



Nations Unies

Les applications de la chaîne de blocs dans le système des Nations Unies : préparer leur arrivée

Rapport du Corps commun d'inspection

Établi par Petru Dumitriu



Les applications de la chaîne de blocs dans le système des Nations Unies : préparer leur arrivée

Rapport du Corps commun d'inspection

Établi par Petru Dumitriu



Nations Unies • Genève, 2020

Équipe responsable :

Petru Dumitriu, Inspecteur

Stefan Helck, Spécialiste de l'inspection et de l'évaluation

Eleyeba Bricks, Assistant de recherche

Dejan Dincic, Consultant

Ruichuan Yu, stagiaire

Simon Christopher Mueller, stagiaire

*Résumé analytique***Les applications de la chaîne de blocs dans le système des Nations Unies : préparer leur arrivée****La chaîne de blocs dans le contexte de la transformation numérique**

La chaîne de blocs fait partie des technologies en expansion dont la fusion et l'interaction dans les systèmes physiques, numériques et biologiques définissent le profil de la quatrième révolution industrielle. La technologie est encore jeune, mais compte tenu de son impact potentiel, il convient d'évaluer les arbitrages, de prendre des mesures réglementaires et de définir des cadres opérationnels en engageant un dialogue multipartite, notamment à l'échelle du système des Nations Unies.

Dans ses premières années (2008-2013), la chaîne de blocs était perçue comme l'une des technologies numériques les plus prometteuses, malgré son apparente simplicité (un registre partagé de données). Certains y ont vu la plus grande innovation depuis l'avènement d'Internet, alors qu'elle s'appuie sur des technologies déjà existantes (techniques cryptographiques, mise en réseau entre pairs, protocoles de consensus), qu'elle associe de manière très innovante. Les partisans de cette technologie affirmaient qu'elle bouleverserait tous les secteurs et qu'elle aurait un effet considérable sur la vie quotidienne. L'érosion de la confiance générale dans les institutions à la suite de la crise financière de 2008 n'a fait qu'ajouter au pouvoir d'attraction du bitcoin, première utilisation majeure de la chaîne de blocs.

La popularité de la chaîne de blocs est montée en flèche, avant de s'effondrer lourdement, sans laisser de grandes preuves que cette technologie a pu avoir un impact significatif au-delà de l'histoire controversée du bitcoin, l'application initiale de la chaîne de blocs. Le grand taux d'échec des start-ups a prouvé que se lancer dans la technologie de la chaîne de blocs sans mener une réflexion approfondie sur les risques associés pouvait nuire à la réalisation des objectifs concrets des entreprises privées ou des organisations publiques. L'émergence de nouvelles plateformes après 2013, en particulier Ethereum, a ouvert de nouvelles voies pour les applications de la chaîne de blocs, notamment les contrats intelligents.

À l'heure actuelle, l'engouement est retombé, et il est temps pour la chaîne de blocs de s'orienter vers des solutions prêtes à l'emploi et des résultats éprouvés. Cette technologie n'en est qu'à ses débuts, mais elle arrive progressivement à maturité. Les hérauts de la chaîne de blocs, qui ont prévalu dans le débat sur cette technologie au cours des premières années de son développement, ont fait place à des prestataires de solutions commerciales. Les utilisateurs et les théoriciens ont pris conscience que la chaîne de blocs n'est ni une fin en soi, ni une panacée aux problèmes non résolus. Les investissements dans cette technologie progressent, tout comme la diversité du paysage de la chaîne de blocs.

Selon une étude récente, alors que la chaîne de blocs était autrefois qualifiée d'expérience technologique, elle a franchi le pas de la théorie à la pratique et apparaît de plus en plus comme un véritable agent de changement. Davantage de dirigeants considèrent désormais que la chaîne de blocs fait partie intégrante de l'innovation organisationnelle. Ils investissent des ressources plus conséquentes dans cette technologie comme solution stratégique (voir, par exemple, l'étude du cabinet Deloitte intitulée « 2020 global blockchain survey: From promise to reality »). Dans le même ordre d'idées, d'après une autre étude, la technologie de la chaîne de blocs a le potentiel de faire progresser le produit intérieur brut mondial de 1 760 milliards de dollars au cours de la prochaine décennie¹.

¹ PwC, « Time for trust: the trillion-dollar reasons to rethink blockchain » (octobre 2020).

Les entités des Nations Unies ne pouvaient rester à l'écart et observer l'évolution du secteur. Le Programme de développement durable à l'horizon 2030 (Programme 2030) et les appels stratégiques à l'innovation qui l'ont suivi, ont incité certaines entités à prendre les devants et à mettre à l'essai des applications de la chaîne de blocs, principalement pour des activités opérationnelles. Certaines entités envisagent des idées visionnaires pour des applications très ambitieuses basées sur la chaîne de blocs : une infrastructure de certification de la vaccination contre la maladie à coronavirus 2019 (COVID-19) (un partenariat entre l'Organisation mondiale de la Santé et le gouvernement estonien), une carte d'identité numérique des Nations Unies unique (un projet du Centre de solutions numériques, fondé par le Haut-Commissariat des Nations Unies pour les réfugiés (HCR) et le Programme alimentaire mondial (PAM) en collaboration avec le Centre international de calcul des Nations Unies (CIC)) et un projet de cadre de gouvernance pour l'aide humanitaire (publié par le PAM et ses partenaires du projet « Building Blocks »).

Des travaux de grande envergure sont en cours au sein du système des Nations Unies : élaboration de normes, examen des aspects juridiques et mise en œuvre de projets pilotes de déploiement de la technologie de la chaîne de blocs. Dix entités utilisent des applications de la chaîne de blocs pour différents types de projets et d'opérations, individuellement et dans le cadre de collaborations. Les cas d'utilisation en cours, la plupart au niveau du terrain, concernent la chaîne d'approvisionnement, les paiements numériques, le traçage du bétail, la carte d'identité numérique et l'enregistrement foncier. La plupart des entités qui n'utilisent pas encore la chaîne de blocs envisagent de le faire à l'avenir. Leur intérêt va croître et mûrir à mesure que l'innovation dans la chaîne de blocs s'accélère.

Cependant, les ressources utilisées pour la chaîne de blocs sont minimes et son histoire dans le système des Nations Unies est bien courte : elle ne remonte qu'à 2017. L'examen du Corps commun d'inspection (CCI) a été mené dans une perspective d'avenir. Le présent rapport est destiné à aider les entités participantes, en particulier celles qui souhaitent mettre en œuvre des applications de la chaîne de blocs mais qui n'ont pas encore les moyens, les connaissances ou des objectifs clairs pour le faire. En bref, l'objectif principal du rapport est de réunir des informations ainsi qu'un ensemble de recommandations permettant aux entités des Nations Unies de se préparer à faire bon usage de cette technologie.

Le CCI a voulu adopter une approche équilibrée pour parler de la chaîne de blocs, et cela l'a conduit à faire les choix suivants :

- a) Utiliser un langage accessible aux lecteurs non spécialisés, y compris les hauts responsables, tout en étant suffisamment précis pour le personnel des Nations Unies intervenant directement dans la promotion ou l'utilisation pratique des chaînes de blocs ;
- b) Passer de recommandations formulées dans une perspective de conformité classique à une perspective d'anticipation, et préférer, plutôt qu'un point de vue trop normatif, une approche souple fondée sur des scénarios, sans pour autant occulter les spécificités du système des Nations Unies ;
- c) Prôner un changement fondamental d'attitude à l'égard de l'innovation, qui remplacerait l'approche attentiste (attendons de voir ce que la technologie nous propose) à une approche anticipatrice (voyons ce que la technologie pourrait faire pour nous) ;
- d) Maintenir autant que possible l'équilibre entre la mise en évidence des avantages potentiels de la chaîne de blocs (sans préconiser une adoption inconditionnelle de la technologie) d'une part, et les risques et défis qu'elle présente (sans décourager l'innovation) d'autre part ;
- e) Tenter de proposer une approche décisionnelle spécifique aux Nations Unies pour le recours à la chaîne de blocs, dont le concept original est né avec l'intention sous-jacente claire de s'affranchir de contrôles centralisés. Il est peu probable qu'une telle approche tienne compte des valeurs des Nations Unies et de leur vocation à fournir des biens publics ;
- f) Démystifier la technologie et lui ôter l'aura héritée de l'époque où régnait une certaine frénésie, et faire passer le message que l'adoption de la chaîne de blocs est moins une décision technologique qu'une décision pragmatique, au service de l'organisation.

Le rapport reprend à la fois les arguments et les réserves que les entités participantes ont présentés, ainsi que les recommandations et les éléments d'une matrice de décision qu'elles ont proposés.

Il a également pour objet de contribuer aux efforts collectifs engagés dans le cadre des récentes stratégies globales sur les nouvelles technologies et l'avenir du travail, qui abordent la question de l'innovation et de l'utilisation des technologies numériques par les entités des Nations Unies dans une approche orientée vers l'action. L'utilisation de la chaîne de blocs est envisagée dans le contexte de la réalisation des objectifs de développement durable, à l'appui de la vision contenue dans le rapport du Groupe de haut niveau sur la coopération numérique du Secrétaire général de l'Organisation des Nations Unies.

Objectifs

Les objectifs spécifiques de l'examen des applications de la chaîne de blocs par le CCI étaient les suivants :

- a) Cartographier l'utilisation actuelle des applications de la chaîne de blocs dans le système des Nations Unies ;
- b) Compiler les enseignements tirés de cette phase de développement naissant et recenser les bonnes pratiques ;
- c) Recenser les principaux défis et risques liés à l'utilisation de la chaîne de blocs ;
- d) Étudier l'utilisation potentielle de la chaîne de blocs pour améliorer la coopération et l'efficacité interinstitutions ;
- e) Contribuer à l'élaboration d'orientations, de normes et de cadres pour l'utilisation future des applications de la chaîne de blocs.

Au chapitre V et dans la recommandation 4 ci-dessous, le CCI propose une matrice de décision, élaborée en tenant pleinement compte des spécificités du système des Nations Unies, qui permet de définir de manière rigoureuse les cas d'utilisation pour lesquels la chaîne de blocs est vraiment la meilleure option par rapport aux solutions classiques. Il recommande de suivre un processus décisionnel simple, mais complet, en plusieurs étapes, qui comprend un arbre de décision minimaliste, utile lorsqu'il est envisagé d'adopter une solution fondée sur une chaîne de blocs : choix d'une plateforme de chaînes de blocs, optimisation de l'architecture de la chaîne de blocs, compatibilité avec les objectifs de développement durable et préservation des valeurs des Nations Unies. La matrice de décision constitue une première tentative d'orientation à l'échelle du système des Nations Unies en vue de répondre aux besoins formulés par de nombreuses entités.

Principales conclusions

Le système des Nations Unies **s'intéresse de plus en plus** à l'utilisation des applications de la chaîne de blocs, y compris parmi les entités qui n'envisagent pas son adoption immédiate. Plusieurs entités ont pris les devants en lançant des projets de technologie de la chaîne de blocs, qui peuvent fournir au système de précieux enseignements et certaines pratiques prometteuses. La prudence, le cas échéant, s'impose compte tenu d'un certain nombre de problèmes, notamment le manque de familiarité avec la technologie, de ressources pour mener des projets pilotes et de connaissance du type de problèmes que la chaîne de blocs permet de résoudre.

Les applications de la chaîne de blocs actuellement utilisées n'ont pas atteint une masse critique, quantitativement et qualitativement, susceptible de démontrer l'utilité et la pertinence de cette technologie dans ses caractéristiques de base spécifiques. Certaines hypothèses ne sont pas encore confirmées ; les caractéristiques telles que l'immutabilité et la décentralisation doivent être davantage mises à l'essai. **L'expérience accumulée jusqu'à présent n'est pas encore concluante** concernant une éventuelle utilisation massive au-delà des services financiers.

Certaines des caractéristiques fondamentales de la chaîne de blocs, telles que l'anonymat, présent dans certains cas d'applications de la chaîne de blocs, ou le contrôle individuel des clefs privées, semblent être incompatibles avec certains des domaines qui intéressent les entités des Nations Unies, en particulier dans le domaine humanitaire. Les utilisateurs actuels et potentiels sont de plus en plus conscients des nouveaux risques engendrés par cette technologie, et **on recherche des solutions de compromis** qui pourraient contredire les hypothèses communes concernant la chaîne de blocs.

Si une réglementation stricte de la chaîne de blocs à un stade trop précoce peut s'avérer contre-productive, **des politiques et normes minimales** sont attendues tant par les utilisateurs que par les prestataires de solutions afin de réduire l'incertitude juridique et d'encourager l'innovation.

Les points de vue sur la **nécessité de compétences techniques internes** peuvent diverger, mais la plupart des entités participantes considèrent que le développement de ces compétences spécialisées est utile et réaliste. L'utilisation créative de solutions *open source* fondées sur la chaîne de blocs est réalisable et peut réduire le risque de dépendance vis-à-vis d'un seul prestataire et d'autres formes de perte de contrôle au profit d'intérêts commerciaux.

La chaîne de blocs, par sa nature de technologie en réseau, est porteuse de **possibilités sans précédent pour la collaboration interinstitutions**, alors que travailler de façon cloisonnée risque d'entraîner un gaspillage de ressources, des doublons, un manque de cohérence et une dépendance aveugle vis-à-vis des conditions fixées par des prestataires commerciaux.

Les **partenariats avec d'autres parties prenantes peuvent prendre de nouvelles formes**, mais les aspects liés à la confiance et à la réputation doivent s'en tenir aux règles existantes.

La chaîne de blocs exige un **changement de culture** au niveau de la collaboration interinstitutions : par exemple, l'acceptation du rôle des entités chef de file ou des coalitions de volontaires comme moteur de **l'innovation** ; encourager les engagements collectifs dans l'utilisation de la chaîne de blocs à l'appui des objectifs de développement durable ; l'investissement conjoint dans des projets de **chaîne de blocs** ; et encourager la coopération. Les États membres ne promeuvent pas assez la coopération interinstitutions en termes pratiques : ils continuent de financer des projets distincts menés dans diverses organisations ayant des objectifs similaires, au lieu de conditionner ces fonds à un travail collectif.

Dans ce contexte, l'une des conclusions les plus optimistes qui se dégagent du présent examen est que les premières années de pratique de la chaîne de blocs dans le système des Nations Unies confirment déjà **l'émergence d'une saine tendance à la coopération interinstitutions**. Les projets en cours les plus importants sont déjà menés par deux entités ou plus et sont ouverts à d'autres entités volontaires, tandis que les normes ayant un potentiel à l'échelle du système sont élaborées en s'appuyant sur de multiples contributions. Même les projets pilotes développés au niveau national ont une vocation intrinsèque d'ouverture et d'inclusion, comme l'illustre le présent rapport.

Le rapport constitue une tentative d'encourager une nouvelle approche pour faire tomber les cloisonnements et favoriser la collaboration, grâce à la technologie de la chaîne de blocs. **Véritablement préparer l'utilisation des chaînes de blocs, si et quand cela est nécessaire, passera irréversiblement par la coopération interinstitutions.**

* * *

Recommandations

Le rapport comprend huit recommandations formelles dans lesquelles le CCI propose des orientations pour les actions futures visant à résoudre les problèmes recensés lors de l'examen, notamment sur l'intégration de l'utilisation de la chaîne de blocs dans les stratégies et politiques globales d'innovation ; le partage des connaissances et le renforcement des capacités ; l'action et les rôles à l'échelle du système ; et la gestion des risques. Une autre recommandation clef décrit une matrice de prise de décisions permettant de déterminer quand l'emploi de la technologie de la chaîne de blocs peut convenir pour une situation donnée.

Les recommandations sont adressées aux organes directeurs des entités des Nations Unies (2), au Secrétaire général de l'ONU (1) et aux chefs de secrétariat des entités des Nations Unies (5).

Recommandation 1

Les organes directeurs des entités des Nations Unies devraient veiller à ce que, lorsqu'il y a lieu, l'utilisation des applications de la chaîne de blocs soit intégrée, avec d'autres technologies numériques, dans les stratégies et politiques d'innovation adoptées par leurs entités.

