureautique (Tech Soup Global, 2012).
 - 19 Voir <http://www.internetworldstats.com/facebook.htm> (consulté le 8 octobre 2013).
 - 20 Voir <http://www.alexa.com/siteinfo/facebook.com> (consulté le 8 octobre 2013).
 - 21 Selon les estimations du service d'analyse de sites Alexa. Voir <http://www.alexa.com/topsites/countries> (consulté le 8 octobre 2013).
 - 22 Voir www.alexa.com (consulté le 8 octobre 2013).
 - 23 Ainsi, les recettes publicitaires par téléphonie mobile de Facebook ont augmenté. Pratiquement inexistantes il y a un an, elles représentent désormais 41 % des recettes publicitaires totales, qui s'élevaient à 1,6 milliard de dollars au deuxième trimestre 2013. Voir, par exemple, <http://bits.blogs.nytimes.com/2013/07/25/daily-report-facebooks-mobile-ad-revenue-cheers-investors/> (consulté le 8 octobre 2013).
 - 24 Voir «Govt pushing its agencies into the cloud», The Nation, 28 mai 2013, disponible à l'adresse <http://www.nationmultimedia.com/technology/Govt-pushing-its-agencies-into-the-cloud-30206986.html> (consulté le 9 octobre 2013).
 - 25 Voir «Cloud Security Alliance and Electronic Government Agency (EGA) of Thailand partner to drive cloud computing adoption in the Association of Southeast Asian Nations». Communiqué de presse Cloud Security Alliance. Disponible à l'adresse <https://cloudsecurityalliance.org/csa-news/csa-electronic-gouvernement-agency-ega-of-thailand-partner/> (consulté le 9 octobre 2013).
 - 26 Voir par exemple Cowhey et Kleeman (2012) et http://www.grameenfoundation.org/sites/grameenfoundation.org/files/MOTECH_Suite_Overview_Nov2012.pdf (consulté le 10 octobre 2013).
 - 27 Voir «Cloud computing – An enterprise perspective», présentation de Raghavan Subramanian, Infosys Technologies, disponible à l'adresse <http://research.microsoft.com/en-us/people/sriram/raghu-cloudcomputing.pdf> (consulté le 9 octobre 2013).
 - 28 Voir http://www.brainstormmag.co.za/index.php?option=com_content&view=article&id=4756%3Acio-roundtable-castles-in-the-clouds&Itemid=124 (consulté le 9 octobre 2013).
 - 29 Le site Trip Advisor étudie la possibilité d'adopter des services en nuage. Voir <http://highscalability.com/blog/2012/10/2/an-epic-tripadvisor-update-why-not-run-on-the-cloud-the-gran.html> (consulté le 9 octobre 2013).
 - 30 L'impact des TIC sur ces différentes catégories de PME, et les différentes politiques correspondantes ont été développés dans le Rapport 2010 sur l'économie de l'information (CNUCED, 2010).
 - 31 Voir «Why some startups say the cloud is a waste of money», Wired, 15 août 2013, disponible à l'adresse <http://www.wired.com/wiredenterprise/2013/08/memsql-and-amazon/> (consulté le 9 octobre 2013).
 - 32 Voir http://www.freelancer.com/?utm_expid=294858-31.GWNoRHpfQwCRcsmjo9a25Q.0 (consulté le 10 octobre 2013) et <https://www.odesk.com/> (consulté le 10 octobre 2013).
-



GOUVERNANCE, DROIT ET RÉGLEMENTS RELATIFS AUX SERVICES EN NUAGE DANS LES PAYS EN DÉVELOPPEMENT

4

L'essor rapide de l'informatique en nuage a fait inévitablement naître des inquiétudes d'ordre juridique et réglementaire. Qu'il s'agisse de la qualification des services en nuage dans la réglementation ou des conséquences du traitement des données à distance sur le respect de la vie privée, les responsables des politiques, le législateur et les autorités de réglementation, les fournisseurs de services et les utilisateurs ont tous intérêt à ce que les services en nuage soient bien administrés. Les gouvernements veulent protéger leurs intérêts nationaux et ceux de leurs citoyens. Les fournisseurs de services ont besoin d'un cadre stable, propice à l'innovation et à l'investissement. Enfin, les internautes ont besoin de garanties suffisantes qui les incitent à utiliser ce type de services. Le présent chapitre est consacré à certains aspects juridiques relatifs au nuage. Les nouvelles solutions réglementaires y sont présentées et certaines questions particulièrement préoccupantes pour les pays en développement examinées.

A. ÉVOLUTION DES DISPOSITIONS JURIDIQUES ET RÉGLEMENTAIRES INTERNATIONALES

Comme cela a été vu dans les chapitres précédents, l'informatique en nuage peut être considérée à la fois comme un retour à un modèle antérieur et comme une innovation dans l'exploitation des TIC qui se traduit par la gestion d'une infrastructure de traitement de données partagées indépendamment d'un emplacement géographique. Cette double perspective se reflète aussi dans le débat sur la gouvernance autour de l'informatique en nuage. Les premières inquiétudes sur la territorialité et la confidentialité des données¹ sont apparues dans les années 1970, l'émergence de systèmes de télécommunications plus perfectionnés ayant permis à de grandes sociétés transnationales de transférer de gros volumes de données d'un pays à l'autre afin de profiter d'un état plus avancé de la technique dans certains pays, principalement aux États-Unis, mais de réaliser aussi des économies d'échelle. Ces flux transfrontières de données (FTD) ont suscité des inquiétudes (Seidman, 1986). En effet, certains gouvernements ont considéré que ces transferts de données commerciales critiques vers un autre pays créaient une dépendance et une vulnérabilité, et avaient des répercussions sur la sécurité nationale du même ordre que l'approvisionnement énergétique. En réaction, certains pays, dont le Brésil et le Canada, ont instauré des lois exigeant le maintien sur le territoire national de certaines données. Toutefois, la sécurité nationale n'a pas été le seul argument invoqué. En effet, la baisse perçue de l'activité économique nationale en raison de ces flux transfrontières de données a également incité certains pays à réagir comme ils l'ont fait. Une autre inquiétude, liée à la précédente, s'est manifestée parce que les FTD permettaient aux entreprises de contourner les nouvelles lois nationales sur la confidentialité destinées à protéger la vie privée des citoyens à l'ère numérique, en particulier en Europe, (Walden et Savage, 1990).

Ces inquiétudes des années 1970, liées à des considérations économiques et à la territorialité des données, se sont presque toutes dissipées au moment de la libéralisation du commerce des services, formalisée dans l'Accord général sur le commerce des services (GATS) en 1994, sous l'égide

de l'Organisation mondiale du commerce (OMC). Il fut alors considéré que les FTD, dont dépendait la prestation de services transfrontaliers, offraient des avantages plus importants aux nations que la vulnérabilité accrue à laquelle ces flux exposaient les pays. Les pays en développement en particulier se sont ainsi procuré des avantages comparatifs dans certains secteurs, avec l'apparition de services tels que la délocalisation de certains procédés de l'entreprise. Toutefois, cette nouvelle situation a fait ressurgir les inquiétudes liées à la territorialité des données, cette fois sous la forme de problèmes liés à la gouvernance de l'informatique en nuage, pour un certain nombre de raisons (CIO, 2012). Premièrement, le fait que les données confiées à des fournisseurs mondiaux de services en nuage soient accessibles aux autorités de police du pays d'origine de ces fournisseurs est une préoccupation. Deuxièmement, alors que les gouvernements cherchent à améliorer encore leur efficacité par des initiatives d'administration en ligne, certains s'inquiètent à l'idée que les données essentielles au bon fonctionnement des États soient transférées à l'étranger par le biais du nuage (voir par exemple, *Cabinet Office* britannique, 2011). Troisièmement, la menace que représente la cyberdélinquance, voire la guerre de l'information, et la vulnérabilité correspondante d'infrastructures et de données nationales critiques, est une autre manifestation des inquiétudes liées à la sécurité nationale (Kshetri, 2010).

En réaction aux craintes liées à la question de la confidentialité des données, dans les années 1970, des instruments juridiques, en particulier des lois européennes de protection des données, ont ciblé la restriction éventuelle des FTD. Les mesures d'harmonisation dans ce domaine étaient avant tout motivées par la volonté d'éviter que les règles de confidentialité ne fassent obstacle aux échanges internationaux, l'exemple le plus important à cet égard étant les lignes directrices de l'OCDE, en 1980 (OCDE, 1980). D'autres textes, comme la Convention de 1981 du Conseil de l'Europe, contenaient des règles supplétives en vertu desquelles les FTD ne pouvaient être réalisées qu'entre pays ayant un niveau «équivalent» de protection de la confidentialité (Conseil de l'Europe, 1981)². En fait, en vertu des dispositions du GATS, les États membres peuvent définir une exception générale aux principes de libéralisation et de non discrimination en vue de protéger la vie privée et la confidentialité³. Durant la période écoulée depuis lors, si la nature des FTD a évolué bien au-delà de ce

que l'on imaginait il y a une quarantaine d'années, les problèmes liés à l'érosion ou au contournement des dispositifs nationaux de protection de la confidentialité sont les premiers qui doivent être résolus dans les politiques nationales relatives à l'informatique en nuage. Il n'existe aucun mécanisme international harmonisé sur la confidentialité qui régleme le transfert international des données (voir encadré IV.1), mais les pays en développement auraient peut-être intérêt à se doter de régimes contraignants dans ce domaine.

La gouvernance dans le domaine de l'informatique en nuage peut se diviser en deux grandes catégories. D'une part, elle est constituée d'un ensemble de lois et de règlements adoptés par des gouvernements, des administrations publiques et des autorités indépendantes de réglementation – désigné collectivement sous l'appellation «droit public» aux fins du présent chapitre – qui ciblent soit directement la fourniture ou l'utilisation de services en nuage, soit les répercussions d'une telle fourniture ou utilisation du fait qu'elles s'appliquent à une large gamme d'activités ou de comportements similaires (lois sur la protection des données par exemple). À ce jour, le droit public dans le domaine de l'informatique en nuage a principalement porté sur des mesures relevant de la seconde catégorie, c'est-à-dire sur la transposition de règles existantes à un environnement infonuagique. D'autre part, la gouvernance comprend les accords contractuels entre les divers prestataires de l'écosystème infonuagique et les utilisateurs finaux des services correspondants. Si le droit public d'un pays reconnaît à de tels accords de «droit privé» une existence juridique et un caractère exécutoire, notamment en fixant des conditions obligatoires à l'échelon national, de tels accords ont des répercussions plus directes sur le fonctionnement de l'économie infonuagique, aussi bien pour les prestataires que pour les utilisateurs.

Ces considérations sur la gouvernance des services en nuage qui relèvent du droit public et privé devraient être vues comme des dispositifs complémentaires de protection plutôt que comme des solutions de remplacement. En effet, les positions relevant du droit public répondent de façon plus complète aux objectifs de la politique publique (comme par exemple, la promotion des services en nuage) et aux préoccupations des responsables politiques (par exemple, la protection des consommateurs), bien que leur adoption puisse prendre du temps et que leur mise en application puisse nécessiter des ressources adéquate.

B. DROIT PUBLIC ET SERVICES EN NUAGE

1. Services en nuage, une activité réglementée

Une distinction fondamentale existe entre les activités qui relèvent du droit général et celles qui sont soumises à des obligations juridiques et réglementaires particulières en raison de l'activité concernée (banque et finance, services de santé et télécommunications). Par conséquent, une des questions soulevées par l'informatique en nuage est de savoir si l'activité relève de la sphère réglementaire existante ou, dans le cas contraire, si elle doit faire l'objet de mesures propres au nuage.

L'écosystème de l'économie infonuagique comprend la fourniture de services de transmission qui permettent le transfert de données en provenance et à destination de centres de données éloignés (chapitre I). La fourniture de ces services de transmission relève généralement d'une réglementation sectorielle, puisqu'il s'agit de services de télécommunications. La libéralisation mondiale progressive du secteur des télécommunications depuis les années 1980 a donné naissance à un environnement réglementaire généralement harmonisé, mais complexe, qui est bien mis en évidence par le document de référence sur le secteur des télécommunications de l'OMC⁴. Les autorités de réglementation nationales exercent, à des degrés divers, des fonctions de surveillance et de contrôle des participants au marché et imposent des obligations spécifiques à la fourniture des services.

Les sociétés qui fournissent des PaaS et des SaaS sont généralement considérées comme ne relevant pas de la réglementation sur les télécommunications. Toutefois, certaines applications SaaS contenant des fonctions de gestion des appels pour les entreprises pourraient être considérées comme relevant d'un service réglementé de télécommunications, en fonction du régime réglementaire en vigueur dans le pays⁵. Alors que les services en nuage de ce type doivent communiquer avec leurs clients par l'intermédiaire de réseaux et de services de télécommunications, ils ne peuvent pas être considérés comme une installation, un réseau ou un service de télécommunications en tant que tel. Toutefois, certains IaaS peuvent offrir des services de traitement, de stockage et de connectivité

Encadré IV.1. Protection des données personnelles dans le nuage: solutions et difficultés

Bien que l'importance de protéger les données à caractère personnel dans le nuage soit désormais largement reconnue, les avis des pays divergent considérablement sur les mécanismes réglementaires les plus appropriés pour y arriver, reflétant des visions sociales et culturelles différentes de ce qui constitue la confidentialité et sa protection. Vers le milieu de l'année 2013, on dénombrait environ 99 pays dotés de législations différentes sur la confidentialité des données (Greenleaf, 2013). L'Union européenne impose l'interdiction générale des transferts vers des pays qui ne seraient pas dotés d'un dispositif «adéquat» de protection, de façon à garantir que le mouvement international de données ne porte pas gravement atteinte aux droits individuels, et elle exige une surveillance par une «autorité indépendante de supervision». De telles autorités nationales sont par exemple le Bureau du commissaire à la protection des données au Royaume-Uni ou la Commission nationale de l'informatique et des libertés en France.

En revanche, les principes directeurs sur la vie privée de l'Organisation de coopération économique Asie-Pacifique (2005), signés par les États-Unis, soumettent les transferts de données à un principe de «responsabilité»^a, mais ne prévoient aucune interdiction générale des transferts vers des pays ne disposant d'aucune législation relative à la protection des données. Par ailleurs, aucune autorité indépendante de contrôle n'est exigée.

Ces différences très réelles de vision imposent des choix difficiles aux pays en développement qui souhaitent se doter de mécanismes de protection des données. En effet, ces pays sont souvent davantage motivés par des préoccupations liées au commerce international que par des considérations de politique intérieure. Or, comme toute législation, les régimes juridiques de protection des données ont un coût administratif et de mise en conformité pour les gouvernements et les entreprises des pays en développement. L'absence de consensus international sur ce qui constitue un mécanisme «adéquat» de protection des données pour ce qui touche au contenu essentiel, mais aussi aux mécanismes de procédure et d'application, peut faire obstacle à l'adoption de l'informatique en nuage (Kuner, 2013).

Source: CNUCED.

^a Selon l'article 26 des principes directeurs sur la vie privée de l'Organisation de coopération économique Asie-Pacifique, «un contrôleur des informations personnelles doit être tenu responsable du respect des mesures qui donnent effet aux principes énoncés ci-dessus. Lorsque des informations personnelles doivent être transférées à une autre personne ou organisation, que ce soit sur le territoire national ou à l'étranger, le contrôleur des informations personnelles devrait obtenir le consentement de la personne physique concernée ou agir avec la diligence voulue et prendre des mesures raisonnables pour garantir que la personne ou l'organisation destinataire protège lesdites informations conformément à ces principes.»

qui peuvent être considérés comme un service de télécommunications, en fonction de la primauté de la composante de connectivité (UIT, 2012a). En 2012, la Commission coréenne des télécommunications a publié une proposition de loi relative au développement de l'informatique en nuage et à la protection des utilisateurs visant à classer l'informatique en nuage parmi les services de télécommunications. Cette proposition s'est heurtée à une forte opposition des prestataires de services en nuage et elle était en cours de réexamen au moment de l'élaboration du présent rapport⁶.

Dans certains pays, principalement les pays en développement, les mécanismes réglementaires sont plus larges puisqu'ils recouvrent, outre les services de télécommunications, le traitement des données⁷. Dans ces pays, les services en nuage – qu'il s'agisse de SaaS, de PaaS ou d'IaaS – sont susceptibles de relever de la sphère réglementaire. Ces mécanismes permettent aux gouvernements de fixer certaines conditions à la fourniture de services et ils pourraient régler certains problèmes, comme ceux liés à la

territorialité et à la confidentialité des données. En Indonésie, par exemple, une réglementation récente impose aux entités qui proposent des «systèmes électroniques» de fourniture de services publics d'installer les centres de récupération de données relevant du service public après sinistre sur le territoire indonésien «en vue d'appliquer la loi, et de protéger et garantir la souveraineté nationale s'appliquant aux données de ses citoyens»⁸.

Dans d'autres pays, si les services en nuage ne font pas l'objet de mécanismes réglementaires sectoriels exhaustifs, ils relèvent parfois de concepts réglementaires destinés à exonérer certains prestataires de services de toute responsabilité vis-à-vis du contenu qu'ils diffusent pour le compte d'autres organisations. En Afrique du Sud, par exemple, la fourniture de «services d'informations numériques», qui engloberait la plupart des services en nuage, relève de dispositions qui limitent la responsabilité des fournisseurs de services quant aux contenus illégaux diffusés par d'autres parties sur leurs réseaux⁹.

Les incertitudes autour de la qualification réglementaire de l'informatique en nuage peuvent dissuader certains pays à adopter les services infonuagiques tant que le législateur ou les autorités de réglementation n'ont pas éclairci la situation. Les problèmes de compétence administrative sont évidemment liés à de telles incertitudes. Si le service en nuage est considéré comme un service de télécommunications, alors l'autorité de réglementation des télécommunications est compétente. S'il est considéré comme un service de traitement de données, alors la compétence relève peut-être de l'autorité de réglementation des TIC, si elle existe, ou bien l'instance de régulation des médias peut jouer ce rôle si l'on considère qu'il s'agit d'un service apparenté à du contenu. Ces autorités de réglementation sectorielle doivent peut-être aussi collaborer avec des instances de réglementation nationales horizontales, comme les autorités de protection des données ou de la vie privée.

À ce jour, rares sont les pays qui se sont lancés dans l'élaboration de règlements ciblés sur la fourniture de services en nuage. Cela reflète probablement la vaste gamme de services qui relèvent du nuage, mais aussi la flexibilité des concepts réglementaires existants. Il semble que le Mexique soit le seul pays à avoir adopté des dispositions expresses relatives au nuage en matière de protection des données (voir encadré IV.2). Certaines de ces règles ne sont que la reformulation d'obligations générales, tandis que d'autres sont plus adaptées au nuage et ont été conçues pour résoudre des difficultés survenues dans le cadre des services en nuage, en particulier concernant la transparence, compte tenu de la multiplicité des «couches» formant la chaîne d'approvisionnement infonuagique (voir aussi la section IV.C), le traitement des données des utilisateurs à la cessation du service, mais aussi concernant l'accès des autorités de police aux informations (Bradshaw et al., 2011). La démarche mexicaine vise à favoriser l'adoption de solutions infonuagiques par la population nationale.

2. Réglementation lorsque plusieurs instances sont concernées

Si la qualification réglementaire est un problème important pour les responsables des politiques nationales, une autre difficulté porte sur la perte de surveillance et de contrôle sur des applications et des données, compte tenu du fait que les services en nuage sont fournis à distance. L'indépendance

géographique est une caractéristique essentielle de l'informatique en nuage, qui exploite la «mort de la distance» rendue possible lorsque des réseaux de communication adéquats sont en place (Cairncross, 1997)¹⁰. Cette situation signifie qu'une multiplicité d'instances est en compétition pour s'approprier les compétences sur les différentes composantes des services en nuage. L'entrée et la sortie de données rendue nécessaire par la prestation du service infonuagique entraîne souvent la sujétion des données aux règles en vigueur dans le pays de l'utilisateur du nuage et à celles qui s'appliquent là où se trouvent les prestataires de services internuagiques. La sortie des données hors du territoire de l'utilisateur est souvent transparente pour ce dernier, ce qui soulève des problèmes de contrôle sur ces données et, pour l'autorité nationale de réglementation concernée, un problème de surveillance et de contrôle. Pour certains secteurs réglementés comme les services financiers, les transferts et le stockage de données dans le contexte des services infonuagiques en dehors du pays où se trouve l'entité peut constituer en soi une infraction aux règles nationales du fait que les autorités nationales sont privées d'un «accès effectif» aux données¹¹.

En raison des inquiétudes liées à la territorialité, certaines autorités nationales de réglementation risquent de ne pas vouloir céder leur compétence à une autorité étrangère, à moins que des accords adéquats de reconnaissance mutuelle n'aient été conclus. Pour certains types de traitement, comme ceux touchant à la sécurité nationale, aucune participation étrangère n'est acceptable; une solution nationale doit être trouvée. Une reconnaissance mutuelle nécessite plus de transparence, plus de dialogue et une collaboration plus étroite entre autorités nationales de réglementation, en vue de résoudre les conflits juridiques et réglementaires liés à l'informatique en nuage et de faciliter le libre flux de données. Des réseaux de coopération importants entre autorités nationales de réglementation et autorités de police existent déjà dans le domaine de la protection du consommateur, de la cyberdélinquance et de la protection des données¹² tandis que des textes de loi ont été proposés pour faciliter la coopération internationale et la compatibilité des services infonuagiques¹³. Dans sa stratégie infonuagique, la Commission européenne a constaté que, «ayant percé d'emblée à l'échelon mondial», l'informatique en nuage exigeait un «renforcement du dialogue sur une utilisation transfrontière sans risque et sans rupture» et que des «ajustements juridiques»

Encadré IV.2. Légiférer pour le nuage: le cas du Mexique

Au Mexique, le développement de services en nuage s'est appuyé sur les politiques de TIC et le cadre réglementaire existant. En ce qui concerne la confidentialité et la protection des données, une loi sur la protection des données personnelles détenues par des personnes privées a été adoptée en 2010. Le décret d'application de cette loi, adopté en décembre 2011, contient des dispositions particulières pour l'informatique en nuage.

Ainsi, l'article 52 impose certaines obligations aux fournisseurs de services en nuage qui proposent des «services, des applications et une infrastructure» aux contrôleurs de données «en vertu de conditions ou de clauses contractuelles générales». Le fournisseur doit notamment s'assurer:

- a) Qu'il respecte les dispositions suivantes, à savoir:
 - i) Qu'il respecte les politiques de protection des données personnelles similaires aux principes applicables et aux obligations énoncées dans la loi et dans ses dispositions réglementaires;
 - ii) Qu'il informe de toute sous-traitance qui se traduit par la fourniture d'informations sur la façon dont le service est fourni;
 - iii) Qu'il s'abstient, lors de la fourniture du service, d'inclure des conditions qui l'autorisent à s'approprier des informations sur le service fourni;
 - iv) Qu'il respecte la confidentialité des données personnelles en lien avec le service fourni.
- b) Que le contrat contient des mécanismes portant au moins sur:
 - i) La publication de changements concernant sa politique de confidentialité ou les conditions de la prestation du service;
 - ii) L'autorisation permettant au contrôleur de données de limiter le type de traitement dont peuvent faire l'objet les données personnelles dans le cadre du service fourni;
 - iii) La mise en place et le maintien de mesures de sécurité en vue de protéger les données personnelles dans le cadre du service fourni;
 - iv) L'obligation de supprimer les données personnelles une fois que le service a été fourni au contrôleur des données et la possibilité pour ce dernier de récupérer ces données;
 - v) L'interdiction de l'accès aux données personnelles à ceux qui n'y sont pas autorisés ou, en cas d'une demande émanant d'une autorité compétente, l'obligation d'en informer le contrôleur des données.

L'utilisateur des services en nuage, en tant que «contrôleur des données», est tenu de ne pas utiliser les services qui «ne garantissent pas une protection correcte des données personnelles».