Recommandation 2

Les chefs de secrétariat des entités des Nations Unies devraient s'assurer que l'examen des cas d'utilisation possibles de la chaîne de blocs sera fondé sur des évaluations des risques du projet, notamment en ce qui concerne les politiques et règlements institutionnels régissant les privilèges et immunités, la protection des données, la confidentialité, la cybersécurité, l'intégrité du système et la réputation.

Recommandation 3

Les chefs de secrétariat des entités des Nations Unies, s'ils ne l'ont pas encore fait, devraient approuver les Principes pour le développement numérique d'ici à la fin de 2022, première étape en vue d'assurer une compréhension commune générale de la transformation numérique au niveau institutionnel, y compris de l'utilisation éventuelle des chaînes de blocs.

Recommandation 4

Les chefs de secrétariat des entités des Nations Unies devraient veiller à ce que toute décision relative à l'utilisation de la chaîne de blocs soit fondée sur une analyse appropriée des avantages et inconvénients et sur la détermination de la solution la mieux adaptée, à l'aide d'une matrice de décision (telle que celle décrite dans le présent rapport, compte tenu des améliorations ou adaptations pouvant y être apportées).

Recommandation 5

Le Secrétaire général, agissant en consultation avec les chefs de secrétariat des entités des Nations Unies et avec l'appui de l'Union internationale des télécommunications, devrait confier, d'ici à la fin de 2021, à un(e) représentant(e) de l'ONU chargé(e) des technologies numériques et des questions connexes la tâche de suivre l'élaboration des normes d'interopérabilité des chaînes de blocs et des projets *open source* axés sur l'interopérabilité des chaînes de blocs, dans le cadre d'un examen global des incidences de la technologie sur les politiques, et de travailler avec toutes les entités en conséquence.

Recommandation 6

Les organes directeurs des entités des Nations Unies devraient encourager les États membres à collaborer avec la Commission des Nations Unies pour le droit commercial international dans ses travaux préliminaires et préparatoires sur les questions juridiques qui ont trait à la chaîne de blocs dans le contexte plus large de l'économie numérique et du commerce numérique, y compris sur le règlement des différends, qui visent à réduire l'insécurité juridique dans ce domaine.

Recommandation 7

Les chefs de secrétariat des entités des Nations Unies qui ont élaboré des applications de la chaîne de blocs devraient suivre, chaque fois que c'est possible – conformément à l'appel à la création de biens publics numériques que le Secrétaire général a lancé dans sa feuille de route pour la coopération numérique – les principes *open source* lorsqu'ils développent des logiciels, et mettre le code source à la disposition des autres entités des Nations Unies.

Recommandation 8

Les chefs de secrétariat des entités des Nations Unies, agissant dans le cadre des mécanismes de coordination pertinents et avec l'appui du Centre international de calcul des Nations Unies, devraient envisager l'adoption d'un cadre de gouvernance interinstitutions non contraignant pour la technologie de la chaîne de blocs à l'usage des entités intéressées, afin de garantir la cohérence et l'homogénéité des approches mises en œuvre dans l'ensemble du système d'ici à la fin de 2022, notamment dans les projets susceptibles de concerner plusieurs entités.

Le rapport contient également neuf recommandations « souples » (informelles). La plupart d'entre elles visent à diffuser les bonnes pratiques et à améliorer le partage des connaissances sur la chaîne de blocs au niveau du système.

- Le cadre de gouvernance « Building Blocks », s'il est adopté, devrait être examiné afin de déterminer son applicabilité à des initiatives similaires (par. 78) ;
- L'UIT devrait informer régulièrement toutes les entités des normes qui sont élaborées pour les technologies numériques, notamment les technologies de registre distribué, telles que la chaîne de blocs (par. 256) ;
- Il faudrait créer une bibliothèque d'informations sur les applications concrètes de la technologie de la chaîne de blocs utilisées dans le système des Nations Unies et sur les progrès réalisés dans leur mise en œuvre (par. 140) ;
- Les entités devraient coopérer avec le secrétariat de la Commission des Nations Unies pour le droit commercial international (CNUDCI) en fournissant des documents sur leur expérience, les enseignements tirés de l'utilisation d'applications basées sur la chaîne de blocs et sur leurs besoins éventuels d'un point de vue juridique (par. 268) ;
- Une liste de prestataires externes de solutions fondées sur la chaîne de blocs, accessible à toutes les entités intéressées, devrait être dressée (par. 277) ;
- La création d'une carte d'identité numérique des Nations Unies devrait être soutenue (par. 298).

Deux autres recommandations non contraignantes concernent la nécessité que les rôles et responsabilités exacts des participants dans les solutions fondées sur la chaîne de blocs soient totalement transparents et clairs (par. 73) et que ces solutions soient évaluées en termes d'efficacité, non pas de manière isolée, mais en incluant les coûts de gestion et de maintenance sur une perspective de plus long terme (par. 89). Enfin, une recommandation non contraignante invite les entités à envisager d'inclure dans les programmes d'apprentissage institutionnel, lorsque cela est approprié et nécessaire, une formation de base sur le fonctionnement des chaînes de blocs et autres technologies numériques (par. 288).

Table des matières

	<i>Page</i>
Résumé analytique	iii
Abréviations, sigles et acronymes	xi
Index.....	xii
I. Introduction	1
A. Généralités	1
B. Contexte.....	1
C. But, objectifs et portée	3
D. Principaux termes et définitions.....	4
E. Méthodologie.....	5
II. Cartographie des applications de la chaîne de blocs dans le système des Nations Unies.....	8
A. L'intérêt pour la chaîne de blocs augmente prudemment	8
B. Des entités pionnières prennent l'initiative, une coopération interinstitutions voit le jour...	9
C. Des travaux de recherche et d'exploration préliminaires de la chaîne de blocs sont en cours .	13
D. Les partenariats autour de la chaîne de blocs soulèvent de nouveaux défis	14
E. Les projets multipartites de déploiement de la technologie de la chaîne de blocs peuvent attirer plusieurs sources de financement	18
III. Une analyse critique des promesses de la chaîne de blocs	21
A. Les points forts et les avantages théoriques de la chaîne de blocs ne se concrétisent pas d'eux-mêmes	21
B. Prouver les avantages potentiels : un long chemin à parcourir	23
C. Toutes les hypothèses ne sont pas confirmées	25
D. L'immutabilité peut avoir des effets pervers, la décentralisation doit être davantage mise à l'essai.....	26
E. Une infrastructure numérique adéquate reste un défi	28
IV. Gestion des risques.....	34
A. La gestion des risques doit être adaptée aux vulnérabilités	34
B. Les risques liés à la chaîne de blocs sont connus.....	35
C. L'atténuation des risques doit commencer dès le début d'un projet de déploiement de la technologie de la chaîne de blocs	36
V. La chaîne de blocs : une solution à la recherche d'un problème ?	39
A. Appliquer les enseignements tirés, tout en allant de l'avant.....	39
B. Il est nécessaire de fournir des orientations à l'échelle du système pour favoriser la prise de décisions et l'utilisation des applications de la chaîne de blocs	41
C. Une matrice de décision.....	42
D. Optimiser le choix.....	46
VI. Les pistes à suivre	50
A. Une réglementation stricte de la chaîne de blocs est peut-être prématurée, mais des politiques et des normes minimales sont nécessaires	50
B. Normes et cadre juridique : travaux en cours	52

C.	Il est utile et réaliste de développer en interne des compétences techniques sur la chaîne de blocs	57
D.	Premiers pas vers une culture de collaboration et d'action interinstitutions dans l'utilisation de la chaîne de blocs	61
 Annexes		
I.	Tableau récapitulatif des applications de la chaîne de blocs actuellement utilisées par les entités des Nations Unies	65
II.	Applications de la chaîne de blocs que les entités envisagent d'utiliser à l'avenir	69
III.	Vue d'ensemble indicative des solutions reposant sur la technologie de registre distribué pour les cas d'utilisation correspondants aux principaux défis visés dans les 17 objectifs de développement durable (résumé du CCI)	72
IV.	Vue d'ensemble des mesures que les entités participantes sont appelées à prendre conformément aux recommandations du Corps commun d'inspection.....	74

Abréviations, sigles et acronymes

CCI	Corps commun d'inspection
CCS	Conseil des chefs de secrétariat des organismes des Nations Unies pour la coordination
CIC	Centre international de calcul des Nations Unies
CNUCED	Conférence des Nations Unies sur le commerce et le développement
CNUDCI	Commission des Nations Unies pour le droit commercial international
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture
FNUAP	Fonds des Nations Unies pour la population
HCR	Haut-Commissariat des Nations Unies pour les réfugiés
ISO	Organisation internationale de normalisation
OACI	Organisation de l'aviation civile internationale
OIT	Organisation internationale du Travail
OMI	Organisation maritime internationale
OMM	Organisation météorologique mondiale
OMPI	Organisation mondiale de la propriété intellectuelle
OMS	Organisation mondiale de la Santé
ONUDC	Office des Nations Unies contre la drogue et le crime
ONUDI	Organisation des Nations Unies pour le développement industriel
ONU-Femmes	Entité des Nations Unies pour l'égalité des sexes et l'autonomisation des femmes
ONG	Organisation non gouvernementale
ONU-Habitat	Programme des Nations Unies pour les établissements humains
PAM	Programme alimentaire mondial
PGI	Progiciel de gestion intégré
PNUD	Programme des Nations Unies pour le développement
PNUE	Programme des Nations Unies pour l'environnement
SFI	Société financière internationale
TIC	Technologies de l'information et de la communication
UIT	Union internationale des télécommunications
UNDSC	Centre de solutions numériques
UNESCO	Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture
UNICEF	Fonds des Nations Unies pour l'enfance
UNIN	Réseau d'innovation des Nations Unies
UNJSPF	Caisse commune des pensions du personnel des Nations Unies
UNRWA	Office de secours et de travaux des Nations Unies pour les réfugiés de Palestine dans le Proche-Orient
UPU	Union postale universelle

Index

Entité	Numéro de paragraphe
CCS	255
CCI	1, 2, 3, 17, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 29, 31, Encadré 1, 89, 107, 155, 166, Encadré 5, 227, 247, 258, 290
CIC	19, 26, 27, 35, 38, 51, 62, 67, 69, 111, 119, 128, 136, 153, 158, Encadré 5, 229, 275, 291, 295
CNUCED	36, 55
CNUDCI	258, 259, 260, Encadré 7, 261, 262, 263, 264, 265, 267
FAO	35, 50, 57, 62, Encadré 2, 85, 108, 126, 127, 135, 143, 151, 158, 161, 164, 171, 182, 202, 203, 204, 239, 283
FNUAP	36, 189, Encadré 5, 238, 239, 294
HCR	64, Encadré 3, 125, 147, 160, 166, 173, 179, 188, 295
ISO	28, 184, 248, 249, 251, 253
OACI	36, 59, 189
OIT	36, Encadré 5
OMI	36
OMM	36
OMPI	36, 58
OMS	36, 56, Encadré 5
ONUDI	36, 56, 87, 95, 175, 180, 187, Encadré 5, 239, 241
ONU-Femmes	35, 42, 64, Encadré 3, 75, 83, 87, 90, 93, 110, 125, 134, 144, 152, 161, 164, 173, 179, 186, 238, 282
ONU-Habitat	35, 52, 59, 180, 187, Encadré 5
PAM	35, 41, 43, 51, 62, 64, Encadré 3, 75, 83, 87, 113, 123, 125, 134, 146, 152, 158, 161, 164, 179, 184, Encadré 5, 238, 277, Encadré 8, 295
PNUD	35, 44, 45, 46, Figure I, 47, 48, Figure II, 49, Encadré 1, 62, 65, 66, 86, 90, 94, 109, 116, 122, 124, 133, 143, 150, 156, 158, 161, 164, 172, 179, 185, Encadré 5, Encadré 8
PNUE	57, Encadré 5, 283
UIT	35, 37, 50, 60, Encadré 2, 85, 108, 126, 131, 143, 158, 164, 171, 172, 193, 194, 195, 252, 253, 254, 255
UNDSC	38, 291, 294, 295, Figure V, 296, 297
UNICEF	35, 53, 68, 84, 87, 90, 92, 112, 114, 118, 122, 132, 138, 145, 161, 164, 169, 178, 182, 197, 204, Encadré 5, 238, 239, 282, Encadré 8
UNIN	38, 140, 277, 291, 292, Encadré 8, 293
UNJSPF	35, 51, 62, 67, 128, 153, 158
UNRWA	36

I. Introduction

A. Généralités

1. Le Corps commun d'inspection (CCI) du système des Nations Unies a inscrit un examen des applications de la chaîne de blocs à son programme de travail pour 2020.
2. Sur une proposition d'un Inspecteur du CCI, il vise à répondre à l'intérêt croissant que les entités des Nations Unies, aux niveaux stratégique et opérationnel, ont manifesté quant aux gains d'efficacité attribués à une technologie numérique dynamique et prometteuse : la chaîne de blocs.
3. Ce faisant, le CCI se joint aux efforts collectifs engagés dans le cadre des récentes stratégies globales sur les nouvelles technologies et l'avenir du travail qui abordent la question de l'innovation et de l'utilisation des technologies numériques dans le système des Nations Unies dans une approche orientée vers l'action².
4. L'utilisation de la chaîne de blocs doit également être envisagée dans le contexte de la réalisation des objectifs de développement durable. Le Groupe de haut niveau sur la coopération numérique du Secrétaire général a reconnu que les technologies numériques devraient apporter une contribution importante à la réalisation du Programme de développement durable à l'horizon 2030 (Programme 2030) et transcender les frontières internationales, les cloisonnements politiques et les domaines professionnels³.
5. D'après les recherches préliminaires menées en amont du présent examen, malgré l'intérêt croissant pour cette technologie, les entités des Nations Unies ont besoin de davantage d'orientations, notamment de cadres ou de méthodologies, pour savoir comment et quand elles devraient envisager d'utiliser les applications de la chaîne de blocs. L'industrie de la chaîne de blocs n'en étant qu'à ses débuts, tout comme la prise de conscience dans le secteur public des possibilités et des défis connexes, le système des Nations Unies ne peut se contenter d'adopter une position attentiste ou d'engager ses ressources de manière aléatoire.
6. Le présent examen donne à l'Inspecteur l'occasion de souligner l'importance croissante et la nécessité de mener une veille stratégique qui ne se limite pas à l'examen des pratiques actuelles, mais tente également d'anticiper, de prévenir et d'atténuer les risques et de favoriser une utilisation efficace des ressources à l'avenir, tout en encourageant l'innovation.

B. Contexte

7. « La quatrième révolution industrielle crée un monde dans lequel les systèmes virtuels et physiques de fabrication coopèrent les uns avec les autres de manière flexible au niveau mondial.⁴ » Comme l'ont déclaré les auteurs du concept, la quatrième révolution industrielle ne concerne pas seulement les machines et les systèmes intelligents et connectés. Il s'agit de la fusion de ces technologies et de leur interaction dans les domaines physique, numérique et biologique. La chaîne de blocs est une technologie en expansion qui peut transformer le monde physique, modifier l'être humain et intégrer l'environnement, de même que l'intelligence artificielle et la robotique, l'Internet des objets, l'informatique quantique, les réalités virtuelles et augmentées, etc.
8. La chaîne de blocs est un registre numérique distribué qui présente une caractéristique immuable. Un registre est une base de données d'enregistrements transactionnels (données). Contrairement aux systèmes transactionnels classiques, qui sont contrôlés par des autorités centralisées, comme une banque ou un prestataire de services, la technologie de la chaîne de blocs permet de répartir les responsabilités entre tous les ordinateurs participants (appelés « nœuds »), qui partagent les mêmes informations, utilisent un processus de consensus pour

² Voir « Stratégie du Secrétaire général de l'ONU en matière de nouvelles technologies » (septembre 2018) et Commission mondiale de l'OIT sur l'avenir du travail, *Work for a better future* (2019).