Source: Institut fédéral mexicain d'accès à l'information publique, voir http://inicio.ifai.org.mx/_catalogs/masterpage/ifai.aspx (consulté le 22 octobre 2013).

étaient nécessaires pour «favoriser un déploiement plus efficient et efficace de l'informatique en nuage» (Commission européenne, 2012).

Une autre dimension de la nature plurijuridictionnelle du nuage se révèle dans les craintes concernant les conséquences de la réglementation à laquelle est assujéti le pays d'origine du fournisseur des services en nuage. Cela a été souligné par exemple par la possibilité pour les autorités de police d'accéder aux données confiées aux fournisseurs mondiaux de services en nuage, même si elles se trouvent en dehors du territoire national. Comme il est constaté dans un rapport récent pour le Parlement européen (Bigo et al., 2012):

Les fournisseurs de services en nuage sont des sociétés transnationales dont les conflits sont arbitrés par le droit public international. Le choix de la loi à laquelle ils acceptent de se soumettre est conditionné par les pénalités applicables et les exigences de la situation, et, dans la pratique, par les allégeances prédominantes de la direction de la société.

Le lancement de Microsoft Office 365 en juin 2011, par exemple, a donné lieu à des témoignages selon lesquels Microsoft ne pouvait pas empêcher des organismes relevant de la compétence des États-Unis d'accéder aux données de ses clients européens¹⁴. Des inquiétudes du même ordre ont été exprimées par le gouvernement des Pays-Bas, qui a laissé entendre que les fournisseurs de services en nuage américains

pourraient être exclus des appels d'offres publics¹⁵. En Australie, en 2011, le Bureau de la protection de la vie privée de l'État de Victoria a mis en garde les organismes publics en laissant entendre que, dans le cadre de l'informatique en nuage, il serait «impossible» de protéger les informations personnelles concernant des Australiens si ces informations se trouvaient à l'étranger voire en dehors de cet État¹⁶.

En 2013, l'accès par des autorités de police à des données dans le nuage a fait la une de l'actualité, les médias indiquant que la National Security Agency (NSA) américaine se procurait des volumes importants de données auprès de grands fournisseurs de services en nuage comme Apple, Facebook, Google, Microsoft, Yahoo et Skype¹⁷. Les fournisseurs ont nié avoir permis à la force publique d'accéder de façon irrégulière à leurs données, mais ils ont admis avoir régulièrement diffusé des informations relatives à leurs clients à la demande de certaines autorités, dans un certain nombre de pays¹⁸. Il a été souligné que de telles initiatives, qu'elles soient exécutées sous mandat judiciaire ou à l'initiative du prestataire de services, exposaient ce dernier à des sanctions en vertu des lois en vigueur dans le pays où se trouvait le client (Bigo et al., 2012; Walden, 2011).

D'autres préoccupations concomitantes pourraient aider les entreprises souhaitant s'implanter et se développer sur ces marchés¹⁹. Ainsi, certains prestataires européens ont demandé que soient mis en place des dispositifs de certification qui permettraient de connaître les pays interdisant l'accès aux données²⁰. En même temps, pratiquement tous les pays sont dotés d'une législation qui confère à leurs autorités le droit de prendre connaissances de données «dans le nuage» qui sont physiquement stockées sur leur territoire lorsqu'il s'agit de sauvegarder la sécurité nationale²¹. Le problème est de veiller à ce que ces pouvoirs ne soient employés qu'en cas de nécessité.

Dans la mesure où les services en nuage se trouvent en dehors du territoire national, des problèmes d'ordre politique et juridique se posent concernant l'utilité ou l'autorisation de transferts massifs de données et l'imposition ou le maintien de mesures réglementaires de contrôle lorsque lesdites données ont quitté le territoire. Une harmonisation des régimes juridiques contribuerait fortement à atténuer ces problèmes mais à l'heure actuelle, les principaux mécanismes qui permettraient de les résoudre, du moins en partie, passent par les accords contractuels entre fournisseurs et clients.

C. DROIT PRIVÉ ET SERVICES EN NUAGE

Comme cela est évoqué plus haut, l'écosystème infonuagique repose dans une large mesure sur des accords de droit privé entre prestataires de services et clients. Ces contrats offrent un mécanisme d'autorégulation qui confère une sécurité juridique à l'informatique en nuage. Ces accords se déclinent de façons très différentes, mais ils sont généralement formés de quatre éléments distincts, que ces derniers soient regroupés dans un accord unique ou répartis dans un ensemble de documents reliés entre eux (désignés sous l'appellation générique de «contrats de services en nuage»), à savoir :

- **Le mandat**, qui définit les principales caractéristiques de la relation contractuelle, aussi bien au niveau des prestations infonuagiques que des dispositions générales standard (par exemple, choix du droit applicable);
- **Le contrat de niveau de service** définit les caractéristiques du service fourni dans le détail, les normes qu'il doit respecter (par exemple, le temps de disponibilité du service) et tout mécanisme de compensation au cas où ces normes ne seraient pas respectées;
- **Les politiques d'utilisation** acceptable correspondent à ce qui est accepté ou non des utilisateurs (par exemple, atteinte au droit d'auteur);
- **La politique de confidentialité** donne des informations détaillées sur le stockage et le traitement des données de l'utilisateur, en particulier sous l'angle de l'information du consommateur.

Les dispositions d'un contrat de services infonuagiques se divisent en dispositions standard et en dispositions propres à la prestation dans le nuage. Les conditions standard couvrent des questions telles que les engagements du prestataire, le règlement des litiges et le droit applicable. Ces trois aspects ont la même importance dans la relation entre le prestataire et le client. Les dispositions propres au nuage sont généralement axées sur deux aspects: le traitement des données envoyées par l'internaute et les caractéristiques du service qui lui est fourni.

Des dispositions pertinentes sur le traitement des données dans le nuage consisteraient par exemple à empêcher toute atteinte aux droits de propriété de l'internaute sur ses données, à garantir la protection des données contre toute divulgation non autorisée ou par inadvertance, mais aussi la domiciliation

desdites données dans une infrastructure située dans un pays ou une région déterminée. En ce qui concerne le service lui-même, l'utilisateur doit rechercher un niveau de service adéquat qui traite le problème de la dépendance (voir par exemple, Agence de l'Union européenne chargée de la sécurité des réseaux et de l'information, 2012)²². À l'inverse, les prestataires affirment généralement que le caractère de service collectif essentiel d'un service en nuage «public» limite leur responsabilité vis-à-vis de l'intégrité et de la sauvegarde des données des utilisateurs (Hon et al., 2012).

Du point de vue de l'action des pouvoirs publics, l'autorégulation par des contrats de droit privé est inquiétante lorsque les pratiques du marché ne favorisent pas un équilibre équitable des engagements et des responsabilités entre les prestataires et leurs clients, surtout lorsque ces derniers sont des PME ou des particuliers. En outre, certaines conditions contractuelles peuvent avoir une incidence sur des tiers, en particulier en ce qui concerne la confidentialité et la protection des données. Dans ces circonstances, une intervention réglementaire dans la liberté de contracter peut être considérée nécessaire pour rééquilibrer la relation et protéger l'intérêt du tiers ou du grand public en général. De telles interventions peuvent prendre la forme d'obligations pour les prestataires qui doivent être implicites dans toute relation ou accord contractuel (voir encadré IV.2) ou qui doivent faire partie du développement de modèles de conditions contractuelles²³. Par exemple, après avoir fait une enquête téléphonique, la Commission européenne a récemment déclaré que des conditions type pouvaient être nécessaires afin «d'aboutir à des contrats de services en nuage transparents et équitables»²⁴. Toutefois, la plupart des pays en développement auront bien entendu bien plus de mal à intervenir dans les contrats car leurs lois de protection du consommateur sont soit inadaptées, soit impossibles à mettre en œuvre.

Le client d'un service en nuage souscrit directement un contrat auprès d'un prestataire du service et, en règle générale, auprès d'un fournisseur de services de communication; ce client ne comprendra peut-être pas les tenants et les aboutissants de la chaîne d'approvisionnement ainsi mobilisée, qui englobe par exemple des services IaaS. Cela peut être un risque, étant donné que le client n'est pas forcément conscient des relations contractuelles qui se superposent pour la prestation du service, surtout si les engagements

auxquels a souscrit le prestataire n'apparaissent pas correctement à chaque étape de la chaîne d'approvisionnement. En matière de réglementation, une proposition serait de soumettre le prestataire à des obligations de transparence (UIT, 2012b).

Sur le marché grand public, les prestataires ont tendance à imposer les conditions du service. Ces conditions standard leur sont souvent favorables, même si elles peuvent varier considérablement en fonction de l'activité d'origine du prestataire – fourniture de matériel, édition de logiciels, prestation de services de sous-traitance, de communication ou vente au détail. Au niveau de l'entreprise, toutefois, les prestataires sont de plus en plus souvent contraints de négocier des accords plus favorables au client, afin de remporter le contrat (Hon et al., 2012). Il a également été souligné que certains nouveaux entrants sur ce marché, comme les sociétés d'intégration et d'agrégation²⁵, semblaient disposés à offrir des conditions plus favorables à l'utilisateur (Hon et al., 2012). Les questions les plus souvent abordées dans les négociations sur le mandat sont les suivantes: engagements du prestataire, contrat de niveau de services, protection et sécurité des données, et droits de propriété intellectuelle. En ce qui concerne le mécanisme de l'accord lui-même, le droit des prestataires à modifier les caractéristiques du service et les droits de résiliation constituent les principales pierres d'achoppement des négociations. Alors que les contrats passés avec les entreprises seront toujours négociés distinctement de ceux passés avec les particuliers, certaines concessions obtenues dans les négociations avec les professionnels pourraient se retrouver dans les conditions contractuelles standard du prestataire, surtout si les autorités de réglementation y veillent davantage (Hon et al., 2012).

Une autre influence évidente en matière de contrats de services en nuage porte sur les pratiques des administrations publiques en matière de passation des marchés, étant donné qu'il s'agit en général des principaux clients du jeune marché des services en nuage. Alors que les États font appel aux services en nuage pour leurs projets d'administration en ligne, ils se trouvent, à l'instar des grandes entreprises clientes, en position de force pour négocier des conditions favorables auprès de leurs fournisseurs, notamment en ce qui concerne la protection de la vie privée des sujets ou des citoyens. En outre, les marchés publics leur donnent la possibilité «d'exercer une pression», qui s'exprime dans les règles nationales de passation des marchés publics, en vue de promouvoir d'autres

objectifs, y compris «sur la base de technologies ouvertes et de plates-formes sûres» (Commission européenne, 2012, par. 3.2) qui profiteront à l'ensemble des utilisateurs. Aux États-Unis, par exemple, le directeur du Bureau de la gestion et du budget a publié un manuel de bonnes pratiques relatives à l'acquisition de services en nuage (États-Unis, Federal CIO Council et Chief Acquisition Officers Council, 2012). Ces conseils portent sur la sélection du prestataire de services, sur le contrat de niveau de service, sur les accords avec l'utilisateur final, sur l'investigation informatique et l'archivage. Inévitablement, les administrations publiques sont surtout préoccupées par la sécurité des données dans le nuage.

Si des accords contractuels ne se substituent pas à des mesures de droit public, en particulier lorsqu'il s'agit de protéger les intérêts de tiers, leur importante composante de gouvernance infonuagique devrait être reconnue et éventuellement adaptée en vue de résoudre certaines préoccupations des pouvoirs publics. Toutefois, la capacité à négocier et à mettre en œuvre des obligations contractuelles peut considérablement varier, surtout dans un pays en développement.

D. INCIDENCES POUR LES PAYS EN DÉVELOPPEMENT

Malgré les appels à de nouvelles lois sur l'informatique en nuage émanant de certains secteurs aussi bien dans les pays développés qu'en développement²⁶, la question se pose de savoir quelles solutions de telles mesures réglementaires et de gouvernance apporteraient aux pays en développement. Dans le présent chapitre, trois domaines comportant des éléments communs ont déjà été identifiés: a) la fourniture de services en nuage; b) les conditions dans lesquelles ces services sont fournis à l'utilisateur final; c) le traitement des données placées «dans le nuage». Ces domaines sont généraux et s'appliquent à tous les pays, qu'ils soient développés ou en développement, mais il est généralement plus difficile de résoudre les difficultés par la voie légale et réglementaire dans les seconds.

1. Fourniture des services en nuage

La fourniture de services en nuage devrait-elle relever d'une réglementation distincte? Fixer des principes qui régissent le droit de créer ou de fournir un service

en nuage qui relève de la législation nationale par l'intermédiaire d'une forme ou d'une autre de licence ou d'autorisation préalable, c'est aussi permettre un contrôle réglementaire à l'entrée sur le marché. Dans les pays développés, les exemples sont rares, voire inexistant, de tels règlements appliqués à l'informatique en nuage. Certaines composantes de l'écosystème infonuagique, en particulier la composante réseau de communication, relèvent déjà de mécanismes réglementaires existants, mais ces mécanismes sont habituellement conçus pour faciliter l'entrée sur le marché et la concurrence plutôt que pour restreindre le nombre de participants au marché.

Pour les pays en développement, si la domination de sociétés étrangères offrant des services internationaux peut être préoccupante, il est difficile, aussi bien d'un point de vue pratique que juridique, d'intervenir par voie réglementaire. D'un point de vue pratique, il faudrait une intervention radicale dans la connectivité générale de l'État, en particulier eu égard à l'Internet, pour empêcher l'accès au marché des services en nuage à des opérateurs étrangers. D'un point de vue juridique, une majorité de pays en développement sont membres de l'OMC et du GATS, ce qui signifie qu'ils s'engagent, au moins dans certains secteurs, à libéraliser le commerce des services, y compris par la fourniture transfrontière²⁷. À ce titre, une intervention réglementaire est autorisée uniquement en vertu de quelques exceptions restreintes, comme la protection de la vie privée et de la confidentialité des données.

Une solution pour sortir de l'impasse est d'encourager la création de services nationaux, soit en proposant aux prestataires étrangers un environnement propice à l'installation d'infrastructures locales (par exemple des centres de données), soit en incitant les entreprises nationales à participer à l'offre de services infonuagiques. Toutefois, la première solution ne permettrait pas forcément de surmonter le problème lié à l'application de lois étrangères, comme cela est souligné plus haut, surtout si l'entité locale reste sous le contrôle de sa maison-mère à l'étranger. De telles mesures nécessiteraient peut-être de prendre des dispositions réglementaires, par exemple en matière de «localisation», mais ces dispositions devraient être conçues de manière à faciliter plutôt qu'à restreindre la prestation du service. Comme cela est précisé au chapitre III, plusieurs gouvernements de pays en développement sont en train de créer des réseaux sur le nuage pour servir leurs propres besoins et, parfois, ceux d'autres clients de services en nuage.

2. Conditions de la prestation du service

Que la création et la prestation de services en nuage soient réglementées ou non, les gouvernements peuvent choisir de l'assujettir à certaines conditions, pour répondre à certaines préoccupations spécifiques qui relèvent de la politique publique, comme la sécurité et la confidentialité des données. Ces conditions peuvent s'appliquer uniquement à certains types de services (par exemple, les SaaS), à certains types d'utilisateurs finals (par exemple, le grand public ou les administrations publiques) ou être imposées à tous les services. Elles peuvent prendre la forme d'obligations morales imposées directement aux prestataires et porter sur le maintien de certains types de données dans certains lieux géographiques ou sur certaines périodes données, ou influencer les dispositions contractuelles entre le prestataire et l'utilisateur final en rendant inapplicables certaines conditions «inévitables». Une telle intervention du droit public dans les conditions de prestation peut aussi avoir une incidence sur l'analyse coûts-avantages de l'utilisateur qui envisage d'adopter des services en nuage. En effet, il convient de tenir compte du renchérissement du coût du service dans toute initiative dans ce domaine.

Les pays développés sont peu nombreux à ce jour à avoir adopté des obligations relatives au nuage (Entreprise Software Alliance et Galexia, 2012). En revanche, les autorités réglementaires ont eu tendance à émettre des avis sur la question de savoir s'il fallait étendre aux services en nuage les obligations s'appliquant à des secteurs particuliers (par exemple, les services financiers) ou de portée générale (par exemple, la protection des données) (*Cabinet Office* britannique, 2011)²⁸.

Au Mexique, le gouvernement a franchi un pas supplémentaire en demandant expressément aux autorités réglementaires qu'elles rédigent des lignes directrices relatives aux services en nuage²⁹. Dans la plupart des autres pays en développement, les lois et les règlements qui pourraient s'appliquer sont plus susceptibles, lorsqu'ils existent, d'être considérés comme un obstacle à l'adoption du nuage plutôt que comme un facteur favorable, comme cela a été le cas avec l'émergence du commerce électronique durant les dix premières années du XXI^e siècle. En effet, de nombreuses initiatives visant à réformer le commerce électronique et la cyberlégalisation sont pertinentes

pour l'informatique en nuage, tandis que l'émergence de ce phénomène peut inciter à une mise en œuvre globale de réformes³⁰.

La capacité à imposer des obligations réglementaires à un prestataire dépendra, en réalité, de la question de savoir si ledit prestataire soit est établi dans le pays donné sous une forme ou une autre (par exemple par le biais d'un bureau local contre lequel exercer des moyens de contrainte), soit est prêt à se soumettre volontairement aux règles locales, ou du moins à les respecter, même si elles ne sont pas juridiquement contraignantes. Ce second cas de figure correspond à la situation où des prestataires étrangers se plient à la législation intérieure sur les contenus illicites stockés sur des serveurs éloignés du prestataire, mais diffusés par ce dernier. Des sociétés comme Google et Microsoft ont fait savoir qu'elles avaient donné une suite favorable à ces demandes dans certains pays tout en précisant qu'elles n'étaient pas toujours juridiquement tenues de collaborer³¹.

Une autre stratégie pour les autorités de réglementation des pays en développement consiste à faire référence, dans la législation et les dispositifs réglementaires, à des normes commerciales et techniques internationales qui portent sur certaines bonnes pratiques de portée générale³² ou spécialement conçues pour l'informatique en nuage³³. L'obligation de respecter ces normes, surtout si elles sont mises en œuvre par le biais d'une procédure d'audit et de certification indépendante et externe réalisée par un organisme de certification accrédité³⁴, peut offrir aux utilisateurs finals, aux tiers et aux autorités de réglementation, une certaine garantie sur la fiabilité et la qualité des services fournis.

3. Traitement des données

Outre qu'ils doivent réglementer les conditions dans lesquelles les services en nuage sont fournis aux clients, les pouvoirs publics s'intéressent aussi à des questions qui dépassent la relation contractuelle entre le fournisseur et son client. En effet, les données placées dans le nuage peuvent engager les intérêts de tiers et nécessiter éventuellement une intervention réglementaire, qu'il s'agisse de protéger la vie privée, des secrets commerciaux ou la sûreté nationales. Ainsi, si la législation sur la protection des données contient des dispositions qui imposent aux prestataires l'obligation de signaler toute tentative d'infraction à la sécurité, cela renforce la mise en

évidence des failles des services et permet de réagir plus rapidement.

Les gouvernements sont particulièrement inquiets concernant la sécurité des données lorsque les utilisateurs finals sont des administrations publiques et que les données concernent des citoyens ou relèvent de la sécurité nationale, comme c'est le cas en Indonésie. Ainsi, en février 2013, la Commission européenne a publié une proposition de directive sur la sécurité de l'information en vertu de laquelle les États membres doivent désigner une autorité compétente chargée d'assurer la surveillance réglementaire et de mettre en place une équipe nationale d'intervention en cas d'urgence informatique (CERT) pour gérer les incidents et les risques en matière de sécurité. Par ailleurs, la Commission demande à certains «opérateurs de marché» qui fournissent les services en ligne, y compris les prestataires de services en nuage, d'informer l'autorité compétente d'atteintes à la sécurité et de se soumettre à des contrôles de sécurité lorsque cela est nécessaire³⁵. Ces propositions sont des recommandations qui méritent tout autant d'être examinées dans les pays en développement, où les vulnérabilités et les risques liés à l'informatique en nuage sont présents.

Un nombre croissant de pays en développement mettent aussi en place des équipes d'intervention informatique d'urgence et en sont à des étapes différentes du développement de leurs opérations, procédures et activités annexes. Nombre de ces pays sont également confrontés à des difficultés, notamment au niveau du renforcement des capacités, des financements, de la législation et de la mobilisation des ressources intellectuelles et matérielles nécessaires. L'Afrique est en effet le continent où le nombre d'équipes d'intervention informatique d'urgence est le plus bas³⁶.

E. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

L'informatique en nuage est une nouvelle manifestation de l'évolution rapide des TIC à laquelle sont confrontés aussi bien les pays développés qu'en développement. L'action législative et réglementaire publique n'est pas évidente et peut se faire de différentes façons, allant du laisser-faire à la promulgation de lois tout à fait spécifiques. La nature de cette action dépendra souvent de la question de savoir si les retombées de l'informatique en nuage seront globalement considérées

comme positives et, par conséquent, si elles doivent être facilitées, ou si elles seront considérées comme négatives et doivent donc être limitées. Compte tenu de l'immaturité du marché, en particulier dans les pays en développement, les responsables des politiques économiques et les autorités de réglementation doivent faire preuve de la plus grande prudence et ne pas se précipiter à légiférer dans ce domaine.

S'il n'est pas indispensable d'élaborer des lois ou des règlements visant spécifiquement l'informatique en nuage, certains domaines, tels que la confidentialité et la protection des données, la sécurité de l'information et la cyberdélinquance, doivent manifestement être réformés dans la législation³⁷. Comme cela est indiqué plus haut, ces questions sont tout aussi importantes pour le commerce électronique et d'autres aspects de l'économie en réseau. Autrement dit, il est déconseillé d'aborder les problèmes liés à l'informatique en nuage de façon isolée. Les gouvernements des pays en développement doivent absolument élaborer et faire appliquer des lois et des règlements appropriés dans ce domaine.

En tant qu'utilisateurs potentiels du nuage, les gouvernements et les administrations publiques peuvent donner l'exemple au marché national en s'attaquant aux questions qui inquiètent les internautes. Les autorités de réglementation peuvent aussi apporter leur aide en publiant des directives sur la possibilité d'appliquer aux solutions dans le nuage les régimes dont ils relèvent. Cela pourrait passer par exemple par une reconnaissance explicite du fait que la certification de normes internationales techniques et commerciales, en particulier dans le domaine de la sécurité de l'information, est acceptée a priori comme la preuve de bonnes pratiques. Pour de nombreux pays en développement, de telles initiatives nécessiteront une aide extérieure aux utilisateurs, aux responsables des politiques et aux autorités de réglementation pour le traitement des problèmes techniques, juridiques et de gestion liés à l'informatique en nuage.

Les responsables des politiques publiques dans les pays en développement peuvent aussi réfléchir à plusieurs mesures supplémentaires dans la conduite à suivre, à savoir:

- Réfléchir à l'élaboration et à l'exécution d'une stratégie nationale cohérente et adaptée, dont les aspects juridiques et réglementaires sont l'une des composantes. Le procédé de rédaction devrait être participatif et transparent pour les acteurs (voir chapitre V);

- Examiner la législation existante et adopter des lois qui couvrent tous les aspects de la question et au minimum la confidentialité et la protection des données, la sécurité de l'information et la cyberdélinquance. Il est fortement conseillé d'harmoniser ces lois avec les principaux instruments juridiques internationaux dans ce domaine, en vue d'obtenir un ensemble harmonisé de lois et de règlements. Parmi ces instruments, il convient de citer les textes sur les documents électroniques de la Commission des Nations Unies pour le droit commercial international³⁸, en particulier la Convention des Nations Unies sur l'utilisation des communications électroniques dans les contrats internationaux³⁹, la Convention du Conseil de l'Europe pour la protection des personnes à l'égard du traitement automatisé des données à caractère personnel⁴⁰ et la Convention du Conseil de l'Europe sur la cybercriminalité⁴¹;
- Renforcer les capacités en vue de garantir la promulgation et l'application de lois et de règlements portant sur la création d'équipes d'intervention informatique d'urgence, la formation des organismes réglementaire et de l'appareil judiciaire, et le soutien d'organisations internationales comme la CNUCED (voir encadré IV.3);
- Réfléchir à des règles de passation de marchés publics qui serviraient à promouvoir certains objectifs de la politique infonuagique, comme une protection renforcée de la confidentialité;
- Promouvoir la sensibilisation au potentiel des technologies infonuagiques dans les instances du gouvernement et dans les administrations publiques;
- Promouvoir la sensibilisation au potentiel des technologies infonuagiques dans les instances du gouvernement et dans les administrations publiques;
- Surveiller l'évolution de la réglementation dans le domaine de l'informatique en nuage. Ce domaine évoluant rapidement, il est important de rester au courant des nouveautés, en particulier dans le domaine de la coopération internationale entre autorités de réglementation et forces de police.

Encadré IV.3. Soutien de la CNUCED à l'harmonisation de la législation relative au commerce électronique

Le programme de commerce électronique et de réforme du droit de la CNUCED aide les États membres à mettre en place un cadre juridique et réglementaire qui facilite le commerce électronique et l'administration en ligne. Ce projet est devenu le principal programme de renforcement des capacités au sein du système des Nations Unies en faveur de l'harmonisation des mécanismes juridiques sur les services électroniques dans les pays en développement. En plus d'organiser des ateliers et des séances de formation à l'attention des responsables politiques et des parlementaires, la CNUCED examine la législation existante et aide à élaborer des lois nationales et des dispositions juridiques de portée régionale en vue de faciliter ce processus. Les principaux problèmes juridiques abordés sont les transactions électroniques, la signature et l'authentification par voie électronique, la protection et la confidentialité des données, la protection du consommateur, la cyberdélinquance, les droits de propriété intellectuelle, la concurrence, la fiscalité et la sécurité de l'information au sens large.

À ce jour, la CNUCED a apporté son aide à plus de 35 pays, notamment à l'Association des nations d'Asie du Sud-Est (CNUCED, 2013), à l'Amérique centrale (CNUCED, 2009a), à l'Amérique latine (CNUCED, 2009b), à la Communauté d'Afrique de l'Est (CNUCED, 2012b) et à la Communauté économique des États de l'Afrique de l'Ouest. Ces efforts ont permis d'appeler l'attention sur les questions liées à la cyberlégislation à l'échelon national et régional et ils ont donné lieu à des réformes législatives. Par exemple, en août 2013, la mise en œuvre de la seconde phase du projet d'harmonisation des cyberlégislations de la Communauté d'Afrique de l'Est a été approuvée à l'occasion de la dixième réunion du Conseil sectoriel pour le transport, les communications et la météorologie de la Communauté. Cette phase du projet, ainsi que la première phase, ont été élaborés avec l'aide de la CNUCED. Les États partenaires progressent actuellement dans la mise en œuvre de législations nationales dans les domaines concernés.

Source: CNUCED.

NOTES

- 1 Voir, par exemple, le chapitre 6, «Protecting privacy rights in an online world», CNUCED (2004).
- 2 La notion d'une protection «équivalente» n'est pas définie plus avant, mais il est considéré qu'elle nécessite une harmonisation plus étroite que ne le laisse entendre le terme «adéquat», adopté par la directive européenne sur la protection des données (voir encadré IV.1).
- 3 Voir GATS, article XIV(c)(ii).
- 4 Disponible à l'adresse http://www.wto.org/english/tratop_e/serv_e/telecom_e/tel23_e.htm (consulté le 22 octobre 2013).
- 5 Par exemple, des solutions de CaaS peuvent être obtenues auprès de sociétés telles que Level 3, Cisco et Skype.
- 6 Voir l'étude de cas de BSA sur la République de Corée, disponible à l'adresse http://cloudscorecard.bsa.org/2013/assets/PDFs/case_studies/2013Scorecardcs_Korea.pdf (consulté le 22 octobre 2013). Voir aussi ETNews «Cloud Computing Act came to a deadlock due to opposition by global cloud service providers», 16 novembre 2012, disponible à l'adresse http://english.etnews.com/computing/2677775_1301.html (consulté le 22 octobre 2013).
- 7 Voir, par exemple, la loi indonésienne n° 11 de 2008 sur l'information et les transactions électroniques, dont l'article 1(6) régit la fourniture de «systèmes électroniques». Un texte plus récent, le règlement n° 82 de 2012 sur le fonctionnement des systèmes et des transactions électroniques, requiert en outre que les centres de données et les centres de reprise après sinistre pour les services publics se trouvent en Indonésie et que des citoyens indonésiens soient employés dans certains d'entre eux. En outre, en vertu du GATS, les «services de traitement de données» constituent une catégorie de services professionnels distincts des «services de communication», comme les services de télécommunications. Pour plus d'informations, voir OMC, «Services sectoral classification list», MTN. GNS/W/120, 10 juillet 1991. Voir aussi OMC, «Communication from the United States», S/C/W/339, 20 septembre 2011: «Notwithstanding convergence, the category of computer and related services remains the fundamental locus for cloud computing under the GATS», disponible à l'adresse http://www.wto.org/english/thewto_e/minist_e/min11_e/brief_ecom_e.htm (consulté le 22 octobre 2013).
- 8 Règlement n° 82 de 2012, article 17(2).
- 9 Loi sud-africaine de 2002 sur les communications et les transactions électroniques, chapitre XI.
- 10 Toutefois, il convient de noter qu'il n'est pas possible de surmonter la «tyrannie de la distance» pour tous les services. En effet, dans les réseaux de fourniture de contenu ou les applications (par exemple, systèmes de transactions financières en temps réel), il est essentiel de réduire le plus possible le temps d'attente.
- 11 Voir Directive 2006/73/CE de la Commission portant mesures d'exécution de la directive 2004/39/CE en ce qui concerne les exigences opérationnelles et les conditions d'exercice applicables aux entreprises d'investissement et la définition de certains termes aux fins de la dite directive (OJ L 241/26, 2.9.2006), article 14(2)(i).
- 12 Par exemple, Réseau international de contrôle et de protection des consommateurs (icpen.org) et Global Privacy Enforcement Network (www.privacyenforcement.net).
- 13 Voir, par exemple, la proposition de loi de 2012 relative à l'informatique en nuage de la sénatrice américaine Amy Klobuchar (S. 3569), disponible à l'adresse <http://beta.congress.gov/bill/112th/senate-bill/3569/text> (consultée le 22 octobre 2013).
- 14 Voir, par exemple, «Patriot Act and privacy laws take a bite out of US cloud enterprise», Arstechnica, 8 décembre 2011, disponible à l'adresse <http://arstechnica.com/tech-policy/2011/12/patriot-act-and-privacy-laws-take-a-bite-out-of-us-cloud-enterprise/> (consulté le 22 octobre 2013) et «BAe Systems: Office365 doesn't fly», Computer Weekly, 5 décembre 2011, disponible à l'adresse <http://www.computerweekly.com/blogs/it-fud-blog/2011/12/bae-systems-office365.html> (consulté le 22 octobre 2013).
- 15 Voir la déclaration (en néerlandais) d'Ivo Opstelten, Ministre néerlandais de la sécurité et de la justice, disponible à l'adresse <https://zoek.officielebekendmakingen.nl/ah-tk-20102011-3516.html> (consulté le 22 octobre 2013).
- 16 Voir «Offshore cloud privacy may be 'impossible', says commissioner», *Delimiter*, 4 mai 2011, disponible à l'adresse <http://delimiter.com.au/2011/05/04/offshore-cloud-privacy-may-be-impossible-says-commissioner/> (consulté le 22 octobre 2013), et Commissaire à la protection de la vie privée de l'État de Victoria (2011).
- 17 Voir «NSA Prism program taps in to user data of Apple, Google and others», *The Guardian*, 7 juin 2013, disponible à l'adresse <http://www.theguardian.com/world/2013/jun/06/us-tech-giants-nsa-data> (consulté le 22 octobre 2013).

-
- et la déclaration du Président des États-Unis du 7 juin 2013, disponible à l'adresse <http://www.whitehouse.gov/the-press-office/2013/06/07/statement-president> (consulté le 22 octobre 2013).
- 18 Voir, par exemple, «PRISM scandal: tech giants flatly deny allowing NSA direct access to servers», *The Guardian*, 7 juin 2013, disponible à l'adresse <http://www.theguardian.com/world/2013/jun/07/prism-tech-giants-shock-nsa-data-mining> (consulté le 22 octobre 2013).
- 19 Il a été estimé que les prestataires de services en nuage américains risqueraient de perdre entre 10 % et 20 % de leurs parts de marché à l'international suite aux révélations récentes concernant la surveillance par les autorités du pays des échanges de données (Castro, 2013). Voir aussi http://www.cio.com/article/734919/European_and_US_cloud_providers_go_head_to_head_after_NSA_revelations (consulté le 22 octobre 2013).
- 20 Voir «Deutsche Telekom wants 'German Cloud' to shield data from US», *Entreprise Week*, 14 septembre 2011.
- 21 Voir, par exemple, «Patriot Act not a cloud computing threat: IDC», *ContinuityCentral*, 24 octobre 2012, disponible à l'adresse <http://www.continuitycentral.com/news06514.html> (consulté le 22 octobre 2013); «GCHQ taps fibre-optic cables for secret access to world's communications», *The Guardian*, 21 juin 2013, disponible à l'adresse <http://www.guardian.co.uk/uk/2013/jun/21/gchq-cables-secret-world-communications-nsa> (consulté le 22 octobre 2013); «En France, la DGSE au cœur d'un programme de surveillance d'Internet», *Le Monde*, 11 juin 2013, disponible à l'adresse http://www.lemonde.fr/international/article/2013/06/11/en-france-la-dgse-est-au-c-ur-d-un-vaste-programme-de-surveillance-d-internet_3427837_3210.html (consulté le 22 octobre 2013).
- 22 Par exemple, Agence de l'Union européenne chargée de la sécurité des réseaux et de l'information (2012).
- 23 Par exemple, Cloud Industry Forum, «Code of practice for cloud service providers», disponible à l'adresse <http://www.cloudindustryforum.org/code-of-practice/code-of-practice> (consulté le 22 octobre 2013).
- 24 Voir Commission européenne (2012, par. 3.4) et IDC (2012).
- 25 C'est-à-dire des entités qui ne sont pas propriétaires des infrastructures elles-mêmes, mais qui proposent aux internautes des solutions informatiques intégrées qui englobent de plus en plus de composantes du nuage.
- 26 «New cloud laws needed for enterprise data», *TechWeek Europe*, 16 août 2012, disponible à l'adresse <http://www.techweekeurope.co.uk/comment/cloud-laws-update-eu-89567> (consulté le 23 octobre 2013). Voir aussi ITU-D (2012).
- 27 Par exemple, Liste des engagements spécifiques de l'Indonésie en vertu du GATS: GATS/SC/43, 15 avril 1994.
- 28 Par exemple, Bureau du Commissaire à l'information du Royaume-Uni, «Guidance on the use of cloud computing», septembre 2012, disponible à l'adresse http://www.ico.org.uk/news/latest_news/2012/~/_media/documents/library/Data_Protection/Practical_application/cloud_computing_guidance_for_organisations.ashx (consulté le 25 octobre 2013).
- 29 Loi fédérale mexicaine sur la protection des données personnelles détenues par des particuliers (2011), article 52, (voir aussi encadré IV.2).
- 30 Par exemple, cadre de la cyberléislation de la Communauté de l'Afrique de l'Est, voir CNUCED (2012b).
- 31 Voir <http://www.google.com/transparencyreport/> (consulté le 23 octobre 2013) et <http://www.microsoft.com/about/corporatecitizenship/en-us/reporting/transparency/> (consulté le 23 octobre 2013).
- 32 Par exemple, norme ISO/IEC 27001 pour les systèmes de gestion de la sécurité des informations.
- 33 Recommandation UIT-T Y.3510, «Exigences relatives à l'infrastructure de l'informatique en nuage», qui a été pré-approuvée. La norme ISO/IEC WD 27018 est un «Code de pratique pour la protection PII dans les nuages publics». Elle est en cours de développement dans la famille de normes ISO 27001. Voir aussi les travaux de la Cloud Security Alliance, qui élabore actuellement des mécanismes tels que le protocole CloudTrust (pour plus de détails voir <https://cloudsecurityalliance.org/research/ctp/>, consulté le 23 octobre 2013).
- 34 Voir International Accreditation Forum, disponible à l'adresse <http://www.iaf.nu/> (consulté le 23 octobre 2013).
- 35 Commission européenne, proposition de directive concernant des mesures destinées à assurer un niveau élevé commun de sécurité des réseaux et de l'information dans l'Union, COM(2013) 48 final, 7 février 2013.
- 36 Grâce au soutien de l'UIT, la région a pu récemment mettre en place quatre nouvelles équipes de ce type, tandis que quatre autres sont en cours de création. Voir <http://www.itu.int/en/ITU-D/Cybersecurity/Pages/Projects.aspx> (consulté le 23 octobre 2013).
-

- ³⁷ Parmi les autres domaines identifiés, il convient de citer la protection de la propriété intellectuelle, la garantie de la portabilité des données et la libéralisation des règles du commerce international. Voir par exemple Entreprise Software Alliance et Galexia (2012).
- ³⁸ Voir http://www.uncitral.org/uncitral/uncitral_texts/electronic_commerce.html (consulté le 23 octobre 2013).
- ³⁹ Ibid.
- ⁴⁰ Voir <http://conventions.coe.int/Treaty/Commun/QueVoulezVous.asp?CL=FRE&NT=108> (consulté le 23 octobre 2013).
- ⁴¹ Parmi les pays signataires de la Convention de Budapest sur la cybercriminalité, les autorités de police nationales sont autorisées à demander aux FAI étrangers de divulguer leurs données, mais uniquement à titre facultatif. Voir <http://conventions.coe.int/Treaty/Commun/QueVoulezVous.asp?CL=FRE&NT=185> (consulté le 23 octobre 2013).
-



5

RECOMMANDATIONS

L'avènement de l'économie infonuagique a des incidences sur tous les pays, quelque soit leur niveau de développement. Alors qu'une transition généralisée vers le nuage peut se traduire par des gains importants d'efficacité, de productivité et de croissance, ces gains ne sont pas automatiques. Lorsqu'ils se matérialisent, c'est de façon inégale, aussi bien sur le plan géographique, sociétal, que dans le temps. Par ailleurs, il convient d'éviter certains pièges, dont les plus importants sont liés à la sécurité et à la confidentialité des données. Par conséquent, les gouvernements et la communauté internationale doivent réfléchir à des voies à suivre qui pourraient favoriser autant que possible le développement économique par le biais de l'économie infonuagique.

En s'appuyant sur l'analyse réalisée dans les chapitres précédents, le présent chapitre contient des recommandations à l'attention des gouvernements et de leurs partenaires de développement. Étant donné que l'économie infonuagique commence tout juste à faire son apparition dans les pays en développement et que les connaissances sur la question sont encore minces, les conseils prodigués restent d'ordre assez général. Le présent chapitre se propose de fournir aux responsables politiques des pays en développement et à leurs partenaires les bases qui leur permettront de développer une économie infonuagique et de la faire fructifier pour le développement. Des domaines spécifiques sont identifiés, ainsi que des aspects qu'il conviendrait d'envisager dans l'élaboration de moyens d'action stratégiques.

A. RECONNAÎTRE LA DIVERSITÉ DES STRATÉGIES EN MATIÈRE D'ADOPTION DU NUAGE

L'informatique en nuage offre aux internautes des pays en développement le moyen d'accéder à une puissance de traitement et de stockage sans précédent dans l'histoire de l'informatique. Cette évolution appréciée est susceptible de se renforcer encore davantage à l'avenir. Actuellement, toutefois, l'adoption du nuage est faible dans les pays en développement et la plupart des pays qui veulent participer de façon effective à l'économie infonuagique se heurtent à des obstacles importants.

Le présent Rapport a cherché à démystifier le phénomène et à analyser ses conséquences. Tandis que la métaphore du «nuage» évoque quelque chose d'assez nouveau, l'informatique en nuage peut aussi être considérée comme la dernière étape dans l'évolution à long terme des services informatiques et de communication, rendus possibles par une progression exponentielle de la puissance de calcul, de la capacité de stockage et de l'augmentation du débit des réseaux de télécommunication. Par voie de conséquence, toutefois, l'absence d'une infrastructure de TIC et d'un approvisionnement adéquat en électricité empêche de nombreux pays en développement d'utiliser le nuage de façon productive. Les politiques dans ce domaine doivent être élaborées et mises en œuvre dans le contexte plus large des marchés et de l'utilisation des TIC.

Tandis que l'adoption des services en nuage dans les pays en développement répond à peu près aux mêmes motivations que dans les pays développés, un certain nombre d'obstacles importants sont plus visibles dans les premiers. Selon le pays, il s'agit de connexions à haut débit insuffisantes, du coût élevé de l'accès au haut débit, d'un approvisionnement en électricité peu fiable, de l'éloignement des centres de données (ce qui augmente les temps d'attente), du manque de compétences qui fait entrave à une utilisation efficace des TIC et d'une protection juridique des données inadéquate. Le degré d'adoption est fortement tributaire de tels facteurs contextuels. Par conséquent, malgré les importants avantages de l'informatique en nuage, les solutions correspondantes

ne sont pas toujours à privilégier par rapport à d'autres. En outre, différentes configurations seront plus ou moins adaptées, en fonction du contexte.

Le première question que doivent se poser les gouvernements, les entreprises – quelle qu'en soit la taille – et d'autres organisations est de savoir s'ils doivent ou non transférer leurs services dans le nuage. La réponse à cette question sera fonction de leur analyse des avantages et des risques ou inconvénients potentiels (voir tableau V.1).

Les organisations intéressées par des solutions infonuagiques se détermineront en fonction de la nature de leurs activités, mais aussi du contexte national. Certaines entreprises et organisations sont mieux placées ou peuvent mieux profiter que d'autres du passage à l'infonuagique en raison de la nature de leurs activités ou de leur modèle commercial. C'est le cas par exemple des entités qui ont des coûts fixes élevés dus au maintien d'un service informatique en interne, de celles qui doivent régulièrement se rééquiper et acheter de nouveaux logiciels, de celles

Tableau V.1. Avantages et inconvénients et risques liés au nuage

Avantage	Risque ou inconvénient
Moindre coût de la location de matériel et de logiciels informatiques par rapport à l'achat d'équipements (économies de gamme et d'échelle et diminution des investissements en faveur des dépenses de fonctionnement)	Augmentation des dépenses liées à la communication (opérateurs de télécommunications et FAI)
Diminution des dépenses liées à la gestion informatique en interne	Augmentation des dépenses liées à la migration et à l'intégration des données
Plus grande flexibilité en matière de capacité de stockage et de traitement fournie à la demande	Moindre maîtrise des données et des applications
Plus grande flexibilité et facilité d'accès aux données et aux services	Craintes en matière de sécurité et de confidentialité des données
Mise à jour des logiciels immédiate et gratuite	Manque de fiabilité des services, par exemple en cas de défaillance d'une infrastructure informatique ou de l'alimentation électrique
Plus grande fiabilité et sécurité de la gestion des données et des services	Verrouillage (interopérabilité et portabilité des données limitées) exercé par les fournisseurs sur les marchés non concurrentiels

Source: CNUCED.

où la demande de ressources informatiques varie beaucoup et d'une manière imprévisible, ou encore de celles qui peuvent dégager une forte valeur ajoutée d'une exploitation plus efficace des données et des opportunités de marché. Le résultat de l'évaluation faite par l'entreprise ou l'organisation dépendra aussi de l'environnement économique et en matière de communications dans lequel elle évolue.

L'entreprise ou l'organisation cliente potentielle du nuage doit réfléchir à la façon de résoudre un certain nombre de problèmes liés au transfert de services importants dans le nuage. Elle doit examiner toutes les solutions infonuagiques à sa disposition et trouver celle qui répond le mieux à ses besoins. Bien qu'il n'entre pas dans le champ du présent Rapport de faire des recommandations techniques, les entreprises et les organisations peuvent réfléchir à ce qui suit:

- Opter pour une solution de nuage public, privé, communautaire ou hybride?
- Opter pour une solution nationale, régionale ou mondiale?
- Quelles activités et données transférer (en tenant compte des problèmes liés à la protection des données et à la confidentialité)?
- Quels changements sont nécessaires au sein de l'organisation et quels processus d'entreprise doivent être reformulés afin de bénéficier pleinement de la transition?
- Comment une telle décision peut-elle se répercuter sur les besoins en informatique, sur la passation des marchés et sur les compétences au sein de l'organisation?
- Quelles sont les conséquences juridiques des différentes solutions?

Les services en nuage ont le potentiel d'améliorer l'efficacité; c'est là une incitation de taille pour les organisations des secteurs public et privé. Néanmoins, il y a des arbitrages importants à réaliser, par exemple entre les baisses de coûts d'une part et les risques liés à la protection et à la confidentialité des données d'autre part. Les différents clients évalueront les possibilités et les risques différemment et feront donc des choix différents. Comme cela est précisé au chapitre III, on observe des différences en matière de stratégies d'adoption y compris entre grandes entreprises aux États-Unis et en Europe continentale respectivement, ce qui reflète des différences de préférences et dans l'évaluation des risques. De même, plusieurs facteurs se conjuguent pour que l'adoption du nuage dans les pays à faible revenu

apparaisse moins facile que dans des pays plus avancés. La forme future de l'économie infonuagique à l'échelon mondial, mais aussi ses configurations régionales et nationales, seront également influencées par les politiques publiques.

B. RECOMMANDATIONS AUX GOUVERNEMENTS

Les gouvernements ont tout intérêt à anticiper le développement de l'écosystème de l'économie infonuagique. Alors que pour l'instant aucune analyse statistique n'a été réalisée sur le lien entre économie infonuagique et croissance économique, il semble probable que les premières entreprises qui adopteront l'informatique en nuage se procureront un avantage concurrentiel en réalisant des économies, en exploitant de nouveaux débouchés et en participant à des processus d'apprentissage.

Rien, dans les politiques publiques et la réglementation, ne s'oppose à la migration vers le nuage. Ces politiques devraient chercher à créer un cadre qui permette aux entreprises et aux organisations désireuses de transférer leurs données et leurs services vers le nuage de le faire facilement, d'une manière sûre et de façon à permettre l'introduction de nouveaux services en nuage à l'échelon national, c'est-à-dire à un niveau où les infrastructures nécessaires de soutien existent. Parallèlement, les solutions infonuagiques ne sont pas systématiquement préférables. Enfin, cette technologie peut être exploitée de multiples façons. Les gouvernements devraient s'efforcer de faciliter les approches qui semblent les mieux à même de procurer le plus d'avantages économiques à leur pays.

Le reste de la présente partie est consacré aux recommandations utiles pour les gouvernements des pays en développement et à leurs partenaires de développement qui souhaitent mettre le potentiel du nuage au service du développement. Ces recommandations concernent aussi bien le côté de l'offre que de la demande dans l'écosystème de l'économie infonuagique.