³ Groupe de haut niveau sur la coopération numérique, « The age of digital interdependence » (2019).

⁴ Klaus Schwab, *The Fourth Industrial Revolution*, 2016.

valider les transactions et contrôlent collectivement les enregistrements. Une fois que les nœuds parviennent à un consensus sur la validation, la transaction est inscrite dans un bloc, qui devient très difficile à modifier ou à supprimer.

9. Il existe différents types de chaînes de blocs, notamment deux groupes principaux : les chaînes de blocs publiques, sans permission ; et les chaînes de blocs privées, avec permission. Dans une chaîne de blocs publique, toute personne qui le souhaite peut participer au réseau, aider à maintenir le registre et voir toutes les transactions qui ont lieu. Dans une chaîne de blocs privée avec permission, tant les informations que la maintenance du réseau sont limitées à un groupe de membres sélectionnés.

10. Les principales caractéristiques intrinsèques attribuées à la chaîne de blocs sont sa structure décentralisée, son immuabilité et sa sécurité. En principe, ces caractéristiques créent la confiance entre les parties à la chaîne de blocs, favorisent la coopération, rendent les transactions sûres et sécurisées et renforcent la transparence, entre autres choses. En revanche, l'utilisation de cette technologie peut susciter des inquiétudes en termes d'empreinte écologique, de confidentialité des données, de cybersécurité et d'utilisation abusive potentielle à des fins illicites.

11. Outre le cas éminent et controversé du bitcoin, il existe divers autres cas d'utilisation de la technologie de la chaîne de blocs, notamment le suivi de la chaîne d'approvisionnement, les paiements numériques, le transfert d'avoirs, la carte d'identité numérique et l'enregistrement foncier. Les contrats intelligents peuvent être utilisés pour rationaliser les processus internes, tels que la gestion des factures, le paiement des fournisseurs, les transferts d'avoirs et le règlement des différends. Toutefois, ils devront être intégrés dans le cadre juridique existant. Les utilisateurs et les développeurs de la chaîne de blocs se concentrent actuellement sur le recensement des cas d'utilisation où cette technologie peut faire la différence.

12. Les institutions financières internationales examinent également, de manière de plus en plus systématique et orientée vers l'action, les utilisations potentielles des applications de la chaîne de blocs. En 2017, la Banque mondiale a créé un laboratoire des technologies de la chaîne de blocs faisant office de centre d'innovation au service des projets de réduction de la pauvreté, notamment pour développer les possibilités d'utiliser la chaîne de blocs et d'autres technologies de rupture dans des domaines tels que l'administration foncière, la gestion de la chaîne d'approvisionnement, la santé, l'éducation, les paiements transfrontières et les échanges sur le marché du carbone. La Société financière internationale (SFI) a travaillé avec des influenceurs et des experts clés pour examiner le potentiel et les dangers de la chaîne de blocs. Un premier rapport a été publié en octobre 2017. Dans un rapport plus récent, la SFI a observé que, depuis lors, des notes approfondies supplémentaires avaient été ajoutées pour élargir et approfondir la compréhension de cette technologie en plein essor, de son énorme potentiel et de ses nombreux défis⁵.

13. Selon les informations recueillies par le CCI, les gouvernements au niveau national ou local utilisent également des applications de la chaîne de blocs, tandis que d'autres ont adopté des réglementations spécifiques à cette technologie. Ces réglementations et autres mesures institutionnelles ont pour dénominateur commun d'envisager ces applications non seulement sous l'angle technologique ou des coûts, mais aussi sous l'angle de la gouvernance et de la société, étant donné la structure intrinsèquement décentralisée de la chaîne de blocs.

14. La technologie de la chaîne de blocs est un sujet stratégique au potentiel considérable et les Nations Unies devraient faire davantage pour le comprendre et recenser les utilisations efficaces que permet cette technologie. Les applications de la chaîne de blocs peuvent aider les organisations à réduire les coûts de transaction, à améliorer l'efficacité et l'efficacité, à réduire le risque de fraude, à contrôler le risque financier et à protéger les données. Elles peuvent également aider à relever les défis opérationnels et programmatiques. D'autre

⁵ Voir, par exemple, *IFC, Blockchain: Opportunities for Private Enterprises in Emerging Markets* (janvier 2019) dans lequel la SFI présente un examen de la mise en œuvre de la chaîne de blocs dans les services financiers et les chaînes d'approvisionnement mondiales ; une analyse régionale des évolutions de la chaîne de blocs dans les marchés émergents ; et un nouvel accent sur la capacité de la chaîne de blocs à faciliter les solutions énergétiques à faible émission de carbone, ainsi qu'une discussion sur les questions juridiques et de gouvernance associées à l'adoption de cette technologie.

part, compte tenu de certains de leurs aspects (mécanismes de consensus décentralisés, anonymat possible des utilisateurs, empreinte énergétique), certaines des principales caractéristiques de la chaîne de blocs peuvent soulever des problèmes éthiques, des préoccupations écologiques et des questions juridiques.

15. Dans le Programme 2030, l'Assemblée générale a souligné la nécessité « d'examiner la coopération en matière [...] de technologie et d'innovation dans des domaines thématiques pour la réalisation des objectifs de développement durable, tous les acteurs y participant activement pour apporter leur contribution dans leurs domaines de compétence respectifs »⁶. Cette coopération exige non seulement une coopération et des partenariats interinstitutions, mais aussi une utilisation efficace des technologies. La chaîne de blocs, par sa nature de technologie distribuée, peut être le catalyseur pour améliorer la coordination et la convergence à l'échelle du système, et permettre une utilisation plus efficace des ressources.

16. Si les avantages de l'utilisation des technologies de la chaîne de blocs dans les activités opérationnelles de l'ONU sont supposés être inhérents et intégrés à ces technologies, on ne dispose pas toujours de preuves que les avantages théoriques se confirment dans la pratique. En outre, certaines des caractéristiques fondamentales de la chaîne de blocs, parmi lesquelles la confiance et l'immutabilité, ont été remises en question. En outre, certains aspects valorisés dans le secteur privé peuvent ne pas correspondre à l'objectif, aux valeurs et aux responsabilités du système des Nations Unies. Tout en ouvrant la porte à l'innovation, la compréhension des incidences potentielles de la chaîne de blocs doit donc être constamment mise à jour et approfondie. Le personnel de l'ONU, du siège au niveau des pays, devrait comprendre comment ces technologies influent sur leurs domaines de travail et tester, de manière responsable, comment la chaîne de blocs peut être exploitée pour mieux remplir leurs mandats respectifs.

C. But, objectifs et portée

17. Conformément à son mandat, l'objectif de cet examen du CCI est d'informer et de formuler des recommandations à l'intention des décideurs (organes directeurs et chefs de secrétariat) sur les caractéristiques de la technologie de la chaîne de blocs dans une perspective transversale et en tenant compte des avantages et des risques potentiels. L'évaluation et l'analyse devraient permettre de combler le fossé des connaissances entre les décideurs du système des Nations Unies et les promoteurs de la chaîne de blocs sur le marché, ainsi que d'accroître la sensibilisation et la responsabilisation dans l'utilisation des technologies de la chaîne de blocs.

18. Les objectifs de cette étude sont les suivants :

- i) Cartographier l'utilisation actuelle des applications de la chaîne de blocs dans le système des Nations Unies ;
- ii) Compiler les enseignements tirés de cette phase de développement naissant et recenser les bonnes pratiques ;
- iii) Recenser les principaux défis et risques liés à l'utilisation de la chaîne de blocs ;
- iv) Étudier l'utilisation potentielle des fonctionnalités de la chaîne de blocs qui pourraient améliorer la coopération et l'efficacité interinstitutions ;
- v) Contribuer à l'élaboration d'orientations, de normes et de cadres pour l'utilisation des applications de la chaîne de blocs.

19. La présente étude a été réalisée à l'échelle du système et concerne les 28 entités participantes du Corps commun, ainsi que le Secrétariat de l'ONU et le Centre international de calcul des Nations Unies (CIC).

⁶ Nations Unies, Assemblée générale, résolution 70/1, intitulée « Transformer notre monde : le Programme de développement durable à l'horizon 2030 ».

20. Dans cette étude, le CCI a examiné : a) les applications de la chaîne de blocs qui sont actuellement et efficacement utilisées ; b) les projets liés à la chaîne de blocs qui ont été récemment lancés ou qui sont à l'étude ; et c) les utilisations potentielles souhaitables de la chaîne de blocs à l'avenir.

21. Dans cette étude, le CCI se penche également sur les cas d'utilisation pertinents pour le Programme 2030 qui pourraient être soutenus et facilités par les applications de la chaîne de blocs. L'utilisation de la chaîne de blocs pour la création de cybermonnaies en tant que telles ne devait pas, a priori, être au centre de l'examen. Cependant, certains aspects liés aux utilisations potentielles de la chaîne de blocs dans le financement des mandats de l'ONU ou dans les activités opérationnelles sur le terrain ont été considérés et examinés.

D. Principaux termes et définitions

22. Au cours de l'examen, la documentation technique consultée par l'équipe du CCI a fait ressortir une pléthore de concepts liés à la chaîne de blocs, qui sont employés par les praticiens et les théoriciens de cette technologie. Ces concepts se distinguent davantage sur la forme que sur le fond, mais l'équipe du CCI a privilégié les spécifications techniques définies dans le système des Nations Unies par l'Union internationale des télécommunications⁷. La liste non exhaustive présentée ci-dessous reprend seulement les concepts utilisés tout au long du rapport :

- **Chaîne de blocs** : type de registre distribué composé de données enregistrées numériquement et organisées selon une chaîne de blocs successifs de plus en plus longue, chaque bloc étant lié de manière cryptographique et protégé de toute altération ou révision ;
- **Bloc** : unité de données faisant partie d'une chaîne de blocs, composée d'un ensemble de transactions et d'un en-tête de bloc ;
- **En-tête de bloc** : structure de données qui comprend un lien cryptographique avec le bloc précédent ;
- **Consensus** : accord sur la validité d'un ensemble de transactions ;
- **Application décentralisée** : une application qui fonctionne dans un environnement informatique distribué et décentralisé ;
- **Système décentralisé** : système distribué dans lequel le contrôle est réparti entre les personnes ou les organisations participant au fonctionnement du système ;
- **Registre distribué** : type de registre qui est partagé, reproduit et synchronisé de manière distribuée et décentralisée ;
- **Immuable** : se dit d'un système de chaîne de blocs et de registre distribué dans lequel les enregistrements du registre peuvent être ajoutés, mais pas supprimés ou modifiés, et sont conçus pour empêcher la modification des données historiques au fil du temps ;
- **Registre** : système de stockage d'informations qui conserve les enregistrements finaux et définitifs (immuables) des transactions ;
- **Nœud** : dispositif ou processus qui participe à un réseau de registres distribués ;
- **Avec permission** : qui nécessite une autorisation pour effectuer une ou plusieurs activités données ;
- **Sans permission** : qui ne nécessite pas d'autorisation pour effectuer une quelconque activité ;
- **Système de registre distribué avec permission** : système de registre distribué dans lequel des autorisations sont nécessaires pour maintenir et exploiter un nœud ;

⁷ Union internationale des télécommunications, Spécification technique UIT-T, Groupe de réflexion UIT-T sur l'application de la technologie de registre distribué (FG DLT), « Technical specification FG DLT D1.1 – distributed ledger technology terms and definitions » (1^{er} août 2019).

- **Système de registre distribué sans permission** : système de registre distribué dans lequel des autorisations ne sont pas nécessaires pour maintenir et exploiter un nœud ;
- **Système de registre distribué public** : système de registre distribué qui est accessible au public ;
- **Système de registre distribué privé** : système de registre distribué qui n'est accessible qu'à un nombre limité d'utilisateurs ;
- **Contrat intelligent** : programme écrit sur le système de registre distribué qui encode les règles pour des types spécifiques de transactions du système de registre distribué d'une manière qui peut être validée et déclenchée par des conditions spécifiques ;
- **Jeton** : représentation numérique de la valeur sur un registre distribué partagé, qui est détenue et sécurisée par cryptographie pour garantir son authenticité et empêcher toute modification ou altération sans le consentement du propriétaire ;
- **Transaction** : ensemble des échanges d'informations entre les nœuds ;
- **Portefeuille** : logiciel et/ou matériel utilisé pour générer, gérer et stocker des clés et des adresses privées et publiques, qui permettent aux utilisateurs de la technologie du registre distribué d'effectuer des transactions. Certains portefeuilles peuvent interagir avec des contrats intelligents et permettre une signature unique et/ou multiple.

Remarque : La chaîne de blocs est une technologie de registre distribué, mais il existe d'autres systèmes de registre distribué qui ne sont pas des chaînes de blocs. Si les définitions ci-dessus couvrent les systèmes de registres distribués en général, elles sont pleinement valables pour les chaînes de blocs. En d'autres termes, « *technologie de registre distribué* » signifie aussi, dans le choix des termes et des définitions, « *chaîne de blocs* ».

E. Méthodologie

23. L'inscription du sujet au programme de travail du CCI a été précédée de recherches préliminaires et d'activités préparatoires, telles que le dialogue spécial sur la façon dont la technologie de la chaîne de blocs peut aider à financer les objectifs de développement durable (3-4 avril 2018), tenu dans le cadre d'une conférence internationale, organisé par le CCI pour faire suite à un rapport sur les partenariats avec le secteur privé, et la conférence sur le thème « Blockchain for impact », coorganisée par le CCI et Geneva Macro Labs (Genève, 26-27 septembre 2019), toutes deux avec la participation de multiples parties prenantes.

24. Afin d'explorer l'intérêt des entités participantes au niveau opérationnel, l'Inspecteur a également assisté à des réunions organisées par d'autres entités des Nations Unies (SDG Lab, l'Institut des Nations Unies pour la formation et la recherche (UNITAR)) et des missions diplomatiques (Canada et Suisse) en 2018 et 2019. Il a également participé à des réunions au niveau mondial, comme le deuxième Congrès de Genève sur la technologie de la chaîne de blocs et le Forum économique mondial de Davos (2020). La documentation préliminaire disponible comprenait un rapport axé sur les Nations Unies, produit pour le CCI par une équipe de recherche de Capstone issue de l'Institut universitaire de hautes études internationales et du développement (IHEID) de Genève.

25. L'examen a été mené entre février et novembre 2020 à l'échelle du système. Conformément aux normes, règles et directives du CCI et à ses procédures de travail internes, la méthodologie suivie pour l'élaboration du rapport comprenait une étude approfondie sur dossier, une étude documentaire et une analyse fouillée des politiques et pratiques existantes liées à l'utilisation de la technologie de la chaîne de blocs, un questionnaire et des entretiens. La collecte et l'analyse des données se sont appuyées sur des méthodes qualitatives et quantitatives.

26. Les données ont été recueillies par divers moyens, notamment :

- a) Des questionnaires envoyés à toutes les entités participantes du CCI et au Centre international de calcul ;

- b) Des entretiens structurés et semi-structurés avec des fonctionnaires du système des Nations Unies ;
- c) Des sessions spéciales de réflexion et la participation à des réunions de praticiens de la chaîne de blocs ;
- d) Des consultations avec des représentants du secteur et des autorités gouvernementales qui ont adopté une législation spécifique à la technologie de la chaîne de blocs ;
- e) Le dialogue et des consultations avec d'autres organisations internationales ;
- f) L'utilisation de sources libres d'information et de formation sur la technologie de la chaîne de blocs, notamment des cours en ligne sur les plateformes LinkedIn, edX et Courpacademy.

27. Les questionnaires ont été rédigés de manière à proposer deux options, afin de recueillir les points de vue à la fois des entités qui utilisent actuellement la chaîne de blocs et les attentes de celles qui ne l'utilisent pas. Toutes les entités participantes du CCI et le CIC ont répondu au questionnaire institutionnel et à d'autres demandes d'information. En outre, 56 entretiens ont été tenus avec environ 116 personnes avant et pendant l'examen. Dans la mesure du possible, des réunions en personne ont été organisées avec des représentants d'entités ayant leur siège à Genève. Des entretiens en ligne ont été menés dans les cas où les réunions sur place n'étaient pas possibles, en raison de la pandémie de COVID-19.