1. Conception de politiques infonuagiques stratégiques

Les politiques infonuagiques publiques devraient s'enraciner dans une solide compréhension de l'utilisation des TIC et du nuage. Pour cela, des travaux de recherche et d'analyse sont nécessaires. Les

gouvernements doivent avoir une bonne perception de la diversité des modèles d'affaires et des services existant dans le nuage, de la multiplicité des clients de ces services et de la complexité de l'écosystème de l'économie infonuagique décrite dans le présent Rapport (chapitre I). Ces perceptions doivent ensuite être intégrées afin d'adapter les approches retenues à la situation de chaque pays et être harmonisées avec le cadre stratégique mis en place pour le développement économique national et l'exploitation des TIC.

a) Évaluer l'état de préparation au nuage du pays

Étant donné qu'il n'existe aucune stratégie qui permette à elle seule de tirer profit du nuage, les gouvernements devraient commencer par évaluer soigneusement la situation dans leur pays afin d'identifier le meilleur moyen de préparer ce dernier à l'exploitation des possibilités offertes par le nuage et de remédier aux inquiétudes suscitées par la généralisation de l'informatique en nuage. Dans le présent Rapport, un certain nombre d'outils ont été identifiés qui peuvent démontrer leur utilité dans ce contexte (voir chapitre II). En outre, il peut être indiqué de mettre sur pied un groupe de travail national constitué de représentants des différents acteurs du secteur (ministères et organismes publics concernés, entreprises du secteur privé intéressées du côté de l'offre et de la demande de l'économie infonuagique, société civile et autres parties prenantes). L'évaluation effectuée par ce groupe de travail devrait permettre d'identifier les obstacles et les lacunes auxquels il faut remédier avant de pouvoir exploiter efficacement l'informatique en nuage et en trouver les modèles économiques les plus avantageux¹.

L'évaluation des objectifs politiques doit passer avant tout par la collecte d'éléments fiables qui témoignent de l'état de préparation au nuage et de la situation économique du pays. Dans la plupart des pays en développement, les informations quantitatives sont rares sur l'adoption du nuage ou sur la façon dont les entreprises voient le phénomène. Des données empiriques, notamment celles provenant d'études sur les perceptions et la pratique en vigueur du côté de la demande de services, pourraient aider les responsables politiques à mieux comprendre les besoins des différentes catégories de la clientèle des services infonuagiques. Des connaissances de référence provenant de ces sources fourniront aussi bien aux ministères qu'aux entreprises locales une plate-forme

de meilleure qualité à partir de laquelle prendre des décisions qui tiendront également compte du contexte.

b) Élaborer une stratégie infonuagique nationale

Sur la base de l'évaluation décrite plus haut, une stratégie infonuagique nationale pourrait être élaborée. Il pourrait s'agir d'un document d'orientation distinct ou faisant partie intégrante de la stratégie nationale en matière de TIC. Dans un cas comme dans l'autre, il est indispensable que la stratégie infonuagique soit cohérente avec celle relative aux TIC et que l'on crée des synergies. Cette stratégie devrait aussi être reliée à une stratégie nationale en matière de haut débit, lorsqu'elle existe.

Une stratégie nationale distincte peut être parfaitement adaptée aux pays en développement qui prévoient une utilisation importante de l'informatique en nuage par l'administration et qui sont dotés d'un marché d'une taille suffisante pour permettre la fourniture locale de services en nuage ou qui disposent déjà d'un secteur très développé de la sous-traitance de services informatiques et d'activités des entreprises. Ailleurs, comme au Kenya (voir encadré V.1), il est peut-être plus indiqué d'intégrer la dimension infonuagique à des stratégies plus larges de développement des TIC. De nombreuses mesures nécessaires à la création d'un environnement propice à l'informatique en nuage – amélioration de l'infrastructure et des cadres législatif et réglementaire, mais aussi des compétences informatiques de base – sont également recommandées dans les programmes relatifs à la contribution des TIC au développement.

Une étude auprès de ses 58 pays membres, réalisée en 2013 par la Commission économique et sociale pour l'Asie et le Pacifique, parvenait à la conclusion suivante: 14 pays avaient déjà adopté une stratégie spécifique ou bien avaient intégré l'informatique en nuage en bonne place dans leur stratégie globale de développement des TIC². Ce groupe fédère aussi bien des pays de l'OCDE que des PMA. En outre, la Commission du haut débit au service du développement numérique a déclaré qu'au milieu de l'année 2013, on dénombrait 134 plans nationaux pour le haut débit, quoi que de type et de qualité variables, tandis qu'il était encore nécessaire d'évaluer dans quelle mesure ces plans traitaient l'informatique en nuage en tant que telle (Commission du haut débit au service du développement numérique, 2013)³.

Encadré V.1. Promotion de l'économie infonuagique au Kenya

La mise en œuvre de services en nuage au Kenya reflète, certes, les tendances mondiales en matière de mandats de service et de modèles de déploiement, mais sa réussite est fonction de la situation locale. Actuellement, la plupart des services en nuage proposés sont la sauvegarde et l'archivage de données, et la reprise d'activité après sinistre, à savoir principalement des services IaaS. Alors que l'adoption de l'informatique en nuage par les PME kenyanes n'en est qu'à ses premiers balbutiements, toutes les grandes sociétés cotées à la Bourse de Nairobi ont commencé à transférer dans le nuage certains de leurs services, comme la messagerie, la paye, la comptabilité, les ressources humaines et la gestion de la relation client. Les grandes entreprises se disent principalement préoccupées par la sécurité et la confidentialité des données, et la fiabilité du service. Le manque de connaissances et de confiance, le coût élevé des services à haut débit et un accès limité à l'électricité sont autant de facteurs qui font obstacle à l'adoption du nuage par les PME.

Le Gouvernement kenyan reconnaît les avantages potentiels de l'informatique en nuage pour l'ensemble de l'économie et il a conçu une stratégie destinée à en éliminer les contraintes. Dans ce domaine, le gouvernement s'appuie sur la politique nationale des TIC lancée en 2006, qui a consisté à développer des applications à visée de gouvernance, sociales et économiques.

L'économie infonuagique est encouragée par le biais de diverses actions. Les pouvoirs publics ont notamment pour priorité essentielle d'élargir l'infrastructure de haut débit à grande échelle au niveau national. Le gouvernement a investi dans des projets internationaux de fibre optique sous-marine et dans un réseau national de fibre optique. En outre, la Commission des Communications du Kenya a pris des mesures en faveur de la concurrence, afin de faciliter l'expansion du réseau tout en réduisant les coûts et en améliorant la qualité du service. Par ailleurs, la suppression de certaines taxes sur les biens et les services informatiques a fait baisser le prix des ordinateurs, des logiciels et des téléphones portables, ce qui a contribué à accroître l'utilisation des TIC dans le pays.

Comme cela est précisé au chapitre III, le gouvernement a aussi créé des centres de données nationaux qui répondront aux besoins du gouvernement et fourniront, de façon neutre, des services SaaS aux citoyens et à une clientèle privée. Pour sensibiliser les citoyens et les consommateurs, certains services d'administration en ligne ont été transférés dans le nuage, tandis que le gouvernement est devenu l'un des plus grands utilisateurs du nuage au Kenya. La prochaine étape consistera à adopter une législation relative à la protection des données, qui devrait bientôt être présentée au Parlement.

Source: Research ICT Africa (2013).

Qu'elles portent sur les TIC en général, sur le haut débit ou sur l'économie infonuagique en particulier, ces stratégies devraient bénéficier de l'éclairage apporté par une vaste gamme de ministères et pas uniquement ceux dont l'activité touche à la communication. Les ministères du commerce et du développement économique ont un rôle important à jouer dans ce contexte, tout comme les ministères de l'éducation et de la recherche. Les ministères des finances doivent eux aussi participer, en raison des incidences de l'économie infonuagique sur la fiscalité, la création d'emplois et la croissance économique, tandis que les ministères de la justice devraient participer au développement d'un système législatif et réglementaire adapté. Les stratégies adoptées devraient aussi être le fruit d'échanges étroits avec d'autres acteurs, par exemple dans le cadre d'un groupe de travail, comme cela est évoqué plus haut.

Comme cela est expliqué au chapitre III, l'adoption du nuage peut aussi avoir des conséquences moins

souhaitables. Par exemple, certains emplois dans les entreprises de services en nuage chargées de la relation avec le client peuvent être délocalisés et la demande de services proposés par les PME locales dans le secteur informatique peut baisser lorsque les utilisateurs optent pour des prestataires internationaux. Ces aspects négatifs doivent être évalués dans toute stratégie, au même titre que les avantages.

En ce qui concerne sa portée, toute stratégie infonuagique devrait comporter des mesures sur les principaux domaines suivants, au minimum: infrastructure, questions juridiques et réglementaires, offre économique, ressources humaines, utilisation du nuage par les pouvoirs publics et conséquences financières. Elle devrait aussi décrire le rôle des partenaires du développement, fixer des objectifs réalistes et établir les responsabilités au stade de la mise en œuvre et du suivi, dans le but de réaliser des gains macroéconomiques – gains de productivité, création d'emplois, innovation et croissance économique. Ces questions sont abordées plus loin.

2. Surmonter les problèmes d'infrastructure

La réalisation du potentiel de l'informatique en nuage dépend des mesures qui seront prises pour résoudre un ensemble de problèmes liés aux infrastructures, tels qu'ils sont abordés ci-dessous.

a) Améliorer la fiabilité de l'infrastructure de haut débit

Dépourvue de réseaux à haut débit fiables, l'économie fonuagique ne peut avoir que des retombées limitées sur l'économie d'un pays donné. Les gouvernements des pays en développement facilitent de plus en plus le déploiement de réseaux à haut débit, souvent grâce à des partenariats public-privé, à des financements publics ou à des emprunts auprès d'institutions financières internationales. Les connexions internationales à haut débit se sont améliorées dans la plupart des pays, surtout grâce à un meilleur accès aux câbles sous-marins. En outre, on consacre aujourd'hui plus d'attention aux réseaux nationaux à haut débit et aux interconnexions régionales (par exemple pour les pays africains sans littoral). Pour permettre un accès continu aux données et aux services dans le nuage, il faut prêter attention aux dorsales et aux liaisons terrestres, mais aussi aux réseaux d'accès local, qu'ils soient filaires (lorsqu'ils sont disponibles) ou non filaires (pour la majorité des utilisateurs des pays en développement, sur le court à moyen terme).

En même temps, les différents services en nuage n'ont pas les mêmes besoins en matière de communication. Certains nécessitent une importante circulation de données, mais ne sont pas sensibles aux débits, tandis que d'autres – comme les services plus perfectionnés de gestion de la relation client ou financiers – doivent pouvoir s'appuyer sur des infrastructures fiables et de grande qualité, capables d'exécuter des applications complexes en temps réel. Le haut débit sans fil, qui prédomine dans de nombreux pays en développement, n'offre pas les mêmes capacités, actuellement, que les solutions filaires. Les solutions mondiales et locales en nuage public ou privé sont susceptibles d'avoir des besoins différents en termes d'infrastructure. Lorsque les communications internationales sont peu fiables ou très coûteuses, les centres de données locaux sont privilégiés par rapport aux centres internationaux (UIT-D, 2012). En revanche, rares sont les pays en

développement qui sont dotés de centres de données et de fournisseurs de services locaux. Comme le faisait remarquer un chef d'entreprise concernant la situation au Kenya⁴:

Pour l'instant, nous devons nous accommoder d'hôtes étrangers [...] Leurs produits ont plusieurs longueurs d'avance sur les nôtres, ils sont à la pointe du progrès en matière d'innovation et sur le point d'améliorer encore leurs offres. Sans compter que leurs prix sont plutôt raisonnables. [...] Il y a juste un problème, c'est qu'ils se trouvent sur d'autres continents! Ils n'ont pas de centres de données près d'ici. Lorsque j'héberge mes services chez eux, mes données doivent franchir plusieurs océans avant de parvenir à mon client. Les câbles sous-marins en fibre optique subissent souvent des coupures et ceux qui comptent sur ces infrastructures pour la gestion de leurs données sont parfois condamnés à attendre des jours et des jours jusqu'à ce que les choses reviennent à la normale. Ça n'est pas une solution pour l'innovation – dont on aura besoin, qu'on le veuille ou non, pour faire prospérer le reste de l'économie. Plus nous serons prompts à reconnaître que nous sommes face à une véritable industrie, mieux nous nous porterons. Nous devons investir dans des structures de soutien à cet écosystème dont nous n'arrêtons pas de parler.

b) Veiller à la qualité

Les applications en nuage sont plus exigeantes en ce qui concerne la qualité des réseaux à haut débit que de nombreuses autres applications informatiques. L'utilisateur est en effet très sensible aux vitesses de téléchargement descendant et ascendant, et au temps d'attente. Un faible temps d'attente est particulièrement important lorsque le service doit être fourni en temps réel. La redondance des réseaux est également essentielle si l'on veut que l'accès aux données et aux services ne soit pas désactivé en raison de catastrophes naturelles, d'accidents, d'une défaillance de l'équipement ou d'actes de délinquance. Comme cela est précisé au chapitre II, de nombreux pays en développement pâtissent actuellement d'une qualité de service insuffisante de leurs réseaux qui se caractérise par des temps d'attente élevés et des vitesses de téléchargement ascendant basses, deux goulets d'étranglement critiques.

Afin de pouvoir prendre des décisions éclairées, les gouvernements devraient améliorer la façon dont la qualité du service est mesurée sur les réseaux à haut débit. De telles mesures sont dans l'intérêt de tous les acteurs. Les autorités de réglementation mandatées

pour représenter les intérêts des consommateurs ont besoin d'informations pour fixer des normes, définir des politiques et résoudre les conflits en s'appuyant sur des éléments concrets. Les entreprises réglementées ont besoin d'informations sur leurs performances, en particulier par rapport à d'autres opérateurs, afin d'augmenter autant que possible leur chiffre d'affaires. Les consommateurs ont eux aussi besoin d'informations pour faire un choix éclairé de prestataire de services et de plans relatifs au haut débit, mais aussi pour déposer des réclamations (Epitiro, 2011). Dans ce contexte, plusieurs approches peuvent être envisagées pour obtenir les chiffres les plus précis possible (voir encadré V.2).

c) Rendre les connexions plus abordables financièrement

Le prix des connexions doit être concurrentiel afin d'éviter que des coûts de communication élevés annulent les avantages financiers liés au stockage de données et à l'utilisation d'applications dans des centres de données à locataires multiples. Tandis que le coût des communications à haut débit dans les pays développés est désormais relativement faible, cela n'est pas le cas dans de nombreux pays en développement (voir chapitre II). Afin de résoudre le problème de l'accessibilité financière, il faut veiller au rôle des opérateurs de réseaux, des points d'échange Internet et de la réglementation afférente⁵.

d) Mettre en œuvre des règlements efficaces relatifs aux communications

Les améliorations relatives aux infrastructures évoquées plus haut sont des conditions essentielles au bon fonctionnement de tous les TIC dans les pays en développement, pas uniquement de l'informatique en nuage. Elles doivent aussi s'accompagner d'une réglementation adaptée, efficace et indépendante des marchés des télécommunications. Cela passe par une libéralisation des échanges et une intervention réglementaire en faveur de la concurrence. Des marchés des TIC concurrentiels et compatibles, dont la réussite est rendue possible par des autorités de réglementation indépendantes, devraient fournir des services de plus grande qualité, plus fiables et plus abordables financièrement. À mesure que le haut débit se répand dans les pays en développement qui dépendent de réseaux non filaires, les responsables de l'élaboration des politiques et les autorités de

réglementation doivent mettre des fréquences radios à la disposition des opérateurs de télécommunications afin que les services en nuage soient accessibles de façon fiable par le biais des réseaux non filaires, qui sont actuellement la norme en matière de connexions dans les pays en développement.

e) Promouvoir la création de points d'échange Internet (IXP)

Il faudrait aussi créer des IXP afin de réduire le coût de l'accès à Internet et de raccourcir les temps d'attente. Il existe différents types d'IXP (voir chapitre II). Au lieu de prescrire le modèle à appliquer, les pouvoirs publics auraient plutôt intérêt à mettre l'accent sur le soutien à un environnement qui favorise une concurrence loyale et à mettre en place un dispositif de licences qui permettrait la réussite des IXP (Ryan et Gerson, 2012). L'une des principales difficultés à cet égard est de garantir une collaboration efficace avec les FAI dans chaque pays. Comme il était précisé au chapitre II, l'Afrique a besoin de plus d'IXP. L'Union africaine a obtenu un soutien financier qui devrait l'aider à remédier à cette situation (voir encadré V.3).

f) Garantir un approvisionnement fiable en électricité

L'infrastructure électrique est un autre goulet d'étranglement crucial qui freine l'adoption du nuage dans de nombreux pays. Les coupures d'électricité périodiques, qui perturbent la communication entre l'internaute et le prestataire des services – mais aussi entre différents prestataires – sont un problème grave. Les coupures de courant sont répandues dans les pays en développement, tandis que les petits pays s'approvisionnent souvent en grande partie auprès de leurs voisins. Pour les pays qui aspirent à abriter des centres de données internationaux, qui consomment des quantités conséquentes d'électricité, l'accès à une source d'électricité fiable est encore plus important (voir plus loin).

3. Renforcer le cadre juridique

Une stratégie infonuagique nationale doit résoudre un certain nombre de problèmes juridiques et réglementaires en veillant à ce que les intérêts des utilisateurs soient correctement protégés. La question de la protection et de la sécurité des données figure parmi les préoccupations les plus fréquemment

Encadré V.2. Méthodes de mesure de la qualité des services à haut débit

Les méthodes de mesure de la qualité de service utilisées par différents acteurs offrent des avantages et des inconvénients (Wattegama et Kapugama, 2009).

- Les méthodes de mesure utilisées par les **consommateurs indépendants** manquent généralement d'uniformité, ce qui rend les comparaisons et la représentativité difficiles. Un certain nombre de facteurs (systèmes d'exploitation, navigateurs et ordinateurs infectés par des virus) peut réduire la précision des résultats. Quoiqu'il en soit, les initiatives émanant des consommateurs sont précieuses car elles obligent les opérateurs des réseaux à rendre des comptes.
- Les **opérateurs de réseaux** établissent généralement des diagnostics dans le cadre de leurs procédures internes de contrôle de la qualité. Toutefois, ils étudient souvent les segments du réseau offrant la meilleure connectivité plutôt que les performances moyennes de ce dernier^a. Par conséquent, ces diagnostics peuvent être très différents de l'expérience qu'ont les internautes du réseau.
- Un certain nombre **d'autorités nationales de réglementation** mesurent les performances du haut débit. En plus des problèmes liés aux ressources nécessaires pour ce faire, ces autorités sont confrontées à la difficulté d'adopter une méthode solide et de présenter les résultats de leurs analyses de façon transparente et facilement compréhensible par le grand public.

Plusieurs méthodes servent actuellement à mesurer la qualité du haut débit. Le système «SamKnows» (<http://www.samknows.com>) est un dispositif matériel qui a été adopté par le Royaume-Uni, la Commission européenne, les États-Unis et Singapour. Il s'agit en l'occurrence d'un boîtier directement relié au réseau de l'internaute qui met à profit les temps morts sur le réseau pour exécuter une batterie de tests. Bien que cette méthode soit moins intrusive pour le réseau et qu'elle soit très précise, elle est trop onéreuse pour être généralisée. Certaines autorités de réglementation exécutent des tests logiciels, tandis que d'autres fixent des niveaux de performances et demandent aux opérateurs de publier périodiquement les résultats de leurs tests dans ce domaine. Le cas échéant, elles leur appliquent des pénalités financières. Parmi les logiciels utilisés, on peut citer Ookla, Speed Test, AT Tester, mais il existe aussi des solutions développées en interne.

Quelle que soit la méthode adoptée, certains principes devraient être pris en compte.

- **Étendue de la mesure.** La méthode adoptée doit permettre de mesurer de multiples éléments. Les vitesses de téléchargement descendant et ascendant, et les temps d'attente sont particulièrement pertinents pour les services en nuage.
- **Variations chronologiques.** Des tests doivent être exécutés sur une période de temps donné, sur plusieurs jours (jours de la semaine et fins de semaine) et sur des intervalles de temps multiples, chaque jour.
- **Taille des fichiers.** Les vitesses de téléchargement descendant et ascendant doivent être testées sur des fichiers qui consomment, dans l'idéal, la totalité de la bande passante, afin de rendre la mesure plus précise.
- **Disposition de l'utilisateur à participer aux tests.** Les applications de bureau qui peuvent exécuter des tests de vitesse sont très précises. Toutefois, les utilisateurs ne veulent pas toujours télécharger de telles applications parce qu'ils craignent pour la sécurité de leurs données. Par conséquent, l'adoption de tels logiciels risque de rester limitée.
- **Caractéristiques du réseau.** L'expérience de la qualité de service est notamment fonction du support physique utilisé pour l'accès au réseau (cuivre, fibre optique) et de l'éloignement de la station d'échange ou de base. Dans le cas des réseaux sans fil, le nombre d'utilisateurs d'une station de base peut varier. Par conséquent, lorsque les performances d'un pays en matière de haut débit sont calculées sur un site seulement, cela fausse les résultats au niveau du pays lui-même. Pour des raisons de transparence, il est peut-être préférable de donner des résultats correspondant à une grande ville ou à une localité donnée plutôt qu'à l'ensemble du pays.

En Asie, une méthode conçue par LIRNEasia et l'Indian Institute of Technology de Madras a servi à tester la qualité du service haut débit. Le logiciel mesure cette qualité selon plusieurs critères (vitesses de téléchargement descendant et ascendant, temps de transmission aller-retour, jigue, perte de paquets et disponibilité) et sur six créneaux horaires par jour, plusieurs jours par semaine, y compris les fins de semaine (Galpaya et Zuhyle, 2011). Ce logiciel est à même d'exécuter des tests sur différents paramètres – au sein du réseau du FAI, sur le territoire national (dans le pays, mais par l'intermédiaire d'un serveur situé sur le réseau d'un FAI différent) et à l'international. Cette distinction peut aider à repérer les segments du réseau qui posent problème.

Encadré V.2. Méthodes de mesure de la qualité des services à haut débit (suite)

À l'occasion d'une réunion en 2012, le Groupe d'experts sur les indicateurs des télécommunications/TIC de l'UIT^a s'est mis d'accord sur deux indicateurs de qualité de service concernant les connexions à haut débit fixe (délai d'activation du service et nombre de réclamations par 100 abonnements) et sur un indicateur de qualité de service concernant le haut débit mobile (nombre de réclamations par 100 abonnements). Ces trois indicateurs seront intégrés aux statistiques collectées par l'UIT. L'indicateur sur la vitesse de transmission des données devrait être mesuré à l'échelon national (vitesses de téléchargement ascendant et descendant) pour le haut débit fixe et mobile. D'autres indicateurs, comme la jigue, le débit d'alimentation, la perte de paquets et les temps d'attente, devrait être mesuré à l'échelon national au moyen d'un échantillon représentatif et d'une méthode attestée, comme celle développée par LIRNEasia.

Source: CNUCED.

^a Le réseau d'accès n'est qu'un élément de la connexion de bout en bout. Si la qualité de service du réseau d'accès est facile à mesurer, elle ne reflète pas pour autant l'expérience qu'en fait l'internaute.