28. L'équipe a interrogé des membres du personnel de l'Organisation internationale de normalisation (ISO), du Forum économique mondial et de la Banque mondiale, qui lui ont fait des présentations, ainsi que d'experts juridiques et de prestataires de solutions fondées sur la chaîne de blocs issus d'autorités gouvernementales, de start-ups, de réseaux et de plateformes, notamment le Bureau de l'innovation sur les marchés financiers (SFI) de la Principauté du Liechtenstein et Crypto Valley Venture Capital (CV VC), Zimt, Swiss Blockchain Federation, Bitcoin Suisse AG, Nägele Rechtsanwälte GmbH, Digital Assets Legal Advisors (DALAW), Old School GmbH, la Fondation Tezos, Geneva Internet Platform, Swiss Blockchain Institute et Geneva Macro Labs.

29. Dans son évaluation, le CCI a également été guidé, le cas échéant, par les principes d'une analyse SWOT pour recenser les points forts, les points faibles, les possibilités et les risques liés à l'utilisation efficace des applications de la chaîne de blocs dans le contexte du système des Nations Unies⁸.

30. Au moment de l'élaboration du présent rapport, seul un petit nombre d'entités avaient mis en œuvre ou à l'essai des applications de la chaîne de blocs. Par conséquent, les pratiques existantes ne sont pas suffisamment nombreuses ou anciennes pour constituer un échantillon statistiquement significatif sur une période suffisamment longue pour permettre une analyse SWOT rigoureuse. Toutefois, une analyse des applications actuelles de la chaîne de blocs fournit de précieux enseignements et met en évidence les domaines de travail auxquels cette technologie pourrait en principe être utile. Les autres entités ont manifesté un vif intérêt pour le potentiel de la chaîne de blocs et indiqué qu'elles comptaient l'étudier. Dans ce rapport, le CCI tente de proposer des orientations, de faire mieux connaître la chaîne de blocs de manière équilibrée et réaliste, de fournir des informations sur les activités de normalisation et de réglementation dans ce domaine et, surtout, d'anticiper sur la nécessité d'une coopération interinstitutions.

31. Examen collégial interne : un processus d'examen collégial interne (appel au « jugement collectif ») a permis de recueillir les vues de tous les Inspecteurs du Corps commun d'inspection sur le projet de rapport. Le projet de rapport a été diffusé aux entités participantes afin qu'elles puissent corriger toute éventuelle erreur factuelle et formuler des observations sur les constatations, les conclusions et les recommandations.

⁸ SWOT est l'acronyme anglais des quatre paramètres d'analyse : Strengths (points forts), Weaknesses (points faibles), Opportunities (possibilités), Threats (risques).

32. Pour faciliter la lecture et la mise en œuvre des recommandations qui y figurent, ainsi que leur suivi, on trouvera à l'annexe IV du présent rapport un tableau indiquant si le rapport est présenté à l'organe délibérant ou au chef de secrétariat des entités concernées pour suite à donner ou pour information.

33. L'Inspecteur tient à remercier sincèrement tous les représentants des entités des Nations Unies et ceux des autres organisations et entités qui ont apporté leur concours dans l'établissement du présent rapport, et en particulier ceux qui ont participé aux entretiens et répondu au questionnaire et qui l'ont si volontiers fait profiter de leurs connaissances et de leur compétence.

II. Cartographie des applications de la chaîne de blocs dans le système des Nations Unies

A. L'intérêt pour la chaîne de blocs augmente prudemment

34. La mise en œuvre de la chaîne de blocs en est à ses débuts dans les entités des Nations Unies. Les applications existantes sont utilisées sous différentes formes et de différentes manières et pour différents types de projets, programmes et activités.

35. Au moment de l'élaboration du présent rapport, 10 entités utilisaient cette technologie, individuellement ou en collaboration, et disposaient d'une infrastructure de chaîne de blocs dédiée : le Programme alimentaire mondial (PAM) et l'Entité des Nations Unies pour l'égalité des sexes et l'autonomisation des femmes (ONU-Femmes), l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) et l'Union internationale des télécommunications (UIT), le Centre international de calcul (CIC) et la Caisse commune des pensions du personnel des Nations Unies, le Programme des Nations Unies pour les établissements humains (ONU-Habitat) et le Bureau de l'informatique et des communications (tous dans des projets communs), le Fonds des Nations Unies pour l'enfance (UNICEF) et un certain nombre de bureaux de pays du Programme des Nations Unies pour le développement (PNUD). Cette technologie est utilisée dans les cas d'utilisation suivants : la chaîne d'approvisionnement, les paiements numériques, le traçage du bétail, la carte d'identité numérique et l'enregistrement foncier.

36. D'autres entités envisagent l'utilisation éventuelle d'applications de la chaîne de blocs à l'avenir, notamment le Fonds des Nations Unies pour la population (FNUAP), l'Office de secours et de travaux des Nations Unies pour les réfugiés de Palestine dans le Proche-Orient (UNRWA), l'Organisation internationale du Travail (OIT), l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) et le Secrétariat de l'Organisation des Nations Unies. Plusieurs entités mènent des travaux de recherche et d'autres activités, telles que des projets de renforcement des capacités, dans leur domaine de travail et dans le cadre de leur mandat de base et afin d'appuyer leurs parties prenantes. Il s'agit notamment des entités suivantes : l'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel (ONUDI), l'Organisation mondiale de la propriété intellectuelle (OMPI), la Conférence des Nations Unies sur le commerce et le développement (CNUCED), l'Organisation météorologique mondiale (OMM), l'Organisation maritime internationale (OMI) et l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI). Toutes ont commencé à envisager les utilisations possibles de la chaîne de blocs et toutes sont intéressées à comprendre et à mieux cerner les avantages potentiels de cette technologie et les défis connexes.

37. L'UIT joue un rôle bien particulier : son Groupe spécialisé de l'UIT-T sur l'application de la technologie des registres distribués a élaboré plusieurs normes et spécifications de grande importance afin que ses membres et les entités des Nations Unies puissent utiliser la chaîne de blocs de manière cohérente⁹.

38. À l'échelle du système, la chaîne de blocs est également examinée par le Réseau d'innovation des Nations Unies, une plateforme collaborative sur laquelle diverses entités peuvent partager leurs connaissances et faire avancer les discussions sur l'innovation. Le Centre international de calcul fournit une assistance opérationnelle à des projets concrets de déploiement de la technologie de la chaîne de blocs et un Centre de solutions numériques des Nations Unies, récemment créé, propose de mettre à l'essai et en œuvre des technologies de pointe à titre pilote, y compris des projets basés sur la chaîne de blocs, qui peuvent être transposés à plus grande échelle afin d'être utilisés par plusieurs entités.

39. On trouvera à l'annexe I du rapport un aperçu des entités des Nations Unies qui utilisent actuellement des applications de la chaîne de blocs. L'annexe II résume les domaines d'intérêt dans lesquels la chaîne de blocs pourrait trouver des applications à l'avenir.

⁹ Voir www.itu.int/en/ITU-T/focusgroups/dlt/Pages/default.aspx.

B. Des entités pionnières prennent l’initiative, une coopération interinstitutions voit le jour

40. Plusieurs entités ont été les premières à mettre en œuvre la chaîne de blocs. Elles utilisent des applications de la chaîne de blocs à différents stades de maturité. Ce faisant, elles ont ouvert la voie à l’utilisation d’une technologie innovante par d’autres entités : leurs expériences – réalisations, mais aussi difficultés et enseignements tirés – contribueront à alimenter une base de connaissances et un ensemble de pratiques propices à l’utilisation de la chaîne de blocs par les entités des Nations Unies.

41. Le projet Building Blocks du **PAM** porte sur le déploiement de la technologie de la chaîne de blocs dans le secteur humanitaire. Il s’appuie sur la chaîne de blocs pour accélérer les transferts de fonds, diminuer leurs coûts et améliorer leur sécurité. Il crée également un espace neutre, pris en main et géré conjointement à 100 % par ses membres, qui permet à diverses organisations humanitaires de coordonner la détermination et la fourniture de l’aide en utilisant des identifiants communs. Le projet bénéficie actuellement à 822 000 réfugiés syriens et rohingya en Jordanie et au Bangladesh. Depuis son lancement en mai 2017, 150 millions de dollars ont été transférés dans le cadre de 8 millions de transactions. En novembre 2020, le projet a également été lancé au Liban afin de faciliter la coordination interinstitutions de l’aide mise en place dans le cadre des secours d’urgence déployés après l’explosion survenue à Beyrouth en août 2020.

42. **ONU-Femmes** a rejoint la plateforme Building Blocks dans le cadre d’un projet pilote lancé en juin 2019 afin de mettre en place un système de virements en espèces à l’intention des femmes accueillies dans les camps de réfugiés de Za’atari et d’Azraq en Jordanie. Elle mène également un projet qui lui permet de mettre à l’essai des virements en espèces destinés aux réfugiés du camp de Kakuma au Kenya en faisant appel à la technologie de la chaîne de blocs.

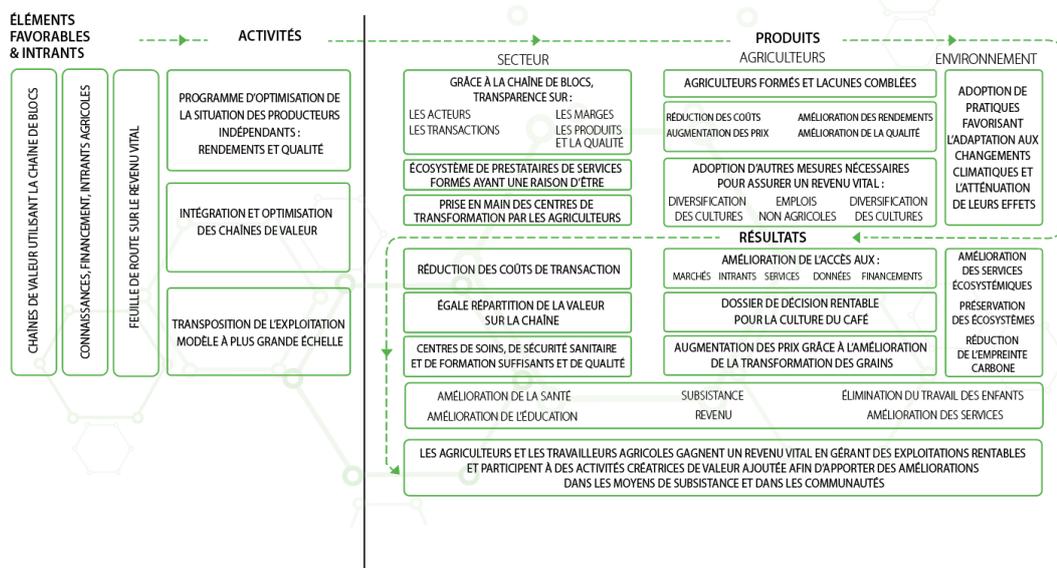
43. Le **PAM** gère également le projet Blocks for Transport, qui vise à améliorer la mise en disposition en temps voulu des documents d’expédition en appliquant la technologie de la chaîne de blocs à la chaîne d’approvisionnement et à la logistique. Le volet « approvisionnement et transport » a débuté le long d’un corridor de la chaîne d’approvisionnement à Djibouti et en Éthiopie. Le projet sera pleinement déployé en 2021. L’objectif à long terme est d’établir une plateforme de chaîne d’approvisionnement modulaire à l’intention de la communauté humanitaire en s’appuyant sur la technologie de la chaîne de blocs.

44. Le **PNUD** a utilisé à titre pilote la chaîne de blocs dans divers cas d’utilisation, notamment les cybermonnaies pour le financement participatif. Il mène également plusieurs projets pilotes de déploiement de la technologie de la chaîne de blocs dans certains de ses bureaux de pays, en utilisant la chaîne de blocs pour assurer la traçabilité sur la chaîne d’approvisionnement, la création ou l’allocation de jetons numériques et le suivi des dons alimentaires. Les projets les plus avancés portent sur l’amélioration de la traçabilité le long de chaînes d’approvisionnement durables.

45. Le bureau de pays du PNUD en Équateur a utilisé la chaîne de blocs pour le suivi des produits de base (cacao), depuis le point d’origine jusqu’à la vente sous forme de tablettes de chocolat. Il a également créé un jeton numérique correspondant à une tablette de chocolat associé à une valeur monétaire. Chaque jeton peut être échangé contre une réduction sur le prochain achat du consommateur ou retourné à l’agriculteur d’origine pour être réinvesti dans le processus de production.

46. La figure I illustre les incidences escomptées du projet. La plupart des données sont enregistrées dans la chaîne de blocs, mais pas toutes. Par exemple, les factures qui sont matérialisées en pièces jointes ne sont pas stockées dans la chaîne de blocs. Les données « hors chaîne » sont stockées dans une base de données distincte, qui peut être conservée au niveau du client ou hébergée chez un tiers facilitateur.

Figure I
Projet de déploiement de la technologie de la chaîne de blocs du Bureau du PNUD en Équateur

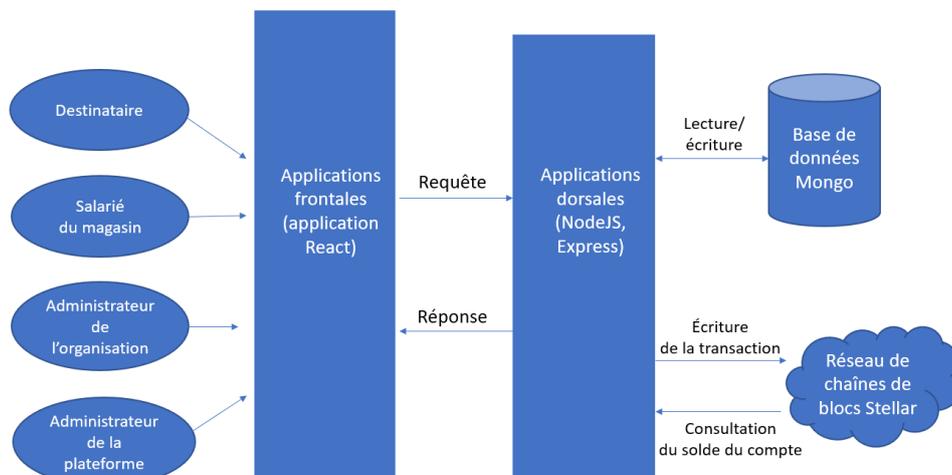


Source : Bureau du PNUD en Équateur et FairChain Change Management.

47. Le bureau de pays du PNUD en Serbie a mis en place un suivi des dons alimentaires qui sont faits par des détaillants (par exemple, des supermarchés) à une organisation non gouvernementale bénéficiaire, en utilisant la technologie de la chaîne de blocs. L'objectif est d'étendre le suivi à l'ensemble du processus de don : production agricole, livraison aux supermarchés, collecte par les banques alimentaires et don aux particuliers. D'autres projets pilotes de déploiement de la technologie de la chaîne de blocs dans les bureaux de pays du PNUD (Mongolie, République de Moldavie, Inde) ont été interrompus pour des raisons fortuites, autres que la technologie.

48. Le diagramme de décision présenté dans la figure II illustre la structure et le processus sur lesquels repose le projet de déploiement de la technologie de la chaîne de blocs appliquée aux dons alimentaires exécuté par le bureau du PNUD en Serbie. Chaque participant à la plateforme possède son propre compte dans la chaîne de blocs (combinaison de clefs privées et publiques) et chaque don ou transaction entre entités est enregistré dans la chaîne de blocs. La base de données locale contient des informations sur les détails des dons, les donateurs et les destinataires. Des jetons sont créés en fonction de la quantité de nourriture donnée en poids. Une fois le projet pleinement opérationnel, d'autres détaillants pourraient être autorisés à y participer.