^b Le Groupe d'experts sur les indicateurs des télécommunications/TIC de l'UIT est ouvert à tous les membres de l'Organisation et aux spécialistes des statistiques et de la collecte de données de TIC (voir <http://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/definitions/default.aspx>; consulté le 14 octobre 2013).

invoquées. La plupart des pays en développement ne disposent pas encore des lois qui leur permettraient de résoudre ces problèmes. Bien qu'il ne soit pas indispensable d'élaborer des lois et des règlements visant spécifiquement l'informatique en nuage, certains domaines, tels que la confidentialité et la protection des données, la sécurité de l'information et la cyberdélinquance, doivent manifestement faire l'objet de réformes, mais aussi de lois et de règlements dans les pays en développement. Si les pays mettent en place une législation de ce type, les entreprises locales, y compris les plus petites, auront de nouvelles occasions d'innover dans les services et les applications, en cherchant à développer leurs exportations mais aussi à conquérir le marché intérieur. Alors que le droit public est essentiel pour protéger les droits fondamentaux des utilisateurs finals, les contrats de droit privé conclus entre les prestataires de services en nuage et leurs clients ont des incidences directes sur le fonctionnement de l'économie infonuagique. Les gouvernements peuvent aussi souhaiter réfléchir aux recommandations suivantes.

a) Évaluer la pertinence de la législation en vigueur

Un point de départ important consiste à examiner la législation en vigueur afin de voir si elle répond de façon adéquate aux diverses questions liées à l'adoption du nuage et à envisager des solutions pour améliorer le cadre juridique existant. Certaines organisations internationales, dont la CNUCED, peuvent apporter leur aide dans ce domaine.

b) Éclaircir la situation concernant l'emplacement des données

De nombreux gouvernements et d'autres clients du nuage s'inquiètent beaucoup de la sécurité des données. Ces préoccupations sont surtout vives lorsque les données sont conservées dans des serveurs qui se trouvent dans d'autres pays. Plus particulièrement, on se préoccupe à l'idée que des données nationales stockées à l'étranger deviennent plus accessibles à des tiers (y compris aux gouvernements de ces autres pays). Parallèlement, il

Encadré V.3. Projet African Internet Exchange System

En 2012, la Commission de l'Union africaine a signé un accord avec la coopération luxembourgeoise portant sur la mise en œuvre du projet African Internet Exchange System financé par le Fonds fiduciaire UE-Afrique pour les infrastructures et le Gouvernement luxembourgeois. Ce projet vise à créer des IXP dans les États membres de l'Union africaine. Dans le cadre de ce projet, il est également prévu de permettre la visualisation de données en temps réel et l'historique du trafic grâce à un système sur le Web, et à élaborer une formation de certification sur les technologies d'échange Internet. Une première réunion du comité de coordination a eu lieu en mai 2012. L'aide technique et au renforcement des capacités dans la création des points d'échange régionaux devait commencer en 2013.

Source: Union africaine. Disponible à l'adresse <http://pages.au.int/axis/about> (consulté le 14 octobre 2013).

est important que les règlements ne pèsent pas sur les gains économiques potentiels lorsqu'il n'existe aucune menace réelle sur la sécurité dans la pratique. L'analyse de cet équilibre est délicate à réaliser et les solutions ne sont pas simples. Dans la suite qu'ils donnent à cette question, les gouvernements peuvent réfléchir à la valeur des centres de données qui se trouvent sur place, ainsi qu'à la possibilité pour ces centres d'être en interaction avec des fournisseurs du secteur privé, dans des configurations hybrides (public-privé, local-mondial). De telles idées sont analysées aussi bien dans les pays développés qu'en développement. En Europe, par exemple, des voix se font entendre au plus haut niveau des États pour demander la mise en place d'un nuage européen sécurisé⁶ tandis que le Gouvernement français a lancé un projet de nuage national, afin de proposer une autre source de prestation de services aux entreprises françaises et européennes⁷.

c) Faciliter les transactions et les paiements électroniques

Le modèle économique de paiement à l'usage qui est utilisé dans de nombreux services en nuage doit être encadré sur le plan juridique et réglementaire pour pouvoir s'appliquer aux transactions et aux paiements électroniques. Les micropaiements sécurisés sont une composante essentielle de nombreux services infonuagiques, notamment de ceux qui pourraient offrir de nouveaux débouchés aux PME des pays en développement.

d) Résoudre la question de la cybersécurité

L'utilisation croissante du nuage accroît la demande en solutions de sécurité adaptées. Les données, concentrées sur quelques sites seulement, sont une cible de prédilection pour les cyberdélinquants. En outre, l'existence de lois et de dispositifs réglementaires différents dans divers pays accroît la complexité de la sécurité des données dans le nuage. Tous les acteurs concernés doivent prendre des mesures limitant la vulnérabilité de leurs systèmes. Les gouvernements doivent élaborer des lois et des règlements contre la cyberdélinquance et pour la protection des données qui tiennent convenablement compte des vulnérabilités du nuage (voir chapitre IV). Les fournisseurs de services en nuage doivent faire appel à des dispositifs solides de sécurité. Les utilisateurs finals sont aussi responsables et se doivent d'être prudents lorsqu'ils utilisent des services en nuage (et plus généralement lorsqu'ils

navigent sur Internet)⁸. Les pays devraient aussi poursuivre leurs efforts de mise en place d'équipes d'intervention informatique d'urgence pour gérer les incidents liés à la sécurité et les risques, et pour veiller à ce que les autorités responsables soient informées de toute tentative d'atteinte à la sécurité.

e) Tenir compte des dispositions juridiques internationales

La mise en conformité des lois nationales concernées avec des instruments et des modèles juridiques internationaux est fortement recommandée en vue d'aboutir à un ensemble internationalement harmonisé de lois et de règlements (voir chapitre IV). Les gouvernements devraient surveiller l'évolution de la réglementation dans le domaine de l'informatique en nuage afin de pouvoir s'adapter correctement à la transformation des marchés et des technologies. Compte tenu des ressources limitées dont disposent de nombreux gouvernements de pays en développement, les ensembles économiques régionaux ont la possibilité de conseiller les gouvernements, avec le soutien financier des partenaires internationaux de développement, le cas échéant.

4. Identifier les potentialités en matière d'offre

Toute stratégie nationale ne devrait pas se limiter aux répercussions de l'infonuagique sur les clients potentiels des secteurs public et privé. Trois éléments porteurs en particulier ont été traités au chapitre III: la création de centres de données nationaux et de services afférents, la création possible de services d'agrégation et les perspectives de développement de nouveaux services en nuage pour le marché intérieur et pour les exportations.

a) Étudier les débouchés de la création de centres de données nationaux et de la fourniture de services en nuage

Au niveau mondial, le marché de l'informatique en nuage est dominé par un petit nombre de très grandes sociétés qui ont presque toutes leur siège aux États-Unis (voir chapitre II). En outre, il a été estimé que pas moins de 85 % des centres de données proposant des services de colocation se trouvent dans des pays développés (voir chapitre II). De nombreux gouvernements et entreprises des pays en développement sont donc confrontés à des problèmes de sécurité et de contrôle des données

et des applications critiques. Ce phénomène soulève aussi la question de la dépendance des pays en développement vis-à-vis des pays développés en ce qui concerne la gestion de ressources informatiques vitales au développement social et économique des premiers, un phénomène que l'on peut considérer comme une nouvelle dimension de la fracture numérique.

Les fournisseurs mondiaux de services en nuage, notamment aux États-Unis, ont l'avantage d'avoir été les premiers sur le marché et d'avoir pu réaliser des économies d'échelle. Tandis que ces mêmes avantages peuvent représenter des obstacles considérables à l'entrée pour de nouveaux concurrents, les sociétés informatiques locales des pays en développement peuvent trouver des débouchés dans l'économie infonuagique soit de façon indépendante, soit en travaillant avec des fournisseurs internationaux. Certains de ces débouchés proviennent du souhait des clients d'exercer un contrôle plus étroit sur leurs données et leurs applications. Comme cela est expliqué plus haut, le coût élevé des communications internationales peut aussi favoriser la fourniture de centres de données locaux.

Plusieurs pays en développement promeuvent activement le développement de centres de données nationaux soit par des entreprises du secteur informatique, soit par les pouvoirs publics eux-mêmes (voir chapitre III). Les centres de données proposant le stockage de données et d'applications commerciales peuvent desservir soit uniquement le marché intérieur, soit être aussi orientés à l'exportation. C'est dans les pays en développement dotés d'un important marché intérieur que les centres de données nationaux sont les plus susceptibles de se développer, comme au Brésil, en Chine, en Inde, au Nigéria et en Afrique du Sud. Les gouvernements qui souhaitent favoriser le développement de centres de données tournés vers les marchés internationaux doivent être particulièrement vigilants à la question de l'approvisionnement en électricité et de l'infrastructure de communication, aux dispositions relatives à la cybersécurité et au coût de des connexions internationales à haut débit.

b) Envisager d'intégrer les activités infonuagiques aux stratégies de promotion de l'investissement direct étranger

Il conviendrait que les pays offrant de bonnes conditions à la prestation de services en nuage intègrent les activités infonuagiques à leurs stratégies nationales en

faveur de l'investissement direct étranger. Plusieurs pays développés se vendent activement eux-mêmes comme des destinations stratégiques pour la création de centres de données internationaux. Certains pays en développement sont à même d'offrir des conditions intéressantes dans ce domaine. Les prestataires étrangers peuvent aussi être intéressés à soutenir le développement de la capacité du pays à stocker et à traiter des données.

c) Étudier les débouchés des services d'agrégation et de courtage

Les clients des services infonuagiques ont souvent tendance à travailler avec plusieurs prestataires pour répondre à des besoins différents. Des débouchés sont apparus pour des services d'agrégation, qui ont pour fonction de regrouper pour le compte de leurs clients les services proposés par différents fournisseurs, mais aussi pour des services de courtage, qui proposent des conseils sur les meilleures solutions infonuagiques qui s'offrent aux différentes entreprises. Cette activité offre des débouchés aux entreprises informatiques des pays en développement ayant une bonne connaissance de la situation locale. Les responsables des politiques peuvent nouer le dialogue avec les entreprises locales spécialisées dans ce secteur sur les principaux débouchés et obstacles rencontrés.

d) Soutenir le développement d'applications dans le nuage qui répondent aux besoins locaux

Un nombre croissant d'entreprises informatiques développent et commercialisent des services en nuage ciblés sur des collectivités nationales ou régionales ou sur des groupes à marché de niche dans ces pays ou régions. Dans les pays à faible revenu où l'informatique en nuage est encore embryonnaire, l'IaaS est souvent la première catégorie de services à faire son apparition. Avec l'amélioration des infrastructures dans les pays à faible revenu et ceux dont le secteur des PME s'étend, et qui disposent ainsi d'un pouvoir d'achat plus important, le marché des SaaS va gagner en importance et devenir dominant comme il l'est déjà dans les pays développés. L'informatique en nuage recouvre une vaste gamme d'activités, depuis la distribution de produits de détails à la fourniture de l'accès aux principales bibliothèques de contenu. Les débouchés pour des entreprises locales peuvent être particulièrement intéressants dans les pays où les connexions internationales sont onéreuses et les temps d'attente importants.

5. Relever le défi des ressources humaines

De nombreux facteurs qui influencent profondément la propension à adopter l'économie infonuagique ne se limitent pas aux services en nuage mais concernent l'ensemble du secteur informatique. Cela est du moins clairement ce qui se passe pour la base de compétences nationales, en particulier dans le secteur informatique lui-même.

Le lien entre éducation et développement des ressources humaines, entreprises et secteur informatique a été abordé dans le Rapport 2010 sur l'économie de l'information (CNUCED, 2010). De nombreux pays en développement ont lutté pour intégrer le développement des compétences informatiques à leur système scolaire et éducatif, particulièrement en raison de la pénurie d'enseignants formés à l'informatique. Par ailleurs, en l'absence des compétences adaptées, aussi bien du côté de l'offre que de la demande, il est difficile d'intégrer correctement de nouvelles applications infonuagiques. Par conséquent, il est important pour les gouvernements, en partenariat avec le secteur privé et celui de l'éducation, de réfléchir à la façon dont la pénurie de compétences dans le secteur informatique et ailleurs peut peser sur la capacité à profiter de l'informatique en nuage, et quelles sont les priorités à établir afin de combler ces lacunes.

Une stratégie nationale pourrait définir les exigences en matière de compétences. Les domaines à étudier sont notamment les suivants:

- Compétences informatiques (matériel et logiciel) pour la gestion de la migration et de l'intégration;
- Compétences de gestion et d'organisation en vue de répondre aux besoins de réorganisation et de reconfiguration des processus de l'entreprise;
- Compétences juridiques et en matière de passation de marchés, afin de veiller à ce que les contrats souscrits auprès des fournisseurs des services en nuage répondent bien aux besoins des utilisateurs.

Les gouvernements et le secteur privé devraient collaborer pour résoudre ces difficultés, depuis la révision des programmes à différents niveaux du système éducatif jusqu'à la formation en interne en passant par le développement de compétences professionnelles spécialisées. Parmi les nombreuses difficultés existantes, les pays en développement sont confrontés à une perte importante de leur personnel informatique qualifié, qui migre vers les pays développés pour y occuper des postes mieux

payés. Il est donc indispensable de prévoir un afflux continu de nouvelles recrues formées en informatique. Les pays qui sauront le mieux tirer parti du potentiel du nuage à longue échéance seront peut-être ceux qui seront le mieux à même de mettre en place un groupe important de chefs d'entreprises qualifiés en informatique qui souhaitent développer des entreprises innovantes en lien avec l'informatique en nuage.

6. Utilisation du nuage par l'administration publique

Les pouvoirs publics peuvent avoir une influence sur le développement de l'économie infonuagique en rendant les services publics accessibles par le nuage. Les États sont les parmi les plus importants – et dans les petits pays en développement souvent les principaux – acquéreurs de matériel et de services informatiques. Le matériel informatique et les licences de logiciels représentent des postes de dépenses importants pour les administrations publiques, tandis que les économies possibles peuvent représenter des motivations importantes pour adopter l'informatique en nuage. Les politiques publiques dans ce domaine sont donc importantes.

a) Examiner le rôle de l'État dans la création de centres nationaux de données

Les gouvernements des pays en développement devraient envisager d'investir directement dans des centres de données en tenant compte de l'expérience d'autres pays dans ce domaine.

b) Améliorer les services d'administration en ligne par le biais du nuage

Souvent, les différents services publics sont fournis par l'intermédiaire du nuage. Dans le domaine de l'éducation, le nuage donne accès à davantage de bibliothèques de contenu. L'infonuagique peut aussi participer à la fourniture de services grand public qui utilisent les données personnelles, comme les services de santé, de fiscalité ou d'aide sociale. De même, des procédés tels que l'enregistrement des entreprises, l'administration des douanes ou le paiement de taxes et de droits de licence sont plus faciles à gérer lorsqu'ils sont fournis en ligne ou par le biais du nuage. Certains gouvernements (comme celui de la Moldova et des États-Unis) ont adopté une démarche qui consiste à exiger des organismes

publics qu'ils réfléchissent à une solution infonuagique avant toute alternative conventionnelle.

Bien que certaines initiatives infonuagiques fassent partie de stratégies publiques globales, dans de nombreux pays, la décision de mettre en place certains services en nuage en particulier est prise au cas par cas par les différents services ministériels. Par conséquent, les services en nuage ne sont plus fournis en continu: cela crée un problème de compatibilité entre des systèmes qui gèrent les affaires des mêmes citoyens et risque donc d'annuler certaines économies de gamme et d'échelle qui auraient pu, sinon, avoir été réalisées.

c) La politique de marchés publics comme outil d'aide au développement du secteur informatique local

Une coordination plus importante des services chargés de la passation des marchés infonuagiques (tout comme d'ailleurs, d'autres services informatiques) est pleinement justifiée⁹. À cet égard, les gouvernements devraient aussi veiller à ce que leurs pratiques en matière de passation des marchés favorisent la participation des prestataires locaux, en particulier des PME. Pour cela, il faut faire preuve de transparence et d'ouverture, et définir des spécifications claires. En outre, le processus peut être adapté de différentes façons, afin de répondre aux qualifications et aux capacités des PME spécialisées dans le logiciel. En même temps, les entreprises informatiques locales ne pourront participer de façon efficace que si elles disposent des compétences et des capacités nécessaires. Par conséquent, il est important de relier les stratégies à des efforts visant à renforcer les capacités de l'industrie locale du logiciel (CNUCED et Ministère fédéral allemand pour la coopération économique et le développement, 2013; CNUCED, 2012a).

7. Mise en œuvre et suivi de la stratégie

Compte tenu de la nature transversale et polyvalente des TIC et de l'informatique en nuage, et de leurs conséquences aussi bien pour la fourniture de services publics que pour la compétitivité des entreprises, il est important d'intégrer efficacement la stratégie infonuagique au plan de développement national. En outre, un plan de mise en œuvre détaillé devrait aussi s'appliquer à l'exécution, au suivi et à l'évaluation de cette stratégie¹⁰. Pour permettre un suivi efficace, des objectifs réalistes et mesurables doivent être fixés

dans chaque domaine au moment de l'évaluation des performances. Le choix de ces indicateurs devrait refléter les débats avec les acteurs concernés, de façon à s'assurer que les objectifs sont partagés avec l'ensemble de la société.

8. Sensibilisation

Une fois la stratégie formulée en collaboration avec les acteurs concernés, il est important de sensibiliser ces derniers au contenu. La confusion et l'incertitude règnent encore sur la signification et les incidences de l'économie infonuagique. Cette méconnaissance s'applique aux fonctionnaires et aux chefs d'entreprise, et elle touche aussi à des questions importantes lorsque l'on cherche à déterminer le potentiel de l'informatique en nuage.

La démystification du nuage, nécessaire pour sensibiliser les entreprises et les économies nationales à ses possibilités mais aussi à ses limites, doit être le fruit des efforts des gouvernements et des associations professionnelles. Les autorités de réglementation peuvent apporter leur aide en publiant des recommandations sur l'application de solutions infonuagiques aux régimes qui relèvent de leur compétence. Les gouvernements devront peut-être renforcer les capacités de divers services ministériels et s'assurer que les lois et les règlements sont correctement promulgués et appliqués, mais aussi favoriser la sensibilisation et l'implication des institutions et des administrations publiques. Les activités de sensibilisation devraient aider les utilisateurs potentiels (y compris les PME) à mieux comprendre les gains que l'on peut tirer du nuage, mais aussi à faire comprendre les coûts et les risques liés à une telle transition. Il peut être par exemple nécessaire de sensibiliser les utilisateurs aux méthodes disponibles de protection des données transmises au nuage et stockées dans ce dernier (par l'encryptage), aux contrats souscrits auprès des fournisseurs et aux politiques publiques vis-à-vis de l'informatique en nuage.

C. RECOMMANDATIONS AUX PARTENAIRES DU DÉVELOPPEMENT

L'écart entre pays développés et pays en développement en matière d'accès aux TIC, autrement dit la fracture numérique, est un sujet de grave préoccupation pour les gouvernements et les

organismes internationaux de développement depuis que le rapport Maitland, «The missing link» (UIT, 1985), a été publié par l'UIT il y aura bientôt 30 ans. Depuis cette époque, toutefois, cet écart a changé de nature. Le fossé autrefois très marqué en ce qui concerne l'accès aux services téléphoniques de base s'est aujourd'hui sensiblement réduit et devrait pratiquement disparaître dans les prochaines années. Il est à présent remplacé par le fossé lié à l'accès à Internet et en particulier aux services à haut débit, c'est-à-dire aux services qui permettent d'utiliser l'Internet à ses pleines capacités et qui ouvrent l'accès à la palette entière des possibilités actuelles de transmission de données. La fracture numérique due à l'inégalité entre pays sur le plan des capacités et de la qualité du haut débit provoque à son tour entre ces pays une forte inégalité dans les possibilités offertes aux particuliers et aux entreprises d'exploiter les innovations dans les TIC.

De nombreux pays en développement sont confrontés à des difficultés considérables lorsqu'ils essayent de tirer pleinement parti de l'évolution de l'économie infonuagique. Pour résoudre ces difficultés, il leur faudra mobiliser à la fois des compétences dans divers domaines, mais aussi d'importantes ressources financières. Afin de réduire le risque de voir la transition mondiale vers l'économie infonuagique creuser encore davantage la fracture numérique, les partenaires de développement doivent prendre bonne note des défis à relever dans le développement du nuage, en particulier dans les pays à faible revenu et dans ceux dotés d'une capacité limitée à gérer les questions informatiques. Les partenaires de développement peuvent étudier le besoin d'un soutien bilatéral dans des domaines précis, dans différents pays. En outre, plusieurs questions horizontales nécessiteront le soutien de donateurs bilatéraux et multilatéraux.

Au niveau national, une aide sera peut-être nécessaire dans un des domaines suivants ou dans la totalité d'entre eux, à savoir:

- **Des analyses et des travaux de recherche empiriques** sont nécessaires pour faire l'état des lieux de l'économie infonuagique, évaluer les retombées potentielles d'une adoption plus importante du nuage et élaborer des recommandations pratiques. Avec l'expérience, il sera plus facile d'évaluer les incidences de l'économie infonuagique sur la croissance économique, l'emploi, la productivité et le commerce. Une attention particulière devra également être apportée au lien entre

informatique en nuage et changement climatique, du fait de la consommation intensive d'électricité par des centres de données gigantesques.

- **Financement des infrastructures de haut débit**, y compris par le biais de partenariats public-privé. Différents niveaux d'infrastructures doivent être étudiés séparément, d'un point de vue politique et financier, et ne pas passer par une solution unique (Commission du haut débit au service du développement numérique, 2012). Une attention adéquate devrait aussi être apportée à l'infrastructure électrique, dont les déficiences sapent les capacités des réseaux de communication.
- **Soutien à la mise en place de cadres juridiques et réglementaires appropriés.** Il manque encore à de nombreux pays en développement la législation et les institutions auxiliaires adaptées au commerce électronique, à la protection des données et à la cybersécurité. Les partenaires de développement peuvent aider les gouvernements des pays en développement à transposer certains modèles législatifs existants en lois et en règlements nationaux.
- **Activités de renforcement des capacités.** Les partenaires de développement peuvent apporter leur soutien sous forme de formation technique au déploiement, à l'acquisition et à l'intégration de services en nuage mais ils peuvent aussi conseiller leurs partenaires sur les réformes juridiques et réaliser des examens de leur politique¹¹.

Les institutions internationales pourraient contribuer à cette assistance dans le cadre de leurs programmes existants. Ainsi, l'UIT, la CNUCED et les commissions régionales des Nations Unies pourraient faciliter les échanges de données d'expérience en ce qui concerne les mesures que les pays en développement doivent adopter s'ils veulent tirer profit de l'économie infonuagique en évitant les écueils. Les gouvernements, les fournisseurs de services en nuage et les clients du nuage dans ces pays pourraient rassembler les éléments de preuve, l'objectif étant d'élaborer un cadre analytique nuancé qui aide les responsables des politiques gouvernementales et les chefs d'entreprise à résoudre les difficultés et à saisir les occasions offertes par l'économie infonuagique au fur et à mesure que cette dernière se développe.

Un autre domaine important pour les pays en développement est celui des normes internationales, qui sont indispensables pour faciliter l'interopérabilité et aider les clients à savoir ce qu'ils achètent. Le

passage d'un système à un autre devient difficile pour les clients, compte tenu du nombre d'interfaces utilisées actuellement par les prestataires de services. Les diverses activités de normalisation qui ont lieu en ce moment dans ce domaine (Sakai, 2011) sont entreprises dans leur écrasante majorité par et dans les pays développés, dont l'intérêt pour l'infonuagique n'est pas forcément le même que celui des pays en développement. Les organismes de normalisation devraient examiner la façon d'associer les pays en développement et les utilisateurs de ces pays au débat de manière que leurs besoins et leurs exigences soient pris en compte.