Figure II
Projet de déploiement de la technologie de la chaîne de blocs exécuté par le bureau du PNUD en Serbie



Source : PNUD.

49. Dans le projet mené en Serbie, une chaîne de blocs publique constitue la couche d'infrastructure sur laquelle repose une application privée construite sur mesure, qui sera utilisée par certains participants à la chaîne de dons alimentaires. L'utilisation d'une chaîne de blocs publique existante a permis de réduire le temps de développement, l'investissement nécessaire et les besoins de maintenance du projet. Dans le but très pratique de concevoir et de comprendre les applications basées sur la chaîne de blocs dans le système des Nations Unies, l'Inspecteur a trouvé intéressante l'approche adoptée par le bureau du PNUD en Serbie. En effet, depuis l'apparition de la première chaîne de blocs (Bitcoin), la technologie connexe et ses applications n'ont cessé d'évoluer, donnant naissance à des systèmes plus performants, mais aussi plus complexes. D'un point de vue technique, il est possible de décomposer les réseaux de chaînes de blocs modernes en plusieurs couches. Dans le but très concret de concevoir et de comprendre les applications basées sur la chaîne de blocs dans le système des Nations Unies, l'Inspecteur a jugé utile de décrire une perspective fonctionnelle en deux couches, propre à réduire le coût et la complexité du projet (voir encadré 1).

50. En collaboration avec l'UIT, la FAO mène un projet à l'intention des éleveurs de porcs en Papouasie-Nouvelle-Guinée, utilisant la technologie de la chaîne de blocs pour assurer la traçabilité du bétail. Ce projet permet aux consommateurs d'acheter les produits en toute confiance en vérifiant leur historique. Avant la mise en place du système, les consommateurs n'avaient aucun moyen de vérifier ces informations. La mise en œuvre du nouveau système de suivi est essentielle pour établir la confiance des consommateurs et permettre aux agriculteurs d'élargir leurs marchés et d'obtenir un retour sur investissement équitable¹⁰.

51. **CIC/Caisse commune des pensions du personnel des Nations Unies :** Le Centre international de calcul apporte son assistance à la Caisse commune des pensions du personnel des Nations Unies dans la mise en œuvre technique d'une « déclaration de situation numérique », en utilisant la chaîne de blocs et la technologie d'apprentissage automatique. Dans le cadre d'un projet pilote, environ 280 retraités du PAM vivant dans 70 pays participent à l'essai de la solution complète. La technologie de la chaîne de blocs pourrait être pleinement utilisée dans la phase suivante, qui consiste à fournir une carte d'identité numérique des Nations Unies à l'ensemble du personnel des Nations Unies et pas seulement aux retraités.

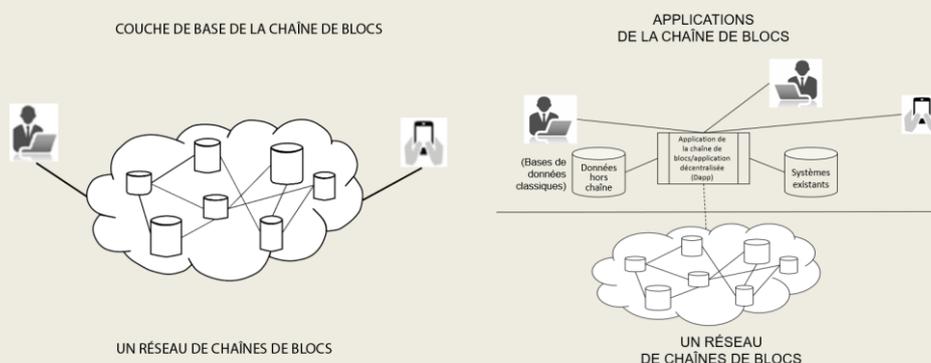
¹⁰ Voir <http://www.fao.org/in-action/pig-farmers-in-papua-new-guinea/fr/>.

Encadré 1

Les couches de la chaîne de blocs**La couche de base de la chaîne de blocs**

Il s'agit du réseau de base de la chaîne de blocs, composé de serveurs nœuds, connectés par Internet, qui maintiennent un registre distribué et le mettent à disposition des participants à la chaîne de blocs. Selon la conception de la chaîne de blocs, cette couche fournit la capacité de base nécessaire pour vérifier et enregistrer les transactions et obtenir un consensus entre les nombreuses instances du registre distribué.

En règle générale, les chaînes de blocs publiques peuvent également être associées à une cybermonnaie, mais cela ne doit pas nécessairement être la fonction principale d'une chaîne de blocs. Aujourd'hui, de nombreuses chaînes de blocs intègrent également une fonctionnalité de contrat intelligent ou d'autres fonctions étendues et parfois spécialisées. Les utilisateurs peuvent interagir directement avec la couche de base de la chaîne de blocs en utilisant des portefeuilles numériques comme applications finales. Par exemple, les utilisateurs pourraient envoyer ou recevoir des fonds en se contentant d'une simple application pour smartphone faisant office de porte-monnaie numérique.

**La couche d'applications de la chaîne de blocs**

Les plateformes de chaînes de blocs proposent également des moyens de se connecter à des systèmes externes au moyen de protocoles et d'interfaces prédéfinis. De nombreuses plateformes modernes prennent également en charge une certaine forme de fonctionnalité programmable qui est stockée et exécutée par la couche de base¹¹. Concrètement, cela signifie qu'il est possible de créer, en dehors ou au-dessus de la plateforme de chaînes de blocs sous-jacente, des applications sophistiquées qui se connectent aux réseaux de chaînes de blocs et les utilisent comme une sorte de couche d'infrastructure. Ces applications peuvent créer et fournir des fonctionnalités totalement nouvelles qui ne sont pas limitées par la fonctionnalité assurée par la couche de base.

Par exemple, une application qui ne peut être utilisée que par certains utilisateurs inscrits peut être construite sur une chaîne de blocs publique qui permet aux utilisateurs anonymes d'utiliser ses fonctionnalités de base. Dans ce cas, la plateforme de chaînes de blocs de base sert d'infrastructure publique, de la même manière qu'Internet est utilisé comme infrastructure publique pour créer des applications Web sophistiquées. C'est le cas du projet du Bureau du PNUD en Serbie, qui exploite le réseau public Stellar pour proposer une application « privée ».

(Source : CCI.)

¹¹ Ethereum a été la première chaîne de blocs à y contribuer sensiblement en 2014 en introduisant des « contrats intelligents » (un concept déjà connu en informatique, mais qui n'avait pas été appliqué à la technologie de la chaîne de blocs).

52. **ONU-Habitat/Bureau de l'informatique et des communications** : En Afghanistan, la chaîne de blocs est utilisée pour suivre la propriété des parcelles de terre. Dans le cadre de l'initiative « Une ville pour tous », ONU-Habitat et le Bureau de l'informatique et des communications travaillent ensemble à la création d'un registre numérique. En exploitant la technologie de la chaîne de blocs, une version immuable des registres fonciers est créée, qui peut ensuite servir de base à d'autres services gouvernementaux, tels que la planification urbaine, la participation citoyenne et la création de revenus.

53. Le projet Digicus de l'UNICEF (preuve de concept) s'est appuyé sur la chaîne de blocs pour numériser les accords conclus par l'UNICEF avec ses partenaires d'exécution (gouvernements, ONG, universités) dans un bureau de pays (Kazakhstan) sous forme de contrats intelligents. L'objectif du prototype était de mettre en place une plateforme permettant de rationaliser les virements en espèces afin d'améliorer la transparence et la responsabilité des partenariats. La plateforme permet de vérifier de manière simplifiée les résultats obtenus par les partenaires et – grâce à des contrats intelligents basés sur la chaîne de blocs – de déclencher automatiquement les paiements, après vérification et autorisation. Elle permet à toutes les parties d'avoir une compréhension commune de l'état d'avancement du projet et des objectifs atteints, et montre comment les contrats intelligents peuvent être utilisés pour accélérer le traitement des documents et des paiements. L'UNICEF étudie également l'extensibilité du concept. Pour appuyer les activités liées à la chaîne de blocs, elle a créé un fonds de capital-risque et un fonds en cybermonnaies (voir les sections suivantes).

54. **L'Inspecteur salue l'effort des pionniers qui ont étudié les utilisations possibles des applications de la chaîne de blocs dans le système des Nations Unies et les diverses modalités selon lesquelles des approches innovantes ont été adoptées (concentration sur une niche, intégration aux politiques d'innovation ou multiples cas d'utilisations au niveau des pays). Il se félicite également des initiatives interinstitutions. La collaboration interinstitutions valorise non seulement la vocation de la chaîne de blocs à construire des réseaux orientés vers l'action, mais peut également stimuler l'avènement d'une nouvelle culture de coopération, éviter les doublons, améliorer la cohérence et éliminer les cloisonnements dans l'utilisation des applications de la chaîne de blocs à l'appui du Programme 2030.**

C. Des travaux de recherche et d'exploration préliminaires de la chaîne de blocs sont en cours

55. Au **Secrétariat de l'Organisation des Nations Unies**, le Bureau des technologies de l'information et des communications a produit un livre blanc et des prototypes d'applications potentielles de la chaîne de blocs. En sa qualité de point focal au Conseil économique et social pour les recommandations concernant la facilitation du commerce et les normes relatives aux transactions électroniques, le Centre des Nations Unies pour la facilitation du commerce et les transactions électroniques (CEFACT-ONU) a produit un livre blanc présentant une vue d'ensemble de la chaîne de blocs au service du commerce et un livre blanc sur l'application technique de la chaîne de blocs aux produits du CEFACT-ONU. La CNUCED a abordé le sujet des cybermonnaies et de la chaîne de blocs dans plusieurs de ses rapports, publications et conférences. Les travaux de la Commission des Nations Unies pour le droit commercial international (CNUDCI) sont décrits dans la section VI ci-dessous.

56. L'**OMS** travaille à l'élaboration d'une stratégie mondiale pour la santé numérique afin de définir une manière plus systématique d'exploiter les technologies numériques, dont la chaîne de blocs. La nature immuable des enregistrements dans la chaîne de blocs fournit une caractéristique importante d'intégrité des données qui peut être utilisée dans la gestion de la chaîne d'approvisionnement des biens médicaux pour lutter contre les médicaments contrefaits et d'autres formes de fraude médicale. En octobre 2020, l'OMS a également lancé un projet phare basé sur la chaîne de blocs : une infrastructure de certification de la vaccination COVID-19, dans le cadre d'un partenariat avec le gouvernement estonien. L'**ONUUDI** a élaboré un cadre méthodologique pour évaluer l'état de préparation d'une chaîne de valeur de produits de base en vue de l'adoption de la chaîne de blocs, qui sera appliqué au cacao au Ghana à titre pilote.

57. La **FAO** a produit plusieurs publications traitant, entre autres, de la chaîne de blocs au service de l'agriculture et a examiné la question de l'identité numérique des agriculteurs et de la propriété des données dans la chaîne de blocs. Le **Programme des Nations Unies pour l'environnement** (PNUE) a publié des documents sur les applications de la chaîne de blocs dans les domaines des changements climatiques et de la durabilité. Dans le cadre du projet Climate warehouse, un prototype de comptabilisation des émissions de carbone exécuté en collaboration avec la Banque mondiale, les travaux de recherche montrent comment la chaîne de blocs peut créer des systèmes de pair à pair.

58. **L'Organisation mondiale de la propriété intellectuelle** (OMPI) étudie avec ses États membres les utilisations potentielles de la technologie dans l'écosystème de la propriété intellectuelle et a créé un groupe de travail sur la chaîne de blocs en 2018. **L'Organisation mondiale du tourisme** (OMT) sensibilise également ses membres à l'utilisation possible de la chaîne de blocs pour la carte d'identité numérique, les dossiers des voyageurs et la traçabilité des informations sensibles combinée à l'assurance de la confidentialité.

59. L'Assemblée de l'**OACI** a exhorté ses États membres ayant une expérience dans le domaine de la facilitation de l'adoption de l'innovation dans l'aviation civile à partager leur expérience avec d'autres États¹². Notamment, le sommet sur la chaîne de blocs, coorganisé par l'OACI en 2019, visait à explorer les innovations de la technologie de la chaîne de blocs qui sont susceptibles de concourir au développement des systèmes de l'aviation civile. **ONU-Habitat** étudie les utilisations potentielles de la chaîne de blocs pour le développement urbain durable.

60. L'**UIT** a produit, entre autres, des définitions de termes clefs, des descriptions d'applications, de cas d'utilisation et de processus de la chaîne de blocs, ainsi qu'une méthodologie pour évaluer les systèmes reposant sur la technologie de registre distribué.

D. Les partenariats autour de la chaîne de blocs soulèvent de nouveaux défis

61. La nature décentralisée de la chaîne de blocs et le fait que son fonctionnement nécessite un réseau de participants soulèvent des difficultés spécifiques qu'il convient de surmonter. Compte tenu de la multitude et de la diversité des participants au réseau de chaînes de blocs, il est nécessaire de clarifier leurs différents rôles et responsabilités. Si l'utilisation de cette technologie peut favoriser, en principe, les partenariats et la collaboration, un cadre et des dispositions de gouvernance clairs sont nécessaires pour garantir des avantages mutuels et créer des incitations pour les membres, les partenaires d'exécution, les utilisateurs et les bénéficiaires de la chaîne de blocs, qui soient adaptés au portefeuille de projets. Les exemples suivants illustrent la complexité de certains projets de déploiement de la technologie de la chaîne de blocs.

62. L'Inspecteur a noté l'illustration relativement précise et aboutie des partenariats et des rôles dans le projet Building Blocks du PAM, le projet de traçabilité du bétail de la FAO, la déclaration de situation numérique du CIC/FNUAP et dans plusieurs projets de pays du PNUD qu'il a examinés. On trouvera un exemple de la répartition des rôles dans une application de la chaîne de blocs dans l'encadré 2.

Encadré 2

Répartition des rôles dans le projet FAO/UIT de traçabilité du bétail en Papouasie-Nouvelle-Guinée

- **FAO** : Conceptualisation du projet, appui technique et compétences spécialisées, coordination avec les acteurs agricoles, soutien financier, développement de l'application.
- **UIT** : Conceptualisation du projet, appui technique et compétences spécialisées, soutien financier, développement de l'application.

¹² Assemblée de l'OACI, résolution A 40-27, 2019.

- **Département de l'agriculture et de l'élevage** : sélection du projet pilote, appui au projet pilote, contribution technique, ressources humaines et compétences spécialisées.
- **Département des communications, des technologies de l'information et de l'énergie et Autorité nationale des technologies de l'information et des communications** : formation, appui technique, connectivité, appui à la gestion de projet, soutien financier.
- **Gouvernement provincial (Jiwaka)** : recensement des problèmes, interaction avec la communauté, incitations financières aux agriculteurs, appui à la gestion du projet.
- **Switch Maven** : prestataire mettant à disposition des programmeurs.

63. Le projet **Building Blocks** mobilise différents prestataires et utilisateurs de systèmes d'enregistrement, de biométrie, de gestion des bénéficiaires, de fourniture d'assistance et de consolidation. Chaque membre du réseau Building Blocks est 100 % égal aux autres. L'architecture sous-jacente des modules peut facilement être adaptée à d'autres cas d'utilisation tels que l'identité numérique et la gestion de la chaîne d'approvisionnement. L'ensemble de sa base de code et son savoir-faire sont mis gratuitement à la disposition des autres membres.

64. Le **PAM** et **ONU-Femmes** gèrent tous deux leur infrastructure dorsale séparément. Les transactions initiées sont validées par les nœuds du PAM et d'ONU-Femmes dans le réseau de chaînes de blocs. L'application Web, le système dorsal et les contrats intelligents sont gérés séparément par les deux organisations sur leur propre infrastructure d'hébergement en nuage Amazon Web Services. Le **HCR** fournit son système de gestion de l'identité/son service biométrique pour authentifier l'identité valide des bénéficiaires vivant dans les camps de réfugiés. On trouvera un résumé de l'infrastructure complexe de la chaîne de blocs des Building Blocks dans l'encadré 3.