Le présent Rapport est un récapitulatif de l'expérience des pays en développement dans l'économie infonuagique à ce jour. Il soulève un certain nombre de questions, auxquelles doivent répondre les gouvernements et les entreprises. Toutefois, l'économie infonuagique est un phénomène récent et la base de connaissances disponibles pour mener à bien les analyses que devrait contenir ce type de rapport est encore limitée. Il est donc important de renforcer cette base de connaissances destinée aux décideurs, qui s'appuie davantage sur des données empiriques et des analyses indépendantes que sur des documents de marketing et les publications des groupes de défense. Les travaux de recherche doivent se poursuivre dans un certain nombre de domaines, à savoir en ce qui concerne:

- **L'ampleur de l'adoption du nuage dans les pays en développement.** En plus des études nationales nécessaires pour l'élaboration des politiques nationales, les pays en développement gagneraient à obtenir un aperçu systématique et exhaustif de l'ampleur et de la manière dont les services en nuage sont adoptés dans tous les pays en développement, mais aussi de la perception qu'en ont les entreprises de ces pays. Des études de cas sur des pays ayant une expérience différente dans ce domaine seraient également appréciables.
- **Les incidences macroéconomiques de l'informatique en nuage.** En l'état actuel des choses, la base de connaissances ne permet pas d'évaluer de façon empirique quel sera l'impact du nuage sur diverses variables macroéconomiques. Il est important d'approfondir l'analyse, afin de mieux en comprendre les incidences pour les pays à différents niveaux de développement, mais aussi pour l'économie mondiale.
- **Les incidences pour la sécurité et la confidentialité des données.** Des études seraient appréciées sur la façon dont la perception de la sécurité et de la protection des données dans le nuage peut déterminer les comportements vis-à-vis de l'infonuagique, car cela permettrait de comprendre comment les inquiétudes se répercutent sur l'adoption du nuage. Ces études pourraient inclure l'évaluation d'une démarche globale commune en matière de protection des données plutôt que de continuer à s'appuyer sur la diversité de méthodes que l'on trouve actuellement dans différents pays (voir chapitre IV).
- **La concurrence sur le marché des prestataires de services.** Il serait intéressant de réaliser des études sur l'importance de la concurrence sur les marchés de l'infonuagique, mais aussi sur l'impact qu'aurait sur la concurrence la création d'entreprises spécialisées dans ce domaine et établies dans les pays en développement, mais aussi sur la viabilité de ces entreprises.
- **Les répercussions des services en nuage sur la fiscalité.** De nombreux services en nuage, y compris des services grand public, dépendent de connexions et de transactions internationales. Certains prestataires de ces services remplacent les acteurs traditionnels sur les marchés intérieurs et les marchés d'exportation de biens ou de services donnés. Les répercussions sur la fiscalité de cette transformation du modèle économique pourraient être importantes. Il serait intéressant de réaliser des études sur les incidences de l'infonuagique au niveau des recettes fiscales, mais aussi sur les moyens d'éviter une double imposition des services en nuage fournis à l'extérieur des frontières nationales.
- **L'impact du nuage dans le commerce des services, en particulier des services fondés sur l'informatique.** Les gouvernements qui cherchent à optimiser leurs efforts d'exportation seraient intéressés par des études sur l'impact du nuage dans le commerce de services, sans compter qu'une telle initiative permettrait de savoir dans quelle mesure les secteurs de l'économie nationale sont exposés à la concurrence des sociétés de services des pays développés. En particulier, il serait particulièrement intéressant de faire des recherches sur les retombées du nuage sur les services, par exemple en termes de délocalisation des processus de gestion, et sur ses retombées sur le commerce régional.

- **L'importance de la collaboration Sud-Sud.** Le secteur des TIC a connu une importante collaboration Sud-Sud, qui est notamment passée par des partenariats public-privés pour l'investissement dans les infrastructures et la croissance de STN spécialisées dans les services de communication, établies dans le Sud. Des études sur l'expérience et en particulier sur le potentiel offert par la collaboration Sud-Sud dans le nuage, surtout à l'échelon régional, seraient extrêmement utiles.

À l'instar de ce qui se passe dans les autres domaines des TIC, la technologie et le marché infonuagiques

évoluent très rapidement. Dans le présent Rapport, la CNUCED décrit ce qui se passe aujourd'hui. La nature des services et de l'économie en nuage continuera d'évoluer et pourrait être bien différente dans cinq ans. Les gouvernements, les entreprises et les partenaires de développement doivent avoir bien conscience de cela et réévaluer leurs politiques et leurs stratégies régulièrement pour continuer de profiter au maximum des avantages potentiels du secteur tout en limitant au minimum les risques que celui-ci peut faire peser sur les citoyens, les entreprises et les clients.

NOTES

- 1 En Inde, par exemple, le gouvernement a mis en place un «comité agréé central» composé de représentants de différents services ministériels et un groupe de travail spécial formé en partie de représentants du secteur privé afin d'élaborer une stratégie pour le développement de services infonuagiques pour le gouvernement (voir encadré III.6).
- 2 Australie, Bangladesh, Bhoutan, Chine, Inde, Japon, Kazakhstan, Malaisie, Nouvelle-Zélande, Philippines, République de Corée, Singapour, Sri Lanka et Thaïlande (Commission économique et sociale pour l'Asie et le Pacifique, 2013).
- 3 La Commission du haut débit au service du développement numérique a été lancée en mai 2010 avec pour objectif d'accroître la visibilité du haut débit sur la scène internationale. La Commission est présidée par deux Coprésidents, M. Paul Kagame du Rwanda et M. Carlos Slim Hélu, Président honoraire à vie du Grupo Carso. M. Hamadoun Touré, Secrétaire général de l'UIT et Mme Irina Bokova, Directrice générale adjointe de l'Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture (UNESCO), font office de Vice-Présidents. Voir <http://www.broadbandcommission.org>.
- 4 Hapa Kenya (2013). Why Kenyan telcos need to start thinking like web companies. Disponible à l'adresse <http://www.hapakenya.com/why-kenyan-telcos-need-to-start-thinking-like-web-companies/> (consulté le 10 octobre 2013).
- 5 Voir par exemple <http://broadbandtoolkit.org/en/home> et <http://www.broadbandcommission.org/work/documents.aspx>.
- 6 Charlemagne (2013). Reaching for the clouds, The Economist, 20 juillet.
- 7 Voir, par exemple, Reuters (2013), Analysis: European cloud computing firms see silver lining in PRISM scandal, 17 juin. Disponible à l'adresse <http://www.reuters.com/article/2013/06/17/us-cloud-europe-spying-analysis-idUSBRE95G0FK20130617> (consulté le 11 octobre 2013).
- 8 Pour plus d'informations sur l'adoption de lois adaptées et harmonisées aux échelons régional et international, concernant l'utilisation de TIC à des fins délictueuses ou autres, voir par exemple <http://www.itu.int/en/ITU-D/Cybersecurity/Pages/Legal-Measures.aspx>.
- 9 L'Autorité de développement des technologies de l'information et de la communication de Singapour facilite l'acquisition par le secteur public de services en nuage publics par le biais de plusieurs appels d'offres portant sur de grandes quantités (Singapore, Info-Communications Development Authority, 2013). En Inde, dans le cadre du projet «GI Cloud», la feuille de route du nuage public insiste sur la politique de passation des marchés, mais aussi sur la nécessité d'adapter les pratiques en vigueur (Department of Electronics and Information Technology (Service ministériel indien chargé de l'électronique et des technologies de l'information), 2013, p. 36).
- 10 Un outil auquel les gouvernements devraient s'intéresser dans ce contexte concerne le manuel et la boîte à outils du secteur informatique développés par le Ministère fédéral allemand pour la coopération économique et le développement (Ministère fédéral allemand pour la coopération économique et le développement, 2011).
- 11 Une évaluation de l'informatique en nuage en Afrique a permis d'identifier les besoins en formation dans divers domaines, notamment pour ce qui touche à la compréhension du phénomène, aux considérations techniques, aux centres de données, aux connexions à haut débit et à la qualité de service (UIT-D, 2012).

RÉFÉRENCES

- Aberdeen Group (2008). Application performance management: The lifecycle approach brings IT and business together. Aberdeen Group. Juin. Disponible à l'adresse http://www.riverbed.com/docs/WhitePaper-Riverbed-ApplicationPerformanceManagement_LifeCycle.pdf (consulté le 11 octobre 2013).
- Adam L, Souter D, Jagun A et Tusubira FF (2011). Transformation-ready: The strategic application of information and communication technologies in Africa. ict Development Associates Ltd.. Rapport élaboré pour la Banque africaine de développement, la Banque mondiale et l'Union africaine. Disponible à l'adresse http://siteresources.worldbank.org/EXTINFORMATIONANDCOMMUNICATIONANDTECHNOLOGIES/Resources/282822-1346223280837/RegionalTradeandIntegration_Fullreport.pdf (consulté le 9 octobre 2013).
- Agence de l'Union européenne chargée de la sécurité des réseaux et de l'information (2012). Procure Secure: A guide to Monitoring of Security Service Levels in Cloud Contracts. ENISA. Heraklion, Grèce. Disponible à l'adresse <http://www.enisa.europa.eu/activities/Resilience-and-CIIP/cloud-computing/procure-secure-a-guide-to-monitoring-of-security-service-levels-in-cloud-contracts> (consulté le 22 octobre 2013).
- Armbrust M, Fox A, Griffith R, Joseph AD, Katz RH, Konwinski A, Lee G, Patterson DA, Rabkin A, Stoica I et Zaharia M (2009). Above the clouds: A Berkeley view of cloud computing. N° UCB/EECS-2009-28. Electrical Engineering and Computer Sciences University of California at Berkeley, Berkeley. Disponible à l'adresse http://www.softwareresearch.net/fileadmin/src/docs/teaching/SS09/VS/Above_the_Clouds.pdf (consulté le 1^{er} octobre 2013).
- Asia Cloud Computing Association (2012). Cloud Readiness Index 2012. Disponible à l'adresse <http://www.asia-cloud.org/index.php/2012-07-17-08-34-39/2012-11-12-10-08-55/index-2012> (consulté le 11 octobre 2013).
- Association européenne des exploitants de réseaux de télécommunications (ETNO) (2011). Document de réflexion en réponse à la consultation du public sur l'informatique en nuage. ETNO, Bruxelles. Disponible à l'adresse <http://www.etno.be/home/positions-papers/2011/32> (consulté le 7 novembre 2013).
- Berry R et Reisman M (2012). Policy challenges of cross-border cloud computing. Journal of International Commerce and Economics. Mai.
- Bigo D, Boulet G, Bowden C, Carrera S, Jeandesboz J et Scherrer A (2012). Fighting cyber crime and protecting privacy in the cloud. Direction générale des Politiques internes de l'Union. Département thématique C: Affaires constitutionnelles et droits des citoyens. Étude mandatée par la Commission des libertés civiles, de la justice et des affaires intérieures du Parlement européen. Disponible à l'adresse <http://www.europarl.europa.eu/studies> (consulté le 25 octobre 2013).
- Bradshaw S, Millard C et Walden I (2011). Contracts for clouds: A comparative analysis of terms and conditions for cloud computing services. International Journal of Law and Information Technology. 19(3): 187-223.
- Cabinet Office britannique (2011). Government ICT offshoring (international sourcing) guidance. Disponible à l'adresse <https://www.gov.uk/government/publications/government-ict-offshoring-international-sourcing-guidance> (consulté le 21 octobre 2013).
- Cairncross F (1997). The Death of Distance: How the Communications Revolution Will Change Our Lives. Harvard Enterprise Review Press, Boston.
- Capgemini (2012). Trends in cloud computing: Secure journey to the cloud – a matter of control. Disponible à l'adresse <http://www.capgemini.com/resources/trends-in-cloud-computing-secure-journey-to-the-cloud--a-matter-of-control> (consulté le 2 octobre 2013).
- Castro D (2013). How much will PRISM cost the U.S. cloud computing industry? The Information Technology and Innovation Foundation, Washington.
- CIO (2012). Strategy guide: Data sovereignty and security. Disponible à l'adresse http://www.cio.com.au/whitepaper/371067/strategy-guide-data-sovereignty-and-security/download/?type=other&arg=0&location=tag_detail_page (consulté le 21 octobre 2013).
-

- Cisco Analysis (2012). Cisco Global Cloud Index: Forecast and Methodology, 2011–2016. Cisco. Disponible à l'adresse http://www.cisco.com/en/US/solutions/collateral/ns341/ns525/ns537/ns705/ns1175/Cloud_Index_White_Paper.pdf (consulté le 2 août 2013).
- CNUCED (2004). E-Commerce and Development Report 2004. Publication des Nations Unies. UNCTAD/SDTE/ECB/20. New York et Genève.
- CNUCED (2009a). Estudio sobre las Perspectivas de la Armonización de la Ciberlegislación en Centroamérica y el Caribe. Publication des Nations Unies. UNCTAD/DTL/STICT/2009/3. New York et Genève.
- CNUCED (2009b). Study on Prospects for Harmonizing Cyberlegislation in Latin America. Publication des Nations Unies. UNCTAD/DTL/STICT/2009/1. New York et Genève.
- CNUCED (2010). Rapport 2010 sur l'économie de l'information: TIC, entreprises et réduction de la pauvreté. Publication des Nations Unies. UNCTAD/IER/2010. Numéro de vente:F.10.II.D.17. New York et Genève.
- CNUCED (2011a). ICT Policy Review Egypt 2011. Publication des Nations Unies. UNCTAD/DTL/STICT/2011/6. New York et Genève.
- CNUCED (2011b). Rapport 2011 sur l'économie de l'information: Les TIC, catalyseur du développement du secteur privé. Publication des Nations Unies. UNCTAD/IER/2011. Numéro de vente:F.11.II.D.6. New York et Genève.
- CNUCED (2012a). Rapport 2012 sur l'économie de l'information: L'industrie du logiciel et les pays en développement. Publication des Nations Unies. Numéro de vente:F.12.II.D.14. UNCTAD/IER/2012. New York et Genève.
- CNUCED (2012b). Harmonizing Cyberlaws and Regulations: The Experience of the East African Community. Publication des Nations Unies. UNCTAD/DTL/STICT/2012/4. New York et Genève.
- CNUCED (2013). Review of E-commerce Legislation Harmonization in the Association et Southeast Asian Nations. Publication des Nations Unies. UNCTAD/DTL/STICT/2013/1. New York et Genève.
- CNUCED et Ministère fédéral allemand pour la coopération économique et le développement (2013). Promoting local IT sector development through public procurement. Publication des Nations Unies. UNCTAD/DTL/STICT/2012/5. New York et Genève. Disponible à l'adresse http://unctad.org/en/PublicationsLibrary/dtls-tict2012d5_en.pdf (consulté le 21 octobre 2013).
- Commission du haut débit au service du développement numérique (2011). Broadband: A Platform for Progress. UIT et UNESCO. Genève et Paris. Disponible à l'adresse http://www.broadbandcommission.org/Reports/Report_2.pdf (consulté le 11 octobre 2013).
- Commission du haut débit au service du développement numérique (2012). The State of Broadband 2012: Achieving Digital Inclusion for All. UIT et UNESCO. Genève et Paris.
- Commission du haut débit au service du développement numérique (2013). Planning for Progress: Why National Broadband Plans Matter. UIT et UNESCO. Genève et Paris.
- Commission économique et sociale pour l'Asie et le Pacifique (2013). A review of cloud adoption by Asia–Pacific governments. Nations Unies. Inédit.
- Commission européenne (2012). Exploiter le potentiel de l'informatique en nuage en Europe. N° COM(2012) 529. Commission européenne, Luxembourg. Disponible à l'adresse <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2012:0529:FIN:FR:PDF> (consulté le 22 octobre 2013).
- Conseil de l'Europe (1981). Convention pour la protection des personnes à l'égard du traitement automatisé des données à caractère personnel. <http://www.conventions.coe.int/Treaty/FR/Treaties/Html/108.htm> (consulté le 21 octobre 2013).
- Cowhey P et Kleeman M (2012). Unlocking the benefits of cloud computing for emerging economies – a policy overview. Université de Californie, San Diego.
- Crémer J, Gassot Y, Lanvin B et Pupillo LM (responsables de la publication). (2012). Introduction. Communications & Strategies. 85 (1st Quarter): 13–21.

- Dynamic Markets Ltd. (2013). Cloud for enterprise managers: the good, the bad and the ugly. Étude commandée par Oracle. Dynamic Markets Ltd.. Abergavenny, Royaume-Uni. Disponible à l'adresse <https://emeapressoffice.oracle.com/imagelibrary/downloadmedia.ashx?MediaDetailsID=2905&SizeId=-1> (consulté le 10 octobre 2013).
- Enterprise Software Alliance et Galexia (2012). BSA Global Cloud computing Scorecard: A Blueprint for Economic Opportunity. Washington. Disponible à l'adresse http://cloudscorecard.bsa.org/2012/assets/PDFs/BSA_GlobalCloudScorecard.pdf (consulté le 16 octobre 2013).
- Epitiro (2011). Regulatory challenges for measuring national broadband performance. Epitiro. Cardiff, Royaume-Uni. Disponible à l'adresse <http://www.epitiro.com/assets/files/20-102-1008.001%20Challengers%20for%20Regulators.pdf> (consulté le 7 novembre 2013).
- Ernst and Young (2010). Cloud adoption in India. Disponible à l'adresse http://twelvedot.com/blog/wp-content/uploads/2011/07/Cloud_computing_adoption_in_India.pdf (consulté le 2 octobre 2013).
- États-Unis, Federal CIO Council and Chief Acquisition Officers Council (2012). Creating Effective Cloud Computing Contracts for the Federal Government: Best Practices for Acquiring IT as a Service. Février. Disponible à l'adresse <https://cio.gov/wp-content/uploads/downloads/2012/09/cloudbestpractices.pdf> (consulté le 22 octobre 2013).
- Fondation IDATE (2012). Atlas Digiworld 2012: Les challenges du monde digital. Idate. Montpellier (France).
- Galpaya H et Zuhyle S (2011). South Asian broadband service quality: Diagnosing the bottlenecks. Social Science Research Network, n°1979244. Rochester, États-Unis, avril.
- Gentzoglanis A (2012). Evolving cloud ecosystems: Risk, competition and regulation. *Communications & Strategies*. 1(85), p. 87–108.
- Gonsalves TA et Bharadwaj A (2009). Comparison of AT-tester with other popular testers for quality of service experience (QoSE) of an Internet connection. TeNet Group, Department of Computer Science and Engineering, Indian Institute of Technology Madras.
- Greenleaf G (2013). Global tables of data privacy laws and bills (third edition). University of New South Wales Law Research Paper n°2013-39. Disponible à l'adresse <http://ssrn.com/abstract=2280875> (consulté le 21 octobre 2013).
- Hamilton P (2011). Measuring backbone transmission networks. Document C/10-E. Rapport présenté à la neuvième réunion sur les indicateurs relatifs aux télécommunications et aux TIC dans le monde, Maurice, 7 décembre. Disponible à l'adresse <http://www.itu.int/ITU-D/ict/wtim11/documents/cont/010-E.pdf> 8 (consulté le 16 octobre 2013).
- Hilbert M et López P (2011). The world's technological capacity to store, communicate and compute information. *Science*. 332, p. 60–65.
- HIPCAR (2012). Electronic transactions: Assessment report. UIT. Genève.
- Hon WK, Millard C et Walden I (2012). Negotiating cloud contracts: Looking at clouds from both sides now. *Stanford Technology Law Review*. 16(1), p. 79–128.
- IDC (2012). Quantitative estimates of the demand for cloud computing in Europe and the likely barriers to uptake. N° 2011/0045. D4 rapport final. Disponible à l'adresse http://ec.europa.eu/information_society/activities/cloudcomputing/docs/quantitative_estimates.pdf (consulté le 22 octobre 2013).
- Information Warfare Monitor and Shadowserver Foundation (2010). Shadows in the cloud: Investigating cyber-espionage 2.0. Disponible à l'adresse <http://www.scribd.com/doc/29435784/SHADOWS-IN-THE-CLOUD-Investigating-Cyber-Espionage-2-0> (consulté le 5 novembre 2013).
- Intel (2011). Over six decades of continued transistor shrinkage, innovation. Disponible à l'adresse http://download.intel.com/newsroom/kits/22nm/pdfs/Intel_Transistor_Backgrounder.pdf (consulté le 5 novembre 2013).
- Kang HY, Lee HH, An HS et Yang HD (2011). Cloud computing: Its implication on industries and strategic direction. N° 11-08. Korea Information Society Development Institute (DISDI). Gwacheon.

- Kituku KM (2012). Adoption of cloud computing in Kenya by firms listed in the Nairobi Stock Exchange. Thèse de MBA. School of Enterprise, Université de Nairobi. Disponible à l'adresse <http://erepository.uonbi.ac.ke:8080/xmlui/handle/123456789/13578> (consulté le 9 octobre 2013).
- KPMG (2012). Exploring the cloud: A global study of government's adoption of cloud. Disponible à l'adresse <http://www.kpmg.com/BS/en/IssuesAndInsights/ArticlesPublications/Documents/exploring-cloud.pdf> (consulté le 4 octobre 2013).
- Kshetri N (2010). Cloud computing in developing economies. *IEEE Computer*. 43(10), p. 47–55.
- Kuner C (2013). *Transborder Data Flow Regulation and Data Privacy Law*. ISBN 9780199674619. Oxford University Press.
- Kushida KE, Murray J et Zysman J (2012). The gathering storm: Analysing the cloud computing ecosystem and implications for public policy. *Communications & Strategies*. 1(85)(first quarter), p. 63–85.
- LIRNEasia (2011). Broadband quality of services experience (QOSE) indicators. N° Q3 2011. LIRNEasia. Colombo. Disponible à l'adresse http://lirneasia.net/wp-content/uploads/2010/10/Broadband-QoSE-report-OCT-2011_V5.pdf (consulté le 16 octobre 2013).
- Manyika J, Chui M, Bughin J, Dobbs R, Bisson P et Marrs S (2013). *Disruptive technologies: Advances that will transform life, enterprise and the global economy*. McKinsey Global Institute. Disponible à l'adresse http://www.mckinsey.com/insights/enterprise_technology/disruptive_technologies (consulté le 5 novembre 2013).
- Microsoft (2010). The economics of the cloud. Disponible à l'adresse <http://www.microsoft.com/en-us/news/presskits/cloud/docs/the-economics-of-the-cloud.pdf> (consulté le 1^{er} octobre 2013).
- Microsoft (2012). Drivers & inhibitors to cloud adoption for small and midsize enterprises. Disponible à l'adresse <http://www.microsoft.com/en-us/news/presskits/telecom/docs/SMBCloud.pdf> (consulté le 2 octobre 2013).
- Ministère fédéral allemand pour la coopération économique et le développement (2011). *IT Sector Promotion in Developing and Emerging Countries: Manual*. Deutsche Gesellschaft für internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. Bonn et Eschborn.
- National Institute of Standards and Technology (2011). The NIST definition of cloud computing. Disponible à l'adresse <http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-145/SP800-145.pdf> (consulté le 1^{er} octobre 2013).
- OCDE (1980). Lignes directrices régissant la protection de la vie privée et les flux transfrontières de données de caractère personnel. Publication de l'OCDE, Paris. Disponible à l'adresse <http://www.oecd.org/fr/internet/ieconomie/lignesdirectricesregissantlaprotectiondelaviepriveeetlesfluxtransfrontieresdedonneesdecaractere-personnel.htm> (consulté le 21 octobre 2013).
- Pierre Audoin Consultants (2013). Séminaire PAC sur le Web: Cloud services – six key opportunities for software and IT services providers. 21 mars.
- Poletti F, Wheeler NV, Petrovich MN, Baddela N, Numkam Fokoua E, Hayes JR, Gray DR, Li Z, Slavic R, Richardson DJ (2013). Towards high-capacity fibre-optic communications at the speed of light in vacuum. *Nature Photonics*. 7(4), p. 279–284.
- Pyramid Research (2012). Enterprise cloud readiness index excerpt. Disponible à l'adresse http://www.pyramidresearch.com/enterprise-cloud-readiness-index-excerpt.htm?sc=PRN121012_PPCLI (consulté le 16 octobre 2013).
- Ramos D (2012). How Latin American Telcos Are Tackling the SME Cloud Opportunity. Pyramid Research, Inc.
- Renda A (2012). Competition, neutrality and diversity in the cloud. *Communications & Strategies*. 85 (1st quarter), p. 23–44.
- Research ICT Africa (2013). Rapports de pays sur l'informatique en nuage élaborés pour le *Rapport 2013 sur l'économie de l'information* de la CNUCED. Inédit.
- Ryan PS et Gerson J (2012). A primer on Internet exchange points for policymakers and non-engineers. Social Science Research Network, n° 2128103. 12 août.
- Sakai H (2011). Standardization activities for cloud computing. *NTT Technical Review*. 9(6), p. 1–6.
- Seidman DR (1986). Transborder data flow: Regulation of international information flow and the Brazilian example. *Journal of Law and Technology*. 31 (printemps).

- Singapore, Info-Communications Development Authority (2013). Cloud computing in Singapore: Empowering the next generation enterprises. Singapour.
- Source8, hurleypalmerflatt et Cushman & Wakefield (2013). Data Centre Risk Index: Informing global investment decisions. Disponible à l'adresse <http://www.enterprise-sweden.se/PageFiles/91118/DCRI%202013.pdf> (consulté le 7 octobre 2013).
- Stork C, Calandro E et Gamage R (2013). Future of broad band in Africa. 13 mai. Disponible à l'adresse: http://www.researchictafrica.net/presentations/Presentations/2013_Stork_Calandro_Gamage_-_The_Future_of_Broadband_in_Africa.pdf (consulté le 16 octobre 2013). Service ministériel indien chargé de l'électronique et des technologies de l'information, Ministère des technologies de l'information et de la communication (2013). GI cloud (Meghraj) adoption and implementation roadmap. New Delhi.
- Tech Soup Global (2012). 2012 global cloud computing survey results. Disponible à l'adresse <http://www.tech-soupglobal.org/2012-global-cloud-computing-survey> (consulté le 4 octobre 2013).
- TeleGeography (2013). Global Bandwidth Research Service: Executive summary. Disponible à l'adresse http://www.telegeography.com/page_attachments/products/website/research-services/global-bandwidth-research-service/0003/8368/gb13-exec-sum.pdf (consulté le 16 octobre 2013).
- Tweneboah-Koduah S (2013). Unleashing the potential of cloud computing: what is it and what does it mean for public organizations in Ghana. Rapport présenté à la conférence du Ghana Technology University Centre for Information and Media (université d'Aalborg). Accra. 16–17 mai.
- UIT (1985). Le chaînon manquant: Rapport de la commission indépendante pour le développement mondial des télécommunications. *Telecommunication Journal*. 52(2), p. 67–71.
- UIT (2012a). Focus Group on Cloud computing technical report part 1: Introduction to the cloud ecosystem: definitions, taxonomies, use cases and high-level requirements. UIT, Genève.
- UIT (2012b). GSR12 - Lignes directrices relatives aux bonnes pratiques concernant les approches réglementaires afin de faciliter l'accès aux opportunités du numérique grâce aux services informatiques en nuage. UIT. Genève. Disponible à l'adresse https://www.itu.int/UIT-D/treg/Events/Seminars/GSR/GSR12/consultation/GSR12_BestPractices_v1_F.pdf (consulté le 24 octobre 2013).
- UIT-D (2012). Cloud computing en Afrique: Situation et perspectives. Division Environnement réglementaire et commercial. Genève, avril 2012. Disponible à l'adresse http://www.itu.int/ITU-D/treg/publications/Cloud_Computing_Afrique-fr.pdf (consulté le 23 octobre 2013).
- Walden I (2011). Accessing data in the cloud: The long arm of the law enforcement agent. Queen Mary School of Law Legal Studies Research Paper No. 74/2011. Queen Mary College, Université de Londres, novembre.
- Walden I et Savage N (1990). Transborder data flows. In: Walden I, ed., *Information Technology and the Law*. Macmillan. Londres, p. 121.
- Wattegama C et Kapugama N (2009). Prospects of volunteer computing model in performance data gathering for broadband policy formulation: A case study from South Asia. Disponible à l'adresse http://lirnea-sia.net/wp-content/uploads/2009/10/Broadband-Quality-of-Service-Experience_LIRNEasia.pdf (consulté le 14 octobre 2013).
- Yeboah-Boateng E et Cudjoe-Seshie S (2013). Cloud computing: The emerging of application service providers (ASP) in developing economies. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*. 3(5), p. 703–712.



ANNEXE STATISTIQUE

Tableau 1 de l'annexe. Indice de l'état de préparation des entreprises au nuage (2012).....	114
Tableau 2 de l'annexe. Tableau de bord de la BSA pour 2013	115
Tableau 3 de l'annexe. Indice de l'état de préparation publié par l'Asia Cloud computing Association (2012).....	116
Tableau 4 de l'annexe. Indice Cisco de l'état global de préparation au nuage (2012).....	117
Tableau 5 de l'annexe. Indicateurs essentiels de l'infrastructure des services en nuage	118

Tableau 1 de l'annexe. Indice de l'état de préparation des entreprises au nuage 2012

Amériques		Europe		Asie-Pacifique		Afrique et Moyen-Orient	
2. États-Unis	5,54	3. Allemagne	5,33	1. Japon	5,74	9. Émirats arabes unis	4,4
5. Canada	5,03	6. France	4,87	4. République de Corée	5,17	16. Arabie saoudite	3,71
13. Argentine	4,11	7. Royaume-Uni	4,64	8. Province chinoise de Taiwan	4,56	19. Turquie	3,63
18. Mexique	3,64	11. Espagne	4,14	10. Chine	4,24	21. Israël	3,47
20. Brésil	3,61	12. Italie	4,13	14. Hong Kong, Chine	3,94	30. Afrique du Sud	2,71
24. Colombie	3,31	17. Roumanie	3,7	15. Philippines	3,88	34. Maroc	2,37
27. Porto Rico	2,85	19. Turquie	3,63	22. Malaisie	3,47	36. Égypte	2,07
28. Venezuela (République bolivarienne du)	2,75	23. Fédération de Russie	3,45	26. Inde	3,01	42. Nigéria	1,65
29. Costa Rica	2,74	25. Pologne	3,02	33. Viet Nam	2,43		
31. Chili	2,61	39. République tchèque	1,91	35. Singapour	2,31		
32. Panama	2,47			38. Thaïlande	1,95		
37. El Salvador	2,02			40. Indonésie	1,87		
41. Guatemala	1,75						
43. Pérou	1,59						
44. Équateur	1,46						
45. Uruguay	1,38						
46. Bolivie (État plurinational de)	0,94						
47. Honduras	0,76						
48. Paraguay	0,67						
49. Nicaragua	0,44						

Source: Pyramid Research.

Tableau 2 de l'annexe. Tableau de bord de la BSA pour 2013

Rang	Pays	Résultat global	Confidentialité des données	Sécurité	Cyberdélinquance	Propriété intellectuelle	Favorable aux normes professionnelles et aux règles d'harmonisation internationale	Promotion du libre-échange	État de préparation et déploiement du haut débit
1	Japon	83,3	8,8	8,4	10	17,2	8,8	9,2	20,9
2	Australie	79,2	7,9	6	9,4	17,6	10	7	21,3
3	Allemagne	79	6,6	6,4	10	16,8	9,8	9,2	20,2
4	États-Unis	78,6	6,5	7,6	8,8	16,6	9,4	8	21,7
5	France	78,4	6,5	7,6	10	16,4	9,6	8,8	19,5
6	Italie	76,6	6,2	7,6	9,6	17,4	9,8	8,8	17,2
7	Royaume-Uni	76,6	6,9	8	6,8	17,4	9,2	6,8	21,5
8	République de Corée	76	9,3	6	4,8	17,6	9,6	7	21,7
9	Espagne	73,9	6,5	6,4	8,8	15,2	9,8	9,4	17,8
10	Singapour	72,2	3,2	3,6	9	17,2	8,8	8,6	21,8
11	Pologne	70,7	6,4	5,6	8,8	16,8	9,8	8,4	14,9
12	Canada	70,4	8,1	6,8	6,2	10,8	10	9,6	18,9
13	Malaisie	59,2	7,1	5,6	5,4	11,4	10	3,8	15,9
14	Mexique	56,4	7,5	4,8	8,6	12,4	9,2	3	10,9
15	Argentine	55,1	5	6	8,2	12,4	4,6	5,8	13,1
16	Fédération de Russie	52,3	5,4	6,4	6,8	8,4	6,6	5,2	13,5
17	Turquie	52,1	3,5	4	6,4	14	8,6	2,8	12,8
18	Afrique du Sud	50,4	2,8	3,2	9,8	13,6	9,8	1,8	9,4
19	Inde	50	4,1	4,4	7,4	9,2	10	6,4	8,5
20	Indonésie	49,7	4,6	3,2	7	11,2	8,2	5,2	10,3
21	Chine	47,5	3,5	2	4,6	13,6	7,8	4,8	11,2
22	Thaïlande	42,6	3,5	1,6	7,4	7,2	8,8	3	11,1
23	Viet Nam	39,5	4,1	2,8	5	9,2	7	1,4	10
24	Brésil	35,1	4,7	3,6	1,6	7,2	3,4	2,2	12,4

Source: Entreprise Software Alliance et Galexia, 2012.

Tableau 3 de l'annexe. Indice de l'Asia Cloud Computing Association (2012)

Pays	Confidentialité des données	Connexions internationales	Territorialité des données	Qualité de la liaison haut débit	Services administratifs en ligne et priorité aux TIC	Réseau électrique et protection de l'environnement	Protection des droits de propriété intellectuelle	Sophistication des entreprises	Risque lié aux centres de données	Liberté d'accès à l'information	Indice de l'état de préparation au nuage	Rang
Japon	9,0	10,0	5,6	7,6	7,9	7,8	7,6	8,4	6,0	8,9	78,8	1
République de Corée	9,0	8,0	6,2	9,0	9,1	7,1	5,9	6,9	7,4	7,7	76,3	2
Hong Kong, Chine	7,5	7,4	7,6	7,6	8,4	5,7	7,9	7,1	8,0	8,7	75,9	3
Singapour	4,5	9,2	8,1	6,3	9,5	5,7	8,7	7,3	6,4	7,1	72,8	4
Province chinoise de Taiwan	7,0	7,5	5,9	6,1	8,8	7,1	7,1	7,5	6,5	8,9	72,4	5
Nouvelle-Zélande	9,0	1,3	8,1	5,4	7,8	8,3	8,3	6,6	7,1	8,9	70,8	6
Australie	7,5	2,7	7,3	6,0	8,2	7,5	7,6	6,7	5,6	8,6	67,7	7
Malaisie	7,5	4,6	5,6	3,7	8,2	6,2	7,0	7,1	6,2	6,9	63,0	8
Inde	6,0	8,4	4,7	2,4	6,3	3,3	5,0	6,1	3,1	7,6	52,7	9
Chine	4,0	5,0	3,5	3,5	6,6	4,5	5,7	6,2	5,1	7,1	51,2	10
Indonésie	6,0	4,8	2,1	2,2	5,7	4,9	5,1	6,0	3,1	7,2	47,1	11
Philippines	2,5	4,6	4,3	2,3	5,5	5,8	4,0	5,9	3,6	7,5	46,0	12
Thaïlande	3,0	2,8	1,5	5,9	5,5	4,8	4,4	6,0	3,6	7,4	44,9	13
Viet Nam	5,0	3,2	3,9	2,2	5,9	3,8	3,6	5,3	5,4	6,6	44,9	13

Source: Asia Cloud Computing Association.

Tableau 4 de l'annexe. Indice Cisco d'état de préparation au nuage (2012)							
Pays les plus performants sur le haut débit fixe				Pays les plus performants sur le haut débit mobile			
	Débit descendant (kbps)	Débit ascendant (kbps)	Temps d'attente (ms)		Débit descendant (kbps)	Débit ascendant (kbps)	Temps d'attente (ms)
Bulgarie	18 973	12 256	35	Autriche	3 671	1 864	107
Hong Kong, Chine	27 710	22 570	32	Canada	5 824	2 980	128
Japon	20 335	17 326	39	Danemark	3 445	1 316	121
République de Corée	23 222	22 682	38	Finlande	3 439	1 791	136
Lettonie	19 240	14 146	48	Hongrie	3 607	1 278	99
Lituanie	26 810	21 308	39	Pologne	3 080	1 207	135
Pays-Bas	22 495	5 822	29	Portugal	2 875	1 561	105
Roumanie	22 937	11 834	39	Roumanie	3 133	1 178	115
Singapour	19 399	12 255	38	Suède	3 377	1 446	110
Suède	20 835	9 657	53	Émirats arabes unis	3 133	1 353	120

Source: http://www.cisco.com/en/US/solutions/collateral/ns341/ns525/ns537/ns705/ns1175/CloudIndex_Supplement.html (consulté le 10 octobre 2013).

Note: Les pays sont classés par ordre alphabétique.

Tableau 5 de l'annexe. Principaux indicateurs d'infrastructure pour les services en nuage

Pays	Débit descendant, liaison fixe (kbps)	Débit ascendant, liaison fixe (kbps)	Temps d'attente, liaison fixe (ms)	Débit descendant, liaison mobile (kbps)	Débit ascendant, liaison mobile (kbps)	Temps d'attente, liaison mobile (ms)	Colocation centres de données, 2013	IXP, 2013	Débit de la connexion haut débit internationale en 2011 (bps par internaute)	Serveurs sécurisés en 2012 (par million d'habitants)
Afghanistan				626	413	561				1,0
Afrique du Sud	2 045	764	95	2 069	865	151	17	5	18 874	84,6
Albanie	2 568	1 051	102	2 843	1 015	197		1	19 038	18,3
Algérie	683	306	144	695	340	253			8 933	1,4
Allemagne	13 680	2 536	54	2 847	1 144	150	144	14	74 786	1 102,4
Angola				1 044	498	317		1		3,6
Antigua-et-Barbuda				2 007	1 462	193			56 545	1 071,2
Arabie saoudite	4 030	755	92	2 696	897		10	1	32 985	29,9
Argentine	2 959	757	74	2 649	763	205	6	10	25 712	42,3
Arménie	3 059	2 358	88	4 056	2 531	158		1		26,4
Aruba				2 972	554	133				396,0
Australie	7 876	1 261	54	2 894	950	161	73	14	50 396	1 777,5
Autriche	9 103	2 141	56	3 671	1 864	107	10	3	81 919	1 147,0
Azerbaïdjan	2 196	732	96	2 480	1 053	171	1		19 102	6,3
Bahreïn	2 229	803	114	1 870	736	132	1	1	14 719	137,6
Bangladesh	739	501	153	642	542	346		2		0,8
Barbade				2 506	756	157			38 177	397,0
Bélarus	2 468	1 259	85	2 794	1 187	184	2	1	52 833	18,4
Belgique	16 045	2 024	39	8 484	1 730	94	28	1	131 137	697,3
Belize				594	451	315				286,8
Bermudes				3 083	1 979	128				5 030,1
Bolivie (État plurinational de)				592	302	641	1		4 162	10,0
Bosnie-Herzégovine	2 879	587	69	3 377	732	106		1	17 767	27,5
Bésil	4 891	975	67	3 187	725	220	22	23	29 041	55,5
Brunéi Darussalam	1 699	646	136	1 451	678	211			21 995	116,3
Bulgarie	18 973	12 256	35	8 115	5 869	105	17	2	65 832	167,3
Cambodge	2 194	1 804	78	1 840	1 289	181	3	1	13 530	3,0
Canada	10 215	1 564	59	2 972	1 293	308	86	7	70 150	1 277,2
Chili	6 080	1 448	66	3 563	999	243	4	1	20 414	82,3
Chine	5 075	2 960	87	1 499	709	655	17	4	2 692	3,1
Hong Kong	27 710	22 570	32	6 751	5 335	112	26	2	964 616	643,2
Province chinoise de Taiwan	17 106	2 901	42	2 213	327	180	4	3		..
Chypre	3 871	733	68				7	1	53 569	969,7
Colombie	2 631	994	105	2 021	791	218	2	1	16 796	28,0

Tableau 5 de l'annexe. Principaux indicateurs d'infrastructure pour les services en nuage (suite)

Pays	Débit descendant, liaison fixe (kpbs)	Débit ascendant, liaison fixe (kpbs)	Temps d'attente, liaison fixe (ms)	Débit descendant, liaison mobile (kpbs)	Débit ascendant, liaison mobile (kpbs)	Temps d'attente, liaison mobile (ms)	Colocation centres de données, 2013	IXP, 2013	Débit de la connexion haut débit internationale en 2011 (bps par internaute)	Serveurs sécurisés en 2012 (par million d'habitants)
Costa Rica	1 934	644	145	684	310	134	2		36 216	98,7
Côte d'Ivoire				871	611	415		1	18 044	1,5
Croatie	4 228	707	62	3 038	1 063	145	2	1	19 948	244,8
Danemark	14 268	7 218	44	3 288	1 492	88	28	2	159 511	2 243,0
Égypte	1 029	330	132				9	2	6 754	3,7
El Salvador	2 128	1 174	113	2 036	774	270			4 176	20,9
Émirats arabes unis	8 002	2 952	51				4	1	27 609	206,8
Équateur	2 053	1 903	109	1 834	1 045	286		2	27 742	23,8
Espagne	10 203	1 642	69				42	5	64 069	295,9
Estonie	9 282	3 716	54	4 423	2 187	134	7	3	24 378	653,8
États-Unis	10 332	2 956	64	2 366	923	241	1 144	86	47 174	1 501,0
Ex-République yougoslave de Macédoine	5 609	2 139	60	4 699	1 859	114	1	1	17 945	41,1
Fédération de Russie	9 172	9 161	62				35	16	31 911	38,6
Finlande	10 848	3 435	60	3 508	1 453	149	11	4	118 445	1 621,6
France	9 214	1 974	66	2 196	1 050	133	123	19	78 590	424,9
Géorgie	4 076	2 784	69	4 891	3 718	136			15 796	27,2
Ghana	2 618	984	122	1 592	749	234		1	225	3,1
Grèce	5 438	677	69	4 781	810	110	9	1	26 008	169,6
Guatemala	1 916	814	130	1 553	780	287				14,5
Haïti				1 623	918	246		1		1,7
Honduras	2 210	1 351	94	1 679	804	195			4 866	9,5
Hongrie	12 325	4 031	43	6 659	2 641	92	8	1	12 245	252,0
Îles Caïmanes				2 187	557	276				2 603,8
Îles Salomon				6 361	1 996	156			3 893	8,8
Inde	1 468	907	121	1 246	748	323	69	7	5 423	3,5
Indonésie	1 009	440	139	839	450	336	22	8	7 196	4,0
Irak	1 877	1 464	174	2 046	1 600	190				0,1
Iran (République islamique d')	1 031	504	138	206	191	673	5		3 540	1,3
Irlande	5 693	1 409	79				15	3	69 031	1 056,9
Islande	17 611	11 404	32	7 399	5 373	90	3	1	287 139	3 064,0
Israël	8 460	1 060	52	4 032	830	135	5	1	11 335	429,9
Italie	4 393	765	81				37	7	60 820	210,7

Tableau 5 de l'annexe. Principaux indicateurs d'infrastructure pour les services en nuage (suite)

Pays	Débit descendant, liaison fixe (kbps)	Débit ascendant, liaison fixe (kbps)	Temps d'attente, liaison fixe (ms)	Débit descendant, liaison mobile (kbps)	Débit ascendant, liaison mobile (kbps)	Temps d'attente, liaison mobile (ms)	Colocation centres de données, 2013	IXP, 2013	Débit de la connexion haut débit internationale en 2011 (bps par internaute)	Serveurs sécurisés en 2012 (par million d'habitants)
Jamaïque	2 748	706	122	3 355	975	265			23 077	51,4
Japon	20 335	17 326	39	6 141	3 352	96	36	16	23 111	774,3
Jordanie	2 172	660	131	2 338	656	235	3		6 337	29,7
Kazakhstan	4 049	2 736	101	3 331	2 068	224		1	23 590	7,8
Kenya	2 856	1 740	114	2 354	1 118	311	2	2	4 544	4,2
Koweït	2 467	1 081	123	1 854	761	177	1			202,3
Lettonie	19 240	14 146	48	7 487	5 991	110	18	1	44 779	245,2
Liban	920	230	263	1 300	344	166	1	1	2 257	51,3
Lituanie	26 810	21 308	39	7 691	6 052	111	6	2	57 571	262,4
Luxembourg	16 706	8 295	66	6 561	2 552	84	12	2	89 564	2 050,0
Malaisie	2 864	2 324	82				26	1	10 651	66,1
Maldives				1 453	807	379		1	30 659	104,8
Malte	12 811	1 345	35	6 853	1 153	104	7	1	47 850	1 662,6
Maroc	2 139		133	1 898	444	201	2		7 558	3,8
Maurice	1 186	243	97	1 060	278	309	7	1	12 714	132,4
Mexique	3 688	1 204	90				9		8 743	29,7
Moldova	13 567	9 659	56	6 573	5 330	127		1	91 118	27,6
Mongolie	3 263	2 043	92					1	53 576	17,6
Monténégro	3 534	701	75	2 608	608	170				28,4
Mozambique				797	436	334		1	1 244	1,4
Myanmar				798	715	334			8 180	0,1
Namibie				1 277	445	334			2 349	19,0
Népal	919	738	127	985	673	293	1	1	1 531	2,2
Nicaragua	1 996	866	99					1	12 857	10,2
Nigéria	1 299	1 005	239	1 106	763	428	1	1	368	1,8
Norvège	15 771	7 665	52	6 874	3 846	140	13	7	151 257	1 924,8
Nouvelle-Calédonie				3 418	1 072	177				208,7
Nouvelle-Zélande	7 024	1 348	65	5 537	1 282	108	10	5	23 706	1 505,2
Oman	2 674	626	98						11 648	60,6
Ouganda				912	422	586		1	1 752	1,5
Ouzbékistan				1 428	659	256			579	0,8
Pakistan	1 245	511	131				9	1	4 752	1,3

Tableau 5 de l'annexe. Principaux indicateurs d'infrastructure pour les services en nuage (suite)

Pays	Débit descendant, liaison fixe (kbps)	Débit ascendant, liaison fixe (kbps)	Temps d'attente, liaison fixe (ms)	Débit descendant, liaison mobile (kbps)	Débit ascendant, liaison mobile (kbps)	Temps d'attente, liaison mobile (ms)	Colocation centres de données, 2013	IXP, 2013	Débit de la connexion haut débit internationale en 2011 (bps par internaute)	Serveurs sécurisés en 2012 (par million d'habitants)
Panama	2 442	968	158	1 637	614	324	3	1	44 121	144,8
Paraguay	1 276	806	184	1 616	687	292		1	9 482	11,4
Pays-Bas	22 495	5 822	29	2 209	638	215	71	5	162 532	2 880,0
Pérou				1 174	343	615		1	9 319	22,1
Philippines	1 361	470	102	844	237	346		2	12 360	8,8
Pologne	8 006	2 297	57				27	5	40 244	309,7
Porto Rico	2 685	733	77				1	1		113,0
Portugal	17 267	3 047	43	8 379	2 578	87	22	1	135 332	238,1
Qatar	3 001	1 430	85				3		22 333	149,1
République arabe syrienne	725	275	215						3 489	0,3
République de Corée	23 222	22 682	38	8 065	7 852	106	2	4	17 170	2 733,4
République dominicaine	1 561	634	111	1 308	833	198		1	11 205	23,9
République tchèque	11 788	5 836	35	6 420	3 499	88	16	3	91 064	510,6
République-Unie de Tanzanie				837	519	623		2	902	0,8
Roumanie	22 937	11 834	39	8 235	4 365	96	32	3	114 451	67,2
Royaume-Uni	11 460	2 173	54	2 480	948	335	191	9	166 073	1 534,1
Samoa				1 522	406	400				27,1
Sénégal				1 216	319	395			2 909	2,2
Serbie	4 167	861	59	3 648	1 013	127	2	1	76 761	27,2
Singapour	19 399	12 255	38	2 132	289	153	14	3	547 064	651,6
Slovaquie	10 356	4 298	46	5 088	2 300	113	13	3	12 276	221,0
Slovénie	7 199	4 198	50	5 975	3 301	85	7	1	68 250	567,1
Soudan				821	368	633				0,0
Sri Lanka	2 193	513	125	1 839	597	278		1	5 224	7,3
Suède	20 835	9 657	53	2 462	890	150	29	12	244 440	1 535,1
Suisse	16 864	3 532	41				49	3	167 636	2 379,0
Suriname				738	312	183				43,1
Tadjikistan				1 619	615	221				1,0
Thaïlande	5 200	965	71	1 626	542	165	8	1	10 622	19,1
Trinité-et-Tobago	6 184	1 039	109	4 305	1 000	303			19 753	97,7
Tunisie	1 433	626	147	1 565	628	249		1	14 832	13,0
Turkménistan				472	202	478			1 567	0,2