Encadré 3

Infrastructure de la chaîne de blocs du PAM (Building Blocks)

Parity Technologies : Composants de la chaîne de blocs et des contrats intelligents¹³.

Baltic Data Science : infrastructure, applications dorsales, frontales et mobiles¹⁴.

- Développement d'applications et appui au PAM et à ONU-Femmes.
- Développement de la solution sur des contrats intelligents basés sur Ethereum.
- Mise à niveau de l'infrastructure en nuage.
- Mise à niveau et maintenance d'Ethereum.

ConsensSys : cadre de gouvernance¹⁵.

- Le PAM garde le contrôle des demandes de modification et de la mise à niveau du système.
- Les améliorations sont d'abord approuvées par l'organe chargé du cadre de gouvernance et mises en œuvre par ONU-Femmes/le PAM séparément.
- **IrisGuard** : Solution biométrique (scanner de la rétine) au point de vente dans le supermarché pour identifier les bénéficiaires autorisés qui participent au programme « Argent contre travail »¹⁶.

¹³ www.parity.io/fighting-hunger-with-blockchain/.

¹⁴ <http://balticdatascience.com/tag/building-blocks/>.

¹⁵ www.consensys.net.

¹⁶ www.irisguard.com/where-we-work/humanitarian-assistance/refugee-cash-assistance/.

- **Amazon Web Services** : Services d'hébergement en nuage. ONU-Femmes et le PAM gèrent séparément leur propre infrastructure Amazon Web Services.
- **HCR** : Informations sur les bénéficiaires (y compris données biométriques).

Source : PAM.

65. Les projets de déploiement de la technologie de la chaîne de blocs du PNUD mobilisent divers partenaires dans leurs chaînes de valeur respectives, y compris les prestataires de technologie (Fairchain, KrypC, Stellar Network, Convergence) ; les producteurs et les fournisseurs (agriculteurs, éleveurs, supermarchés) ; les certificateurs de durabilité (Sustainable Fibre Alliance) ; et les consommateurs finaux (acheteurs de tablettes de chocolat, fabricants de vêtements, bénéficiaires de dons alimentaires).

66. Dans ses projets de pays pilotes, le PNUD traite directement avec les producteurs/agriculteurs et dirige globalement la définition du concept et la gestion du projet. D'une manière générale, le PNUD s'est associé à des entreprises technologiques qui assurent la mise en œuvre technique. **L'équipe de la « cellule technologique » du bureau du PNUD en Serbie, la ressource d'expertise interne qui a élaboré le projet de déploiement de la technologie de la chaîne de blocs et en assurera la direction, fait figure d'exception.**

67. Un exemple de structure moins complexe d'un projet de technologie de la chaîne de blocs est le projet CIC/Caisse commune des pensions du personnel des Nations Unies. Pour la mise en œuvre technique de la « déclaration de situation numérique », le CIC est le prestataire de technologie, agissant en qualité d'intégrateur de système dans le projet. Les utilisateurs de la solution technologique complète sont les retraités du système des Nations Unies (affiliés à la Caisse commune des pensions du personnel des Nations Unies). Le système fait actuellement intervenir deux parties dans la chaîne. Le succès du projet pourrait permettre à l'avenir à l'ensemble des entités, programmes et bureaux des Nations Unies de participer à la création d'une carte d'identité numérique des Nations Unies unique. **L'Inspecteur note avec intérêt que le projet a intrinsèquement vocation à favoriser une plus large participation des entités des Nations Unies et recommande que toutes les étapes de l'élaboration du projet tiennent compte de ces perspectives d'inclusion et d'extension** (voir également les paragraphes 296 et 297 ci-dessous).

68. Pour le projet Digicub de l'UNICEF, le Bureau de l'UNICEF au Kazakhstan a été le premier à exprimer la nécessité de cette plateforme, et il en est le principal utilisateur. Un prestataire a été engagé pour construire le prototype de plateforme, qui a été mis à l'essai par le Bureau de l'UNICEF au Kazakhstan, le prestataire et les partenaires. L'infrastructure est gérée par la Division des technologies de l'information et des communications de l'UNICEF, en collaboration avec le Bureau de l'UNICEF au Kazakhstan, le prestataire et le Fonds de capital-risque de l'UNICEF¹⁷.

69. Les entités ont fait appel à des prestataires de services externes pour les aspects techniques de leurs projets de déploiement de la technologie de la chaîne de blocs et pour gérer l'infrastructure de la chaîne de blocs. Une exception notable est la « cellule technologique » en Serbie, citée ci-dessus. Le CIC se distingue également, car les nœuds de la chaîne de blocs se trouvent sur des serveurs et des ordinateurs hébergés dans ses centres de données – sous le couvert des privilèges et immunités des Nations Unies.

70. Dans ce contexte, l'Inspecteur note que les partenaires et les parties aux applications de la chaîne de blocs sont notamment des entités extérieures des secteurs privé et public. **La gouvernance multipartite de la chaîne de blocs doit tenir compte à la fois des**

¹⁷ Le Fonds de capital-risque de l'UNICEF est un fonds commun qui investit dans des technologies *open source* émergentes, en phase de démarrage, qui sont susceptibles d'avoir un impact sur les enfants à l'échelle mondiale. Il fournit également une assistance technique et des produits, un soutien à la croissance des entreprises et l'accès à un réseau d'experts et de partenaires. Il est complété par le Fonds en cybermonnaies de l'UNICEF, un véhicule grâce auquel l'UNICEF peut recevoir, détenir et décaisser des dons de cybermonnaies, comme l'ether et le bitcoin. Pour plus d'informations, voir l'annexe II.

spécificités liées à la validation et au consensus dans la chaîne de blocs et des normes, règles et pratiques applicables de manière générale à tout accord, relation contractuelle et autre type de coopération entre les entités des Nations Unies et les entités extérieures, qu'elles soient privées ou publiques.

71. De même, il note que les principales caractéristiques de la chaîne de blocs ne s'intègrent pas toutes dans l'environnement de travail des Nations Unies. Un cadre de gouvernance régissant les applications de la chaîne de blocs et les réseaux connexes doit être compatible avec les autres règles, règlements et pratiques en vigueur des entités des Nations Unies (par exemple, en termes de protection de la vie privée, de confidentialité, etc.).

72. D'après les informations communiquées par les entités participantes, outre les applications de la chaîne de blocs, d'autres bases de données et services en nuage existants qui n'exploitent pas cette technologie, notamment des applications frontales, dorsales et Web, sont utilisés.

73. Tout en notant que l'expérience limitée qui existe dans le système des Nations Unies ne permet pas de se faire une idée rigoureuse de l'utilisation de la chaîne de blocs et d'autres bases de données, **l'Inspecteur recommande que les rôles et responsabilités exacts des participants dans les applications de la chaîne de blocs et d'autres bases de données existantes soient totalement transparents et clairs.**

Cadre de gouvernance du projet Building Blocks : une vision de la collaboration interinstitutions dans la chaîne de blocs

74. Compte tenu du format multipartite de ces initiatives, l'Inspecteur souligne qu'il importe de définir clairement les rôles et responsabilités de chacun dans une application de la chaîne de blocs, et que toutes les parties et les partenaires de l'application conviennent du cadre de gouvernance voulu. De ce point de vue, le projet de cadre de gouvernance du projet Building Blocks en donne l'illustration la plus complexe.

75. Outre qu'il fait figure d'exception dans le paysage de l'utilisation de la chaîne de blocs dans le système des Nations Unies, et au-delà de sa complexité, le cadre de gouvernance projeté du projet Building Blocks constitue une tentative ambitieuse de robustesse, de neutralité, de décentralisation, de souplesse et d'attractivité dans la collaboration interinstitutions. S'il est adopté par le PAM et ONU-Femmes, il aura une vocation intrinsèque à faire de Building Blocks un réseau réunissant de multiples entités, selon de multiples modalités, pris en main et géré conjointement, au service des opérations humanitaires.

76. Le projet de cadre de gouvernance Building Blocks est également une tentative de refléter une approche modulaire, dans laquelle les systèmes spécialisés (enregistrement, biométrie, droits, livraison, consolidation, rapports et analyses) sont intégrés dans un ensemble collectif.

77. Ce cadre vise à formaliser certains aspects, tels que les critères d'adhésion, l'ajout ou la suppression des membres, la protection des données et la confidentialité, la maintenance du réseau et le règlement des différends. Ses principales dispositions sont présentées dans les sections suivantes, qui peuvent s'appliquer de façon générale à d'autres projets complexes :

- **Principes de base** ;
- **Organigramme** (membres, comité de gouvernance, comité technique, équipe de produit) ;
- **Gouvernance en chaîne** (algorithme de consensus, nœuds, membres, maintenance du réseau, sécurité et gestion des risques, normes techniques) ;
- **Gouvernance hors chaîne** (propriété, droits de vote et procédures, règlement des différends, critères de sélection des membres).

78. **L'Inspecteur recommande aux entités participantes intéressées de se pencher sur le cadre de gouvernance du projet Building Blocks, s'il est adopté, et d'examiner s'il pourrait s'appliquer à des initiatives analogues, en vue de l'élargir à de nouveaux membres qui y adhéreraient et le transposeraient à plus grande échelle** (voir également le paragraphe 298).

E. Les projets multipartites de déploiement de la technologie de la chaîne de blocs peuvent attirer plusieurs sources de financement

79. Les projets de déploiement de la technologie de la chaîne de blocs doivent disposer de fonds suffisants tout au long du cycle de vie. Seules des informations de base sur le financement étaient disponibles pour la présente étude. Ce n'est pas surprenant, car l'utilisation de la chaîne de blocs étant très récente, il est difficile à ce stade d'évaluer les coûts de gestion et de maintenance afférents à ces projets.

80. Les données recueillies ne sont ni complètes ni exclusives, car le volume des projets réels basés sur la chaîne de blocs est encore faible. Toutefois, l'Inspecteur a pu mettre en évidence les principales sources de fonds, qui traduisent la diversité des projets et de leurs participants. Deux tendances se dégagent : a) les projets de déploiement de la technologie de la chaîne de blocs sont financés par de multiples sources, y compris des parties externes ; et b) les fonds de démarrage et autres soutiens peuvent provenir d'unités d'innovation ou analogues.

81. Les projets de déploiement de la technologie de la chaîne de blocs sont financés par différentes sources, notamment : a) le budget ordinaire, à la fois par des sources internes pour les activités du programme ordinaire et par des fonds d'amorçage provenant d'unités spéciales, telles que les unités d'innovation ; b) les partenariats public-privé ; c) d'autres donateurs ; et d) les institutions internationales. Dans de nombreux cas, il existe plusieurs sources de financement et plusieurs projets pilotes sont financés conjointement par deux entités ou plus.

82. Les sources de financement peuvent varier selon l'étape du projet de déploiement de la technologie de la chaîne de blocs : par exemple, les essais et le développement seront financés par des fonds spéciaux, tels que ceux des unités d'innovation, tandis que la mise en œuvre et le déploiement par les ressources des programmes.

83. Par exemple, pour le projet Building Blocks, ONU-Femmes a utilisé des fonds d'amorçage provenant d'une subvention d'Innovation Norway, complétée par un cofinancement issu du budget d'un bureau de pays d'ONU-Femmes, tandis que du personnel a été mis à disposition par des unités internes. Pour le PAM, le financement provenait de son Accélérateur d'innovation et des ressources internes ordinaires.

84. Les initiatives de déploiement de la chaîne de blocs prises par l'UNICEF ont été financées par son fonds de capital-risque, qui a été créé pour évaluer, financer et faire croître rapidement les solutions logicielles *open source* qui ont été développées dans les pays de programme. Les fonds proviennent notamment de donateurs privés, tels que des entreprises et des fondations, de sources publiques (étatiques) et des ressources des bureaux de pays.

85. À la FAO, les projets de déploiement de la technologie de la chaîne de blocs sont actuellement financés par les ressources ordinaires des programmes, les fonds d'amorçage et les fonds extrabudgétaires de l'Union européenne. Dans le projet UIT/FAO en Papouasie-Nouvelle-Guinée, le partenaire national a participé au projet et y a contribué financièrement.

86. Dans le cas du PNUD, certains projets de déploiement de la technologie de la chaîne de blocs ont bénéficié de **ressources** internes, comme les facilités d'investissement par pays du PNUD (par exemple, l'Équateur), tandis que d'autres se sont appuyés sur des partenariats avec le secteur privé (dans l'exemple relatif à la Serbie, le financement a été assuré à 86 % par le supermarché partenaire du secteur privé et à 14 % par le bureau du PNUD en Serbie).

87. L'Inspecteur estime que l'utilisation des fonds d'amorçage des unités d'innovation pour financer des projets pilotes (PAM, ONUDI, UNICEF, ONU-Femmes) est une bonne pratique, non seulement parce qu'ils peuvent apporter un appui aux initiatives nationales, mais aussi pour assurer la cohérence et la synergie de toutes ces initiatives.

88. L'Inspecteur rappelle que le financement doit être considéré comme un tout, afin de garantir la cohérence de l'ensemble du cycle de vie du projet. Il peut y avoir des besoins spécifiques d'investissement préliminaire (ou de fonds d'amorçage) pour l'élaboration, la mise en œuvre à titre pilote et la mise à l'essai. À cet égard, le rôle des unités d'innovation

internes, lorsqu'elles existent, est important pour recueillir des éléments factuels sur la manière dont la technologie de la chaîne de blocs a produit ou non des résultats positifs, notamment en termes d'amélioration de la rentabilité et de l'efficacité. **L'Inspecteur note que les évaluations de la viabilité financière des projets pilotes devraient aller au-delà des projets eux-mêmes et examiner la possibilité de les transposer à plus grande échelle.**

89. Les entités participantes n'ont pas pu fournir au CCI suffisamment de données et d'éléments de comparaison pour évaluer les coûts directs et post-contractuels de la gestion et de la maintenance des projets de déploiement de la technologie de la chaîne de blocs en soi. **L'Inspecteur recommande que l'efficacité des applications de la chaîne de blocs ne soit pas évaluée de manière isolée, mais qu'elle intègre les coûts de gestion et de maintenance, ainsi que d'autres implications en termes de ressources, dans une perspective de plus long terme.**

90. En théorie, on prête à la chaîne de blocs un potentiel considérable pour soutenir les financements innovants. L'équipe responsable a également demandé l'avis des entités participantes à cet égard. Comme on pouvait s'y attendre, les réactions ont été plutôt rares. Seules trois entités (PNUD, UNICEF, ONU-Femmes) ont donné des exemples concrets sur la façon dont la technologie de la chaîne de blocs pouvait appuyer des mécanismes de financement innovants, et plusieurs autres entités ont manifesté un intérêt quant à ces possibilités.

91. L'Inspecteur a pris note des deux principaux moyens par lesquels les entités envisagent d'appuyer les mécanismes innovants de financement du développement : a) le financement participatif à l'aide de cybermonnaies ; et b) la création d'un fonds permettant l'acceptation et le décaissement de cybermonnaies.

92. C'est le cas du Fonds en cybermonnaies de l'UNICEF. L'UNICEF a indiqué qu'en acceptant et en décaissant des cybermonnaies, les transactions sont non seulement transparentes, mais elles se font plus rapidement, mobilisent moins d'intermédiaires et sont réalisés à faible coût.

93. Autre exemple, ONU-Femmes a donné l'exemple de la chaîne de blocs Charity Foundation (Binance), qui avait recueilli 1,4 million de dollars de dons en cybermonnaies pour les victimes des inondations dans l'ouest du Japon en 2018.

94. Le PNUD a cité deux exemples en phase initiale (dont les résultats n'étaient pas concluants au moment de l'élaboration du présent rapport) :

a) Le Bureau du PNUD au Liban a cité la « pièce de cèdre », un avoir numérique qui a servi à financer la plantation de cèdres au Liban. Pour chaque arbre planté, une pièce de cèdre était distribuée aux investisseurs et aux communautés d'accueil ;

b) Le Bureau du PNUD en Moldavie prévoit de mettre à l'essai une « pièce solaire » pour installer des panneaux solaires sur le toit d'un grand hôpital. Les investisseurs utiliseraient des pièces solaires pour acheter les cellules photovoltaïques des panneaux et pourraient ensuite louer ces cellules à des entreprises locales pour récupérer les coûts d'équipement, d'installation et de maintenance.

95. L'ONUDI souligne les perspectives que la chaîne de blocs apporte au financement participatif, lorsque les mécanismes financiers conventionnels sont conjugués aux nouvelles capacités techniques que fournit la chaîne de blocs. Il a cité l'exemple de la Banque mondiale qui a émis la première obligation créée, allouée, transférée et gérée à l'aide de la technologie de la chaîne de blocs¹⁸.

96. Les exemples exposés ci-dessus montrent que la chaîne de blocs offre la possibilité de compléter les sources de financement existantes par le financement participatif ou les dons en cybermonnaies. Outre les défis techniques, toutes ces activités de mobilisation de ressources doivent être conformes aux politiques de mobilisation de ressources et aux règles et règlements financiers de l'entité en question. Il convient d'accorder toute l'attention voulue à un autre aspect : l'éventuel anonymat de la chaîne de blocs, qui doit être traité de manière appropriée pour garantir la conformité avec les règles et réglementations financières d'une

¹⁸ Voir www.worldbank.org/en/news/press-release/2019/08/16/world-bank-issues-second-tranche-of-blockchain-bond-via-bond-i.

entité. En outre, les efforts d'innovation pourraient également favoriser l'applicabilité de nouvelles technologies ou de nouveaux modèles de fonctionnement, comme l'a indiqué le PAM en relation avec son accélérateur d'innovation.

Conclusions

97. Les diverses expériences accumulées par les entités participantes ont déjà permis de faire émerger un ensemble d'enseignements et d'aspects importants qu'il convient de prendre en compte lors de l'utilisation de la chaîne de blocs. Ils seront traités dans les sections suivantes.

98. La cartographie du paysage de la chaîne de blocs et de ses différentes utilisations montre que, malgré sa nouveauté, cette technologie ne crée pas un nouveau monde. L'adoption de la chaîne de blocs ne doit pas être considérée indépendamment des politiques et stratégies existantes dans les entités des Nations Unies. Une première conclusion s'impose : l'utilisation de la chaîne de blocs nécessite de traiter non seulement les aspects intrinsèques à la technologie elle-même, mais également de gérer le changement. Comme l'ont souligné plusieurs responsables lors des entretiens, les défis techniques constituent un problème moindre dans la mise en œuvre de la chaîne de blocs que les changements et les efforts de réforme qui accompagnent la chaîne de blocs ou d'autres vecteurs de transformation numérique. L'utilisation de la technologie de la chaîne de blocs doit également être considérée dans le contexte de l'innovation, de la réforme et de la numérisation.

99. Plusieurs entités ont élaboré et publié des stratégies sur les nouvelles technologies et l'innovation afin de fournir un cadre général et stratégique pour leur mise en œuvre, notamment en définissant les principes, objectifs et buts essentiels. On peut citer la stratégie du Secrétaire général de l'ONU en matière de nouvelles technologies, dans laquelle il note : « [l']objectif de cette stratégie interne est de définir comment le système des Nations Unies soutiendra l'utilisation de ces technologies pour accélérer la réalisation du Programme de développement durable à l'horizon 2030 et faciliter leur alignement sur les valeurs inscrites dans la Charte des Nations Unies, la Déclaration universelle des droits de l'homme et les normes et standards du droit international.¹⁹ ».

100. Pour garantir une approche institutionnelle, stratégique et cohérente, alignée sur les besoins et les moyens d'une entité, il faut une cohérence d'ensemble dans la mise en œuvre de toutes les nouvelles technologies qui permettent l'innovation. Dans le même ordre d'idées, les capacités existantes en matière de technologies de l'information et des communications (TIC), ainsi que les infrastructures et les ressources humaines, ont des conséquences sur l'adoption de la chaîne de blocs.

101. La mise en œuvre de la recommandation suivante renforcera la cohérence au niveau stratégique comme opérationnel.

Recommandation 1

Les organes directeurs des entités des Nations Unies devraient veiller à ce que, lorsqu'il y a lieu, l'utilisation des applications de la chaîne de blocs soit intégrée, avec d'autres technologies numériques, dans les stratégies et politiques d'innovation adoptées par leurs entités.

¹⁹ « Stratégie du Secrétaire général en matière de nouvelles technologies » (septembre 2018), résumé.

III. Une analyse critique des promesses de la chaîne de blocs

A. Les points forts et les avantages théoriques de la chaîne de blocs ne se concrétisent pas d'eux-mêmes

Points forts et avantages potentiels

102. En théorie, il existe plusieurs caractéristiques inhérentes à la chaîne de blocs qui la rendent attrayante pour les entités des Nations Unies et qui sont perçues comme des avantages concurrentiels par rapport aux autres solutions. L'attractivité de cette nouvelle technologie étant considérable – la chaîne de blocs a été acclamée comme l'Internet du futur – l'équipe responsable a interrogé les entités participantes sur les avantages qu'elles en attendaient.

103. Ces avantages peuvent être classés en deux catégories : a) les caractéristiques intrinsèques (et théoriques) de la technologie de la chaîne de blocs, telles que l'immuabilité et la transparence ; et b) les avantages indirects qui découlent de son utilisation – en raison de sa nature distribuée –, qui encouragent et permettent généralement une plus grande collaboration entre les parties prenantes.

104. Les avantages potentiels intrinsèquement liés à la nature originale de la chaîne de blocs sont les suivants :

- Créer une source unique d'**informations communes** entre plusieurs parties ;
- Instaurer la **confiance** entre des parties qui, classiquement, ne se feraient pas confiance ;
- **Éviter** les intermédiaires ;
- **Décentraliser** la gouvernance ;
- Permettre l'**immuabilité** de l'information ;
- Augmenter la **résilience** de l'information parce qu'elle est distribuée sur plusieurs nœuds ;
- Accroître la **transparence** de l'information et donc **responsabiliser** les parties associées ;
- Neutralité, **robustesse** et **souplesse** pour s'adapter à différents cas d'utilisation en conservant la même architecture ;
- Réduire les **coûts** de coordination/réconciliation entre plusieurs parties ;
- Permettre le transfert **rapide** d'avoirs dans le monde entier ;
- Rationaliser les processus en utilisant la logique automatisée des **contrats intelligents** ;
- Possibilité de « **jetonisation** » ;
- L'**extensibilité** et la possibilité d'élargir le réseau à de nouveaux nœuds et utilisateurs.

105. L'Inspecteur note que le paragraphe ci-dessus résume les avantages de la chaîne de blocs, tels que les entités participantes les ont présentés dans leurs réponses au questionnaire. Ils ne sont ni exhaustifs, ni nécessairement démontrés en pratique, par rapport aux avantages théoriques invoqués par les promoteurs de la chaîne de blocs.

106. Il en va de même pour les avantages indirects de la chaîne de blocs, qui sont notamment : a) d'encourager et de permettre une collaboration accrue entre les parties prenantes ; b) de permettre de nouvelles façons de fournir des services, de verser des fonds, d'utiliser l'automatisation, de supprimer des étapes intercalaires et de mettre fin aux rôles d'acteurs intermédiaires, favorisant potentiellement des économies de coûts et de temps.

107. Les atouts de la chaîne de blocs les plus fréquemment mentionnés, selon les réponses recueillies par le CCI, sont la transparence et la traçabilité. Ces deux caractéristiques pourraient résoudre le problème classique de la méfiance dans différents scénarios d'application, tels que le financement, le suivi de la chaîne d'approvisionnement et la carte d'identité numérique. Elle a donc le potentiel de modifier les relations fondamentales entre les parties prenantes.

108. La FAO a souligné que la transparence et la traçabilité étaient deux avantages essentiels de son système de traçabilité du bétail reposant sur la technologie de la chaîne de blocs. L'UIT, son partenaire d'exécution, fait valoir que la chaîne de blocs permet aux agriculteurs de réaliser des études de faisabilité à plus grande échelle.

109. Le PNUD a également constaté que la traçabilité était le principal avantage des chaînes de blocs dans ses multiples projets au niveau national. Par exemple, le bureau du PNUD en Mongolie a pu suivre le cachemire le long de la chaîne de valeur depuis sa collecte. Les éleveurs locaux ont constaté que la chaîne de blocs apportait de nouveaux avantages intangibles aux produits, comme un « sentiment de fierté »²⁰. De même, le bureau du PNUD en Équateur a été en mesure de prouver aux consommateurs la provenance de leurs tablettes de chocolat.

110. ONU-Femmes considère que la chaîne de blocs peut modifier les relations fondamentales des parties prenantes le long de la chaîne de valeur et leur permettre de collaborer davantage en créant de nouveaux modes de prestation de services, de nouveaux canaux de versement des fonds et des modules de contrats intelligents favorisant l'automatisation des activités, et en supprimant les couches intermédiaires de sorte à réaliser des économies de coûts et de temps.

111. Le CIC considère que le renforcement de la confiance est le principal atout, car il constitue un « pont » entre les entités pour l'échange d'informations sur les salariés. La génération précédente de moyens informatiques, les interfaces de programmation d'applications permettant à de multiples applications logicielles d'interagir entre elles et l'infrastructure à clef publique pour la sécurité, se sont avérées très lourdes à mettre en œuvre et à maintenir. Le caractère « distribué » de la chaîne de blocs a amélioré ces deux fonctions.

112. D'autres entités participantes énumèrent les principaux atouts de la chaîne de blocs de manière générale, sans les attribuer ou les relier à un projet de déploiement de la technologie de la chaîne de blocs spécifique en cours. Par exemple, l'UNICEF a noté que la chaîne de blocs instaure la confiance entre des parties qui, classiquement, ne se feraient pas confiance, en favorisant l'utilisation d'informations immuables, la gouvernance décentralisée et la responsabilisation des parties associées. Elle réduit également les coûts de coordination et améliore le transfert rapide des avoirs en rationalisant les processus grâce aux contrats intelligents.

113. Le Bureau de l'informatique et des communications indique que la nature distribuée et l'immutabilité peuvent favoriser la confiance et la responsabilité, tandis que le PAM mentionne la neutralité, la robustesse et la souplesse comme principaux atouts de la chaîne de blocs.

Raisons d'utiliser la chaîne de blocs

114. Comme l'indique l'UNICEF, lorsque l'on envisage l'adoption de la technologie de la chaîne de blocs dans une situation donnée, il convient de se poser certaines questions : a) la chaîne de blocs est-elle adaptée au problème ? ; b) dans l'affirmative, quel type de chaîne de blocs utiliser ? Les domaines à prendre en compte pour déterminer si la chaîne de blocs est un bon choix sont les suivants : les informations sont-elles publiques, peuvent-elles être partagées publiquement, existe-t-il un élément de méfiance entre les parties, est-il nécessaire de centraliser le contrôle des informations, plusieurs parties ont-elles besoin d'accéder au même ensemble de données, toutes les parties ont-elles besoin du même niveau d'accès, les parties feraient-elles confiance à un tiers, et quel est le niveau de débit requis pour le système ? Ces questions font partie d'un ensemble plus complexe de questions qui devraient être posées pour déterminer s'il est réellement utile de faire appel aux solutions fondées sur la chaîne de blocs. Ces questions seront examinées en détail dans la section V ci-dessous.

115. Les entités citent différentes raisons pour expliquer pourquoi elles font appel aux solutions fondées sur la chaîne de blocs et non à d'autres (par exemple, les solutions Web sans chaîne de blocs, les bases de données, les processus papier classiques et les solutions

²⁰ Le projet a dû être abandonné, non pas en raison d'un choix technologique, mais à cause de l'effondrement du marché provoqué par la crise du COVID-19.

en nuage). Ce sont en effet les points forts et possibilités intrinsèques que la technologie de la chaîne de blocs offre en principe, notamment : l'intégrité des données, la transparence, la capacité potentielle d'accueillir de multiples participants ou l'extensibilité, la traçabilité, l'immutabilité, une structure décentralisée et le moindre besoin de faire appel à des intermédiaires.

116. Le PNUD a noté qu'aucune autre technologie ne pouvait offrir le même niveau de confiance dans l'intégrité des données ou la capacité de faire évoluer un projet pilote vers une solution à grande échelle, par exemple en ajoutant d'autres partenaires et en ajoutant des mécanismes de transfert de valeur et de paiement de pair à pair.

117. D'autres aspects expliquant le choix des applications de la chaîne de blocs sont la maturité de la base de code ou de la plateforme, la disponibilité de plateformes adaptées, la possibilité de contrats intelligents et la capacité à générer des jetons. Certaines entités ont estimé qu'aucune autre technologie ne pouvait offrir le même niveau de confiance dans l'intégrité des données ou la capacité de faire évoluer un projet pilote vers une solution à grande échelle, par exemple en ajoutant d'autres partenaires ou des mécanismes de transfert de valeur et de paiement de pair à pair. D'autres, au contraire, estiment que l'extensibilité est problématique.

118. D'autres raisons ou hypothèses jouent également un rôle, comme la rentabilité, l'automatisation et un système plus facile à utiliser. Ces caractéristiques ne sont pas intrinsèquement liées à la chaîne de blocs : elles pourraient également être réalisées par d'autres moyens. Comme l'a noté l'UNICEF à propos de son application Digicus, la base de données classique dont disposait le Bureau de l'UNICEF au Kazakhstan était un système papier coûteux et laborieux. Le bureau de pays a travaillé sur l'hypothèse selon laquelle, grâce à la chaîne de blocs, le processus serait moins cher, plus transparent, plus facile à exploiter et plus efficace et pourrait être automatisé.

119. Selon le CIC, il existe toujours plusieurs autres technologies possibles, notamment d'autres technologies de registre distribué en cours de développement (par exemple, des bases de données immuables en nuage, telles que AWS Quantum Ledger) et des solutions faisant appel à des bases de données classiques. Tous ces projets nécessitent le développement d'applications s'ajoutant à la base de données. L'approche de la solution à base de données unique est intéressante du point de vue du coût et de la propriété. Les coûts sont susceptibles d'être inférieurs, car le développement est plus facile, surtout lorsque cette solution est développée et déployée dans un contexte d'informatique en nuage. La gestion de la propriété des données est plus simple, car il n'y a qu'un seul propriétaire, caractéristique essentielle que la chaîne de blocs affirme surmonter.

120. L'Inspecteur note que les forces et les avantages potentiels de la chaîne de blocs ne doivent pas être évalués de façon abstraite. Chaque cas potentiel est différent et exige des solutions techniques différentes. Un processus d'évaluation et d'analyse des différentes options selon des critères ou des indicateurs de performance rigoureux et une analyse coûts-avantages sont nécessaires. La section V ci-dessous traite de la détermination des cas d'utilisation potentiels.

B. Prouver les avantages potentiels : un long chemin à parcourir

121. Selon les réponses reçues de neuf entités participantes, l'efficacité, l'efficience et les autres gains dépendent des divers cas et utilisations, et sont différents. Ils sont liés aux buts, aux objectifs, aux résultats ou à l'impact que l'on souhaite atteindre dans le cadre du projet pour lequel les solutions fondées sur la chaîne de blocs sont utilisées.

122. Dans la plupart des cas, les utilisations de la chaîne de blocs concernent des parties externes et des bénéficiaires. Dans deux cas seulement, elles visaient les processus internes d'administration et de gestion : l'UNICEF (Digicus) et le PNUD (le projet en Serbie). À l'UNICEF, un projet pilote Digicus est en cours de mise en œuvre, dans le cadre duquel l'utilisation d'une plateforme basée sur la chaîne de blocs au lieu du système papier classique a permis d'accroître la transparence et devrait réduire le temps et les coûts de traitement et démontrer que les paiements pourraient être automatisés. Le projet du PNUD prévoit des

gains d'efficacité, la chaîne de blocs permettant d'éliminer le suivi manuel des dons, basé sur des feuilles de calcul, actuellement en vigueur. En améliorant le suivi, les concepteurs du projet pensent pouvoir réduire les déchets et augmenter la quantité de nourriture donnée. Dans les deux cas, il est trop tôt pour évaluer si les avantages ont été confirmés.