Tableau 5 de l'annexe. Principaux indicateurs d'infrastructure pour les services en nuage (suite)

Pays	Débit descendant, liaison fixe (kbps)	Débit ascendant, liaison fixe (kbps)	Temps d'attente, liaison fixe (ms)	Débit descendant, liaison mobile (kbps)	Débit ascendant, liaison mobile (kbps)	Temps d'attente, liaison mobile (ms)	Colocation centres de données, 2013	IXP, 2013	Débit de la connexion haut débit internationale en 2011 (bps par internaute)	Serveurs sécurisés en 2012 (par million d'habitants)
Turquie	4 508	1 121	59				27	1	33 938	125,8
Ukraine	11 300	8 710	70	6 875	5 334	165	21	8	9 835	23,9
Uruguay	2 392	530	75	2 083	540	158	3		32 078	84,3
Venezuela (République bolivarienne du)	1 153	386	139	836	207	369			8 108	10,9
Viet Nam	5 851	4 133	70	2 009	593	251	5	3	9 998	6,5
Yémen				939	410	348			1 082	0,4
Zambie				786	463	397		1	452	2,4
Zimbabwe				981	502	355		1	1 748	3,2

Sources et notes: Les données sur les débits descendants et ascendants et sur les temps d'attente viennent de Cisco (analyse de 2012; voir http://www.cisco.com/en/US/solutions/collateral/ns341/ns525/ns537/ns705/ns1175/CloudIndex_Supplement.html (consulté le 10 octobre 2013)). Les données relatives aux performances viennent de tests effectués sur les réseaux et correspondent à la moyenne pour le pays. Cisco ventile ces statistiques en fonction du réseau (fixe ou mobile) et des internautes (entreprises et particuliers). Les données sur les réseaux fixes englobent les particuliers et les entreprises. Celles correspondant aux réseaux mobiles correspondent généralement aux entreprises qui disposaient du nombre le plus important de données. Lorsque ces données ne sont pas disponibles, celles qui correspondent aux connexions des particuliers et des entreprises sont utilisées. Si les résultats des tests ne sont pas suffisamment significatifs, les statistiques du pays correspondant ne sont pas retenues. Centres de données en colocation: Les données viennent de la base de données de Data Centre Map (voir <http://www.datacentermap.com/datacenters.html> (consulté le 10 octobre 2013)). Elles ont été prélevées en juillet 2013. Les chiffres correspondent au nombre de centres de données en colocation dans le pays. Un centre de données en colocation est une installation dans laquelle un espace de stockage de serveurs de données est mis à la disposition des clients. IXP: Chiffres de Packet Clearing House (voir <https://prefix.pch.net/applications/ixpdir/summary/> (consulté le 10 octobre 2013)). Ces données ont été prélevées en juillet 2013. Elles correspondent au nombre d'IXP dans le pays. Un IXP est une installation dans laquelle les FAI échangent du trafic Internet. Les données sur le débit Internet international (bps par internaute) viennent de l'UIT. Voir <http://www.itu.int/ITU-D/ict/publications/idi/> (consulté le 10 octobre 2013). Ils correspondent à 2011. Le débit Internet international correspond à la capacité totale utilisée par les connexions Internet internationales. Il s'agit de la somme de la capacité utilisée de tous les points d'échange Internet (lieux où se fait l'échange de trafic Internet) qui constituent les connexions internationales. Si cette capacité est asymétrique (à savoir qu'elle est plus importante dans le sens descendant qu'ascendant), c'est la capacité de la liaison descendant qui est utilisée dans les calculs. Les données sur les serveurs Internet sécurisés (par million d'habitants) viennent de la Banque mondiale (voir <http://data.worldbank.org/indicator/IT.NET.SECR.P6> (consulté le 10 octobre 2013)). Ils correspondent à 2012. On appelle serveurs sécurisés des serveurs qui brouillent les données transmises par Internet.

Abréviations: bps – bit par seconde, ms – milliseconde.

GLOSSAIRE

Agrégateurs de services en nuage, intégrateurs de systèmes et courtiers	Parfois appelés partenaires des services en nuage, ils aident leurs clients à identifier les meilleures solutions et à regrouper les services de différents prestataires (voir section I.D). Ils repèrent les services les plus adaptés, les intègrent les uns aux autres, gèrent les relations avec les prestataires des services en nuage et offrent par conséquent à leurs clients une interface plus simple pour leurs activités informatiques (section III.B.1(c)).
Informatique en nuage	Technologie permettant à des internautes éloignés d'utiliser des applications, des services ou du contenu sans devoir détenir eux-mêmes les données, les logiciels ou les applications qu'ils utilisent sur leur propre équipement (voir section I.B.1).
Écosystème de l'économie infonuagique	Réseau complexe de relations, de synergies et d'échanges entre technologie et entreprise, gouvernance et innovation, production et consommation, entreprises et acteurs différents, qui contribue au développement économique et social. Ce terme englobe le déploiement et les retombées de l'informatique et des services en nuage sur l'économie de l'information et, par là, leur utilité pour le développement économique national (section I.D).
Fournisseurs de services en nuage	Entreprises propriétaires des centres de données et des autres infrastructures qui constituent le nuage et qui mettent les services, les plates-formes ou les infrastructures correspondantes à la disposition des prestataires de services internuagiques et de leurs clients (section I.D).
Services en nuage	Services qui sont fournis aux clients «à la demande à n'importe quel moment et qu'ils utilisent par le biais de n'importe quel réseau d'accès et de n'importe quel support connecté utilisant les technologies de l'informatique en nuage» (voir section I.B.1).
Services dans le nuage	Services en nuage qui nécessitent l'installation de certains logiciels sur les terminaux de l'internaute afin de lui permettre d'exploiter les ressources du nuage (section I.B.1).
Clients des services en nuage	Citoyens, consommateurs, entreprises et gouvernements qui se procurent divers types de services en nuage directement auprès de prestataires de services en nuage ou de prestataires de services internuagiques (voir section I.D).
Centre de données en colocation	Installation permettant à de nombreux clients de disposer d'un espace pour leurs serveurs (voir section II.B.3).
Nuage communautaire	Une ressource ou un service fourni à et partagé par un groupe de clients ou d'utilisateurs ayant les mêmes préoccupations. Ce type de service peut être géré en interne ou par un tiers et être hébergé sur site ou sur une installation extérieure. On peut considérer qu'il s'agit de la solution intermédiaire entre le nuage public et le nuage privé (voir section I.B.3).
Vitesse de téléchargement descendant	Délai nécessaire au transfert de paquets de données du serveur au poste de travail de l'utilisateur final. Elle se mesure en kilobits par seconde (kbps) ou en mégabits par seconde (Mbps) (voir section II.B.5).
Nuage hybride	Type de service qui permet d'élargir les possibilités de déploiement en associant par exemple nuage public et nuage privé (voir section I.B.3).

Service d'infrastructure en ligne (IaaS)	Catégorie de service en nuage. Le client utilise les ressources informatiques mises à sa disposition par le fournisseur (traitement et stockage des données, réseaux et autres ressources essentielles) mais aussi ses propres logiciels, c'est-à-dire son propre système d'exploitation et ses applications. Dans ce cas, le client n'a aucune possibilité de contrôle sur l'infrastructure infonuagique sous-jacente, mais sur les systèmes d'exploitation, le stockage et les applications déployées; il peut contrôler certaines composantes du réseau (par exemple, les pare-feu du système hôte, voir section I.B.1).
Fournisseurs de services internuagiques	Fournisseurs de services en nuage qui dépendent d'un ou de plusieurs autres prestataires (voir section I.D).
Point d'échange Internet	Installation dans laquelle les fournisseurs d'accès Internet (FAI) échangent du trafic (voir section II.B.3).
Jigüe	Variation du temps d'attente ou du délai d'arrivée des paquets de données. Se mesure en millisecondes (ms, voir section II.B.5).
Temps d'attente ou de transmission aller-retour (RTT)	Temps qu'il faut à un paquet de données pour parvenir au serveur de destination et pour revenir au client (terminal de l'utilisateur final). Se mesure en millisecondes (ms, voir section II.B.5).
(à) locataires multiples	Répartition des ressources physiques et virtuelles de façon que les locataires multiples, leurs calculs et leurs données soient isolées les unes des autres et inaccessibles entre elles (voir section I.B).
Perte de paquets	Proportion de paquets qui n'arrive pas au serveur de destination. Se mesure généralement en pourcentage du nombre total de paquets transférés (voir section II.B.5).
Plate-forme en ligne (PaaS)	Catégorie de service en nuage. Le client déploie ses applications et ses données sur une plate-forme en ligne, comprenant des outils de programmation, appartenant au fournisseur et gérée par lui. Dans ce cas, le client n'exerce aucun contrôle sur l'infrastructure infonuagique sous-jacente, c'est-à-dire les réseaux, les serveurs, les systèmes d'exploitation ou les dispositifs de stockage, mais il gère les applications déployées et, le cas échéant, la configuration de l'environnement d'hébergement de ces applications (voir section I.B.2).
Nuage privé	Réseau informatique propriétaire fourni pour une seule organisation (par exemple un gouvernement ou une grande entreprise). Il peut être géré et hébergé en interne ou par une partie tierce (voir section I.B.3).
Nuage public	Ressources en libre accès qui offrent des services via un réseau ouvert au public. De nombreux services grand public, tels la messagerie Web, le stockage en ligne et les réseaux sociaux sont des services en nuage public (voir section I.B.3).
Serveurs Internet sécurisés	Serveurs appliquant des technologies d'encryptage aux transactions sur Internet (voir section II.B.3).
Logiciel en ligne (SaaS)	Catégorie de service en nuage. Le client utilise les logiciels installés sur l'infrastructure de son fournisseur plutôt que ses propres équipements. Il accède à ses applications à partir de ses terminaux, soit via un client léger, tel un navigateur Internet (par exemple, une messagerie Web), soit via un logiciel d'interface. Dans ce cas, le client n'a aucun contrôle sur l'infrastructure infonuagique sous-jacente. Il accède à ses applications par le biais d'un navigateur Internet ou d'un logiciel d'interface distinct (voir section I.B.2).
Vitesse de téléchargement ascendant	Délai nécessaire au transfert de paquets de données du poste de travail de l'utilisateur final au serveur. Elle se mesure en kilobits par seconde (kbps) ou en mégabits par seconde (Mbps) (voir section II.B.5).
Virtualisation	Procédé de création d'une version virtuelle d'un équipement ou d'un logiciel, comme un serveur, une unité de stockage, un réseau ou un système d'exploitation, par lequel le logiciel est divisé en environnements d'exécution (voir section I.B.1).

LISTE D'OUVRAGES SÉLECTIONNÉS DANS LE DOMAINE DES SCIENCES, DES TECHNIQUES ET DES TIC POUR LE DÉVELOPPEMENT

A. Rapports phares

Rapport 2013 sur l'économie de l'information: L'économie infonuagique et les pays en développement. Publication des Nations Unies. Numéro de vente: F.13.II.D.6. New York et Genève.

Rapport 2012 sur l'économie de l'information: L'industrie du logiciel et les pays en développement. Publication des Nations Unies. Numéro de vente: F.12.II.D.14. New York et Genève.

Rapport 2011 sur l'économie de l'information: Les TIC au service du développement du secteur privé. Publication des Nations Unies. Numéro de vente: F.11.II.D.6. New York et Genève.

Rapport 2012 sur la technologie et l'innovation: Innovation, technologie et collaboration Sud-Sud. Publication des Nations Unies. UNCTAD/TIR/2012. New York et Genève.

Rapport sur la technologie et l'innovation 2011: Les technologies des énergies renouvelables, moteur du développement. Publication des Nations Unies. UNCTAD/TIR/2011. New York et Genève.

Rapport sur la technologie et l'innovation 2010: Enhancing Food Security in Africa through Science, Technology and Innovation. Publication des Nations Unies. UNCTAD/TIR/2009. New York et Genève.

Rapport 2010 sur l'économie de l'information: TIC, entreprises et réduction de la pauvreté. Publication des Nations Unies. Numéro de vente: F.10.II.D.17. New York et Genève. octobre.

Information Economy Report 2009: Trends and Outlook in Turbulent Times. Publication des Nations Unies. Numéro de vente: E.09.II.D.18. New York et Genève. octobre.

Information Economy Report 2007-2008: Science and Technology for Development – The New Paradigm of ICT. Publication des Nations Unies. Numéro de vente: E.07.II.D.13. New York et Genève.

Information Economy Report 2006: The Development Perspective. Publication des Nations Unies. Numéro de vente: E.06.II.D.8. New York et Genève.

Information Economy Report 2005: E-commerce and Development. Publication des Nations Unies. Numéro de vente: E.05.II.D.19. New York et Genève.

E-Commerce and Development Report 2004. Publication des Nations Unies. New York et Genève.

E-Commerce and Development Report 2003. Publication des Nations Unies. Numéro de vente: E.03.II.D.30. New York et Genève.

E-Commerce and Development Report 2002. Publication des Nations Unies. New York et Genève.

E-Commerce and Development Report 2001. Publication des Nations Unies. Numéro de vente: E.01.II.D.30. New York et Genève.

B. Examens de la politique des TIC

ICT Policy Review of Egypt. Publication des Nations Unies (2011). New York et Genève.

C. Examen des politiques de la science, de la technologie et de l'innovation

Science, Technology & Innovation Policy Review of the Dominican Republic. Publication des Nations Unies. UNCTAD/DTL/STICT/2012/1. New York et Genève.

A Framework for Science, Technology and Innovation Policy Reviews. Publication des Nations Unies. UNCTAD/DTL/STICT/2011/7. New York et Genève.

- Science, Technology & Innovation Policy Review of El Salvador*. Publication des Nations Unies. UNCTAD/DTL/STICT/2011/4. New York et Genève.
- Science, Technology and Innovation Policy Review of Peru*. Publication des Nations Unies. UNCTAD/DTL/STICT/2010/2. New York et Genève.
- Science, Technology and Innovation Policy Review of Ghana*. Publication des Nations Unies. UNCTAD/DTL/STICT/2009/8. New York et Genève.
- Science, Technology and Innovation Policy Review of Lesotho*. Publication des Nations Unies. UNCTAD/DTL/STICT/2009/7. New York et Genève.
- Science, Technology and Innovation Policy Review of Mauritania*. Publication des Nations Unies. UNCTAD/DTL/STICT/2009/6. New York et Genève.
- Science, Technology and Innovation Policy Review of Angola*. Publication des Nations Unies. UNCTAD/SDTE/STICT/2008/1. New York et Genève.
- Science, Technology and Innovation Policy Review: the Islamic Republic of Iran*. Publication des Nations Unies. UNCTAD/ITE/IPC/2005/7. New York et Genève.
- Investment and Innovation Policy Review of Ethiopia*. Publication des Nations Unies. UNCTAD/ITE/IPC/Misc.4. New York et Genève.
- Science, Technology and Innovation Policy Review: Colombia*. Publication des Nations Unies. Numéro de vente:E.99.II.D.13. New York et Genève.
- Science, Technology and Innovation Policy Review: Jamaica*. Publication des Nations Unies. Numéro de vente:E.98.II.D.7. New York et Genève.

D. Autres publications

- Review of E-commerce Legislation Harmonization in the Association of Southeast Asian Nations*. UNCTAD/DTL/STICT/2013/1. Publication des Nations Unies. New York et Genève.
- Mobile Money for Business Development in the East African Community: A Comparative Study of Existing Platforms and Regulations*. UNCTAD/DTL/STICT/2012/2. Publication des Nations Unies. New York et Genève.
- UNCTAD Current Studies on Geospatial Science and Technology for Development*. Commission de la science et de la technique au service du développement. Publication des Nations Unies. UNCTAD/DTL/STICT/2012/3. New York et Genève.
- Promoting Local IT Sector Development through Public Procurement*. UNCTAD/DTL/STICT/2012/5. Publication des Nations Unies. New York et Genève.
- UNCTAD Current Studies on Applying a Gender Lens to Science, Technology and Innovation*. Commission de la science et de la technique au service du développement. Publication des Nations Unies. UNCTAD/DTL/STICT/2011/5. New York et Genève.
- UNCTAD Current Studies on Implementing WSIS Outcomes: Experience to Date and Prospects for the Future*. Commission de la science et de la technique au service du développement. Publication des Nations Unies. UNCTAD/DTL/STICT/2011/3. New York et Genève.
- UNCTAD Current Studies on Water for Food: Innovative Water Management Technologies for Food Security and Poverty Alleviation*. UNCTAD Current Studies on Science, Technology and Innovation. Publication des Nations Unies. UNCTAD/DTL/STICT/2011/2. New York et Genève.
- UNCTAD Current Studies on Measuring the Impacts of Information and Communication Technology for Development*. UNCTAD Current Studies on Science, Technology and Innovation. Publication des Nations Unies. UNCTAD/DTL/STICT/2011/1. New York et Genève.
- UNCTAD Current Studies on Financing Mechanisms for Information and Communication Technologies for Development*. UNCTAD Current Studies on Science, Technology and Innovation. Publication des Nations Unies. UNCTAD/DTL/STICT/2009/5. New York et Genève.
- UNCTAD Current Studies on Green and Renewable Energy Technologies for Rural Development*. UNCTAD Current Studies on Science, Technology and Innovation. Publication des Nations Unies. UNCTAD/DTL/STICT/2009/4. New York et Genève.

- Study on Prospects for Harmonizing Cyberlegislation in Central America and the Caribbean.* UNCTAD/DTL/STICT/2009/3. New York et Genève (en anglais et en espagnol).
- Study on Prospects for Harmonizing Cyberlegislation in Latin America.* Publication de la CNUCED. UNCTAD/DTL/STICT/2009/1. New York et Genève (en anglais et en espagnol).
- Manual for the Production of Statistics on the Information Economy 2009 Revised Edition.* Publication des Nations Unies. UNCTAD/SDTE/ECB/2007/2/REV.1. New York et Genève.
- WSIS Follow-up Report 2008.* Publication des Nations Unies. UNCTAD/DTL/STICT/2008/1. New York et Genève.
- Measuring the Impact of ICT Use in Business: the Case of Manufacturing in Thailand.* Publication des Nations Unies. Numéro de vente:E.08.II.D.13. New York et Genève.
- World Information Society Report 2007: Beyond WSIS.* Publication des Nations Unies et de l'UIT. Genève.
- World Information Society Report 2006.* Publication des Nations Unies et de l'UIT. Genève.
- The Digital Divide: ICT Diffusion Index 2005.* Publication des Nations Unies. New York et Genève.
- The Digital Divide: ICT Development Indices 2004.* Publication des Nations Unies. New York et Genève.
- Africa's Technology Gap: Case Studies on Kenya, Ghana, Tanzania and Uganda.* Publication des Nations Unies. UNCTAD/ITE/IPC/Misc.13. New York et Genève.
- The Biotechnology Promise: Capacity-Building for Participation of Developing Countries in the Bioeconomy.* Publication des Nations Unies. UNCTAD/ITE/IPC/2004/2. New York et Genève.
- Information and Communication Technology Development Indices.* Publication des Nations Unies. Numéro de vente:E.03.II.D.14. New York et Genève.
- Investment and Technology Policies for Competitiveness: Review of Successful Country Experiences.* Publication des Nations Unies. UNCTAD/ITE/IPC/2003/2. New York et Genève.
- Electronic Commerce and Music Business Development in Jamaica: A Portal to the New Economy?* Publication des Nations Unies. Numéro de vente: E.02.II.D.17. New York et Genève.
- Changing Dynamics of Global Computer Software and Services Industry: Implications for Developing Countries.* Publication des Nations Unies. Numéro de vente: E.02.II.D.3. New York et Genève.
- Partnerships and Networking in Science and Technology for Development.* Publication des Nations Unies. Numéro de vente: E.02.II.D.5. New York et Genève.
- Transfer of Technology for Successful Integration into the Global Economy: A Case Study of Embraer in Brazil.* Publication des Nations Unies. UNCTAD/ITE/IPC/Misc.20. New York et Genève.
- Transfer of Technology for Successful Integration into the Global Economy: A Case Study of the South African Automotive Industry.* Publication des Nations Unies. UNCTAD/ITE/IPC/Misc.21. New York et Genève.
- Transfer of Technology for the Successful Integration into the Global Economy: A Case Study of the Pharmaceutical Industry in India.* Publication des Nations Unies. UNCTAD/ITE/IPC/Misc.22. New York et Genève.
- Coalition of Resources for Information and Communication Technologies.* Publication des Nations Unies. UNCTAD/ITE/TEB/13. New York et Genève.
- Key Issues in Biotechnology.* Publication des Nations Unies. UNCTAD/ITE/TEB/10. New York et Genève.
- An Assault on Poverty: Basic Human Needs, Science and Technology.* Publication conjointe avec l'IDRC. ISBN 0-88936-800-7.
- Compendium of International Arrangements on Transfer of Technology: Selected Instruments.* Publication des Nations Unies. Numéro de vente: E.01.II.D.28. New York et Genève.

E. Publications du Partenariat sur la mesure de la contribution des TIC au développement

- Measuring the WSIS Targets - A statistical framework.* UIT. Genève.
- Core ICT Indicators 2010.* UIT. Genève.
- The Global Information Society: A Statistical View 2008.* Publication des Nations Unies. Santiago.
- Measuring ICT: The Global Status of ICT Indicators.* Partnership on Measuring ICT for Development. United Nations ICT Task Force. New York.

ENQUÊTE DE LECTORAT

Rapport 2013 sur l'économie de l'information: L'économie infonuagique et les pays en développement

Soucieux d'améliorer la qualité du présent Rapport et des autres publications du Service de la science, de la technologie et des TIC de la CNUCED, nous souhaitons connaître les opinions des lecteurs de la présente publication. Nous vous serions reconnaissants de remplir le questionnaire ci-après, puis de le renvoyer à l'adresse suivante:

Section de l'analyse des TIC, bureau E-7075
 Service de la Science, de la technologie et des TIC
 Division de la technologie et de la logistique
 Nations Unies
 Palais des Nations,
 CH-1211, Genève, Suisse
 Fax: 41 22 917 00 50
 ICT4D@unctad.org

1. Nom et adresse (facultatif):

.....

2. Indiquez ce qui correspond le mieux à votre domaine professionnel:

- | | | | |
|---|--------------------------|--|--------------------------|
| Ministère gouvernemental
(prière de préciser)..... | <input type="checkbox"/> | Organisation à but non lucratif | <input type="checkbox"/> |
| Bureau national de statistique | <input type="checkbox"/> | Entreprise publique | <input type="checkbox"/> |
| Autorité de régulation des télécommunications | <input type="checkbox"/> | Établissement universitaire, institut de recherche | <input type="checkbox"/> |
| Entreprise privée | <input type="checkbox"/> | Médias | <input type="checkbox"/> |
| Organisation internationale | <input type="checkbox"/> | Autre domaine (prière de préciser)..... | <input type="checkbox"/> |

3. Dans quel pays exercez-vous votre activité professionnelle?

4. Comment jugez-vous le contenu de la présente publication?

- Excellent
 Bon
 Moyen
 Médiocre

5. La présente publication est-elle utile dans votre travail?

- Très utile
Moyennement utile
Peu utile

6. Indiquez les trois principales qualités de la présente publication:

- a)
b)
c)

7. Indiquez les trois principaux défauts de la présente publication:

- a)
b)
c)

8. Quels autres aspects souhaitez-vous voir traiter dans les futures éditions du présent Rapport?

.....
.....
.....

9. Autres observations:

.....
.....
.....