123. Dans un cas, il a été clairement indiqué que l'efficacité, l'efficience et d'autres gains ne résultaient pas nécessairement de l'utilisation d'applications de la chaîne de blocs. Le PAM a indiqué qu'en Jordanie, le projet Building Blocks a permis de réduire les frais bancaires de 98 %, ce qui s'est traduit par des économies de 1,5 million de dollars à ce jour. Cependant, ces économies provenaient de la réingénierie des processus institutionnels et n'étaient pas imputables à la chaîne de blocs (c'est-à-dire qu'elles auraient pu être réalisées sans la chaîne de blocs). Le PAM a toutefois estimé que la chaîne de blocs présentait un potentiel d'efficacité, d'efficience, de réduction des coûts, de transparence, d'inclusion et de collaboration interinstitutions à plus long terme.

124. En ce qui concerne le projet mis en œuvre par son bureau de pays de l'Équateur, le PNUD a noté :

« Certains projets sont encore en phase pilote, mais les résultats obtenus à ce jour sont prometteurs. En Équateur, par exemple, la chaîne de blocs est synonyme de transparence pour plus de 17 000 tablettes de chocolat vendues à ce jour. En incitant les consommateurs à acheter des produits durables, on a pu faire en sorte que 50 % de la valeur de production du produit reste en Équateur (contre 7 % pour les tablettes de chocolat ordinaires) et que les agriculteurs sur le terrain reçoivent des salaires deux fois plus élevés. En outre, 90 % des consommateurs ont choisi de réinvestir leur jeton dans la plantation de cacaoyers supplémentaires (au lieu de bénéficier d'une remise sur un achat futur), ce qui renforce le lien entre le consommateur et le producteur. ».

125. ONU-Femmes fait état d'avantages liés :

a) À la **réduction des coûts** : ONU-Femmes n'a plus besoin de gérer les décaissements en personne ou d'envoyer des fonds à une banque servant d'intermédiaire ;

b) Au **changement de modèle** de gouvernance : le rôle des banques et des autres intermédiaires a changé dans ce projet pilote. En outre, les données du HCR, du PAM et d'ONU-Femmes pourraient être consolidées pour la faciliter la prestation de services ;

c) À **l'inclusion** : ONU-Femmes a élaboré le projet pilote en tenant compte de la dimension de genre, en partant du principe que les paiements électroniques amélioreraient la sécurité physique des femmes.

126. La FAO a cité son projet d'élevage en Papouasie-Nouvelle-Guinée comme exemple de valeur créée par la transparence et la traçabilité. L'UIT a noté que le projet pilote a mis en évidence le volume de données disponibles pour les agriculteurs et a permis aux parties prenantes d'accéder à un référentiel d'informations qui n'était pas disponible dans les dossiers historiques précédents. Cependant, les agriculteurs ne disposaient toujours pas des compétences et des connaissances de base (aptitude à se servir des outils numériques) pour utiliser pleinement les informations collectées et enregistrer afin d'améliorer la situation actuelle. S'il est trop tôt pour tirer des conclusions sur le niveau d'efficacité atteint, le projet a suscité l'intérêt des agriculteurs et des parties prenantes et a renforcé les capacités.

127. La FAO a également cité un autre projet en Côte d'Ivoire. D'après le rapport établi dans la phase de preuve de concept²¹ :

- La chaîne de blocs a le potentiel d'aider à construire des systèmes de traçabilité plus transparents, efficaces et fiables ;
- La question du coût (chaîne de blocs privée) et de la complexité doit être soigneusement étudiée pour justifier l'utilisation d'une telle technologie ;

²¹ La phase de preuve de concept consiste à appliquer une certaine méthode ou idée afin de démontrer sa faisabilité, ou à mener une démonstration de principe dans le but de vérifier qu'un concept ou une théorie présente un potentiel concret.

- La chaîne de blocs n'est qu'un outil qui ne contribuera en aucun cas à résoudre les problèmes fondamentaux ;
- Il faut d'abord s'efforcer de revoir et d'améliorer le flux de travail, les procédures et les pratiques.

128. Le projet CIC/Caisse commune des pensions du personnel des Nations Unies a pour objectif de réaliser deux principaux gains d'efficacité/efficience. Le plus immédiat : a) la gestion de la carte d'identité numérique nécessaire à la Caisse commune des pensions du personnel des Nations Unies. L'avantage à plus long terme : b) l'utilisation de la carte d'identité numérique pour d'autres processus administratifs :

a) La gestion de la carte d'identité numérique pour la Caisse commune des pensions du personnel des Nations Unies : dans le processus opérationnel actuel, la Caisse traite les dossiers de 72 000 retraités dans plus de 195 pays en utilisant un formulaire papier. Ce traitement mobilise 195 services postaux différents, ce qui entraîne des retards, la suspension du paiement des pensions, etc. La plateforme de chaînes de blocs est censée faire partie d'une transformation numérique plus importante et garantir que les nouveaux processus sont sécurisés et vérifiables ;

b) L'extension du cas d'utilisation de la carte d'identité numérique des Nations Unies devrait favoriser la coopération interinstitutions et apporter des gains d'efficacité en permettant un mouvement plus rapide du personnel entre les entités et en augmentant l'interopérabilité des systèmes de gestion existants des entités des Nations Unies.

129. L'Inspecteur note que si la chaîne de blocs a le potentiel d'aider à construire des systèmes de traçabilité plus transparents, efficaces et fiables, pour démontrer les progrès accomplis, la question des coûts et de la complexité doit être soigneusement étudiée pour justifier l'utilisation d'une telle technologie au lieu d'autres solutions existantes. Les efforts classiques visant à améliorer les processus, les procédures, les flux de travail, etc. doivent de toute façon être faits et ne peuvent pas être remplacés par la chaîne de blocs (ou toute autre technologie) en soi.

130. L'Inspecteur note également que les phases de preuve de concept sont souvent menées par des tiers intéressés, toujours dans des environnements contrôlés²². Par conséquent, la prudence s'impose dans les efforts d'innovation.

C. Toutes les hypothèses ne sont pas confirmées

131. La plupart des entités ont indiqué que les avantages de leurs applications de la chaîne de blocs avaient été confirmés, mais pas toujours complètement. Dans le même temps, certaines préoccupations devaient être résolues. Cependant, il n'y avait guère de preuves que les hypothèses formulées étaient le résultat d'évaluations comparatives par rapport à d'autres moyens. Comme l'a déclaré l'UIT, il est trop tôt pour tirer des conclusions définitives.

132. L'UNICEF a noté que des essais supplémentaires étaient nécessaires pour confirmer la diminution des coûts de transaction. Le prototype Digicus a confirmé une augmentation de la transparence des informations, une meilleure efficacité dans les relations avec les partenaires d'exécution, une réduction des intermédiaires inutiles et une diminution du temps consacré aux contrôles ponctuels et a également permis la possibilité d'un paiement immédiat et automatique. Cependant, des essais supplémentaires étaient nécessaires, car le prototype utilisait des données de test sur un réseau test.

133. En ce qui concerne le projet de technologie de la chaîne de blocs mis en œuvre par ses bureaux de pays, le PNUD a indiqué que la transposition à plus grande échelle s'était avérée difficile pour diverses raisons, notamment les capacités limitées. L'un des enseignements tirés est qu'un modèle de formation des formateurs est nécessaire pour renforcer les capacités.

²² Forum économique mondial, « Building value with blockchain technology : how to evaluate blockchain's benefits », Livre blanc (juillet 2019).

134. Le PAM a noté que la neutralité, la robustesse et la souplesse ont été prouvées en pratique dans le projet Building Blocks. ONU-Femmes a déclaré que la chaîne de blocs limitait le besoin d'intermédiaires et que les versements aux bénéficiaires étaient plus directs, transparents et sécurisés. Sans avoir besoin d'une autorité de confiance pour valider les transactions, la solution reposant sur la technologie de la chaîne de blocs a permis aux acteurs d'interagir sans que des tiers vérifient les transactions, en fournissant une source de vérité unique et convenue.

135. Dans le cas de l'expérience de la chaîne de blocs de la FAO, les hypothèses liées à la transparence et à la traçabilité ont été confirmées. En ce qui concerne les défis persistants, la réglementation et la normalisation des cadres doivent être résolues pour garantir l'intégration des solutions. L'interopérabilité reste une préoccupation majeure et les problèmes classiques de gouvernance des données (collecte, stockage, propriété, etc.) constituent toujours des points de blocage. Il faudrait les résoudre pour tirer tous les avantages de la mise en œuvre de la chaîne de blocs.

136. Le CIC a souligné qu'étant donné qu'elle utilisait une plateforme adaptée, toutes ses hypothèses et exigences avaient été satisfaites. Par ailleurs, il travaillait toujours à améliorer un aspect essentiel – le transfert du portefeuille de l'utilisateur dans une application mobile, de sorte qu'il ne pouvait tirer aucune conclusion.

137. L'Inspecteur convient que l'utilisation de la chaîne de blocs dans le système des Nations Unies en est encore à un stade précoce et n'a donc pas encore produit suffisamment de données pour que celles-ci soient statistiquement pertinentes et donnent lieu à des conclusions faisant autorité. Si quelques entités ont affirmé que certaines des hypothèses d'avantages (notamment la neutralité, la robustesse, la souplesse, la traçabilité et l'élimination des intermédiaires) étaient confirmées, d'autres ont noté que des essais supplémentaires seraient nécessaires.

138. L'Inspecteur souligne qu'il faut impérativement veiller à ce que la chaîne de blocs corresponde bien à l'utilisation prévue. Comme cela a été souligné à juste titre (par exemple, par l'UNICEF), personne ne devrait opter pour la chaîne de blocs uniquement en raison de l'engouement qu'elle a suscité, mais pour des avantages avérés (tels que des économies ou une productivité accrue). Dans les cas où une application de la chaîne de blocs privée est choisie, elle peut présenter de nombreuses similitudes avec une base de données. Une chaîne de blocs privée doit donc être conçue de manière à tirer parti de la nature décentralisée et distribuée de la chaîne de blocs, c'est-à-dire avoir des nœuds dans divers endroits ou régions et être hébergée sur divers prestataires de services informatiques en nuage.

139. L'Inspecteur note qu'il est essentiel, dans toute expérience ou tout choix d'application de la chaîne de blocs, de comparer les avantages et les coûts potentiels par rapport aux possibilités offertes par les alternatives existantes. **La chaîne de blocs n'est pas une fin en soi : c'est un nouvel outil dont l'utilisation doit reposer sur des arguments et analyses solides.** Compte tenu des valeurs et des intérêts communs du système des Nations Unies, il est important que les entités des Nations Unies partagent systématiquement les résultats de l'utilisation de la chaîne de blocs afin qu'elles puissent apprendre collectivement et répondre de manière cohérente aux besoins des États membres.

140. **L'Inspecteur recommande au Réseau d'innovation des Nations Unies de créer une bibliothèque d'informations sur les applications concrètes de la chaîne de blocs utilisées dans le système des Nations Unies et sur les progrès réalisés dans leur mise en œuvre, ainsi que sur les enseignements tirés, et d'informer systématiquement toutes les entités des Nations Unies des faits nouveaux connexes.**

D. L'immuabilité peut avoir des effets pervers, la décentralisation doit être davantage mise à l'essai

Implications de l'immutabilité

141. En principe, l'immutabilité est considérée comme une caractéristique fondamentale de la chaîne de blocs. Techniquement, un enregistrement dans une chaîne de blocs reste immuable ou inaltérable après sa création. Pour créer et enregistrer une transaction, les

participants ou les nœuds exécutant le protocole de la chaîne de blocs doivent parvenir à un consensus sur la validité de la transaction. Une fois qu'une transaction valide est inscrite dans le registre, aucun participant ne peut l'altérer. L'immutabilité de l'information assure la résilience et l'irréversibilité des informations, assurant la sécurité et l'intégrité des données. Les données étant reproduites sur de nombreux emplacements ou nœuds différents, toute tentative de les modifier à un emplacement ou sur un nœud suscite la suspicion et est interprétée comme une activité frauduleuse ou une atteinte à l'intégrité de la chaîne de blocs par les autres participants²³.

142. Les personnes interrogées dans les entités des Nations Unies ont cité l'immutabilité comme principale raison ou caractéristique souhaitable justifiant l'adoption des applications de la chaîne de blocs. Selon elles, l'immutabilité favorise la transparence et la responsabilité et renforce la confiance entre les parties et les utilisateurs de la chaîne de blocs.

143. Pour le PNUD, l'immutabilité est une caractéristique essentielle pour instaurer la confiance des consommateurs et des organismes de contrôle dans les données sous-jacentes. L'UIT et la FAO ont fait la même remarque concernant leur projet commun de déploiement de la technologie de la chaîne de blocs sur le traçage du bétail porcin en Papouasie-Nouvelle-Guinée.

144. ONU-Femmes a indiqué que le projet Building Blocks (visant à rendre le transfert de fonds efficace, sûr et transparent, tout en protégeant les données des bénéficiaires et en contrôlant les risques financiers) a démontré comment l'immutabilité était réalisée en pratique dans une chaîne de blocs privée. Les registres utilisés dans la solution garantissaient que l'historique complet et les informations sur l'application étaient disponibles à tout moment.

145. En ce qui concerne son prototype Digicus, l'UNICEF a noté que l'immutabilité des données augmentait le niveau de transparence sur l'utilisation des fonds. De même, pour les start-ups financées par le Fonds de capital-risque, l'immutabilité a permis de favoriser un nouveau niveau de responsabilité et d'instaurer la confiance entre plusieurs parties et de conclure des contrats intelligents. Le Fonds en cybermonnaies est censé tirer parti de l'immutabilité inhérente à la chaîne de blocs pour atteindre un nouveau niveau de transparence et de responsabilité dans les dons.

146. Toutefois, l'immutabilité doit être considérée avec prudence, car les erreurs éventuelles ne peuvent pas être corrigées facilement, voire pas du tout. Le PAM, par exemple, a souligné qu'une diligence et des tests extrêmes sont nécessaires avant la divulgation du code et qu'aucune information sensible, comme les noms, les dates de naissance et les données biométriques, ne devrait être inscrite dans la chaîne de blocs.

147. Le HCR a averti que l'immutabilité ne serait garantie que si les nœuds étaient correctement répartis entre plusieurs entités, chacune effectuant des audits indépendants périodiques pour garantir le bon fonctionnement et la sécurité, conformément à leurs politiques respectives en matière de protection des données et de sécurité de l'information. Si tous les nœuds étaient essentiellement contrôlés par quelques individus, cela susciterait des inquiétudes et contredirait essentiellement les caractéristiques fondamentales de sécurité et d'immutabilité des chaînes de blocs.

148. L'Inspecteur tient à souligner que certains des principaux attributs qui rendent la chaîne de blocs si intéressante, notamment l'immutabilité, sont les éléments mêmes qui posent également un défi majeur, en particulier dans l'environnement des Nations Unies. L'immutabilité des informations dans une chaîne de blocs contredit le droit à l'oubli. La transparence des informations personnelles identifiables pourrait mettre les utilisateurs en danger²⁴. **L'Inspecteur invite les entités intéressées à tenir compte de cet écueil dans la conception et l'optimisation des solutions fondées sur la chaîne de blocs, en prenant en considération la matrice de décision proposée à la section V.**

²³ Il existe des scénarios, tels que « l'attaque à 51 % », qui consiste à imposer une modification des données en prenant le contrôle de la majorité des nœuds. Une telle attaque est très difficile et coûteuse, surtout sur un grand réseau de chaînes de blocs publiques.

²⁴ Voir Carla LaPointe et Laura Fishbane, « The blockchain ethical design framework », *Innovations: Technology, Governance, Globalization*, vol. 12, n^{os} 3 et 4 (hiver-printemps 2019).

Implications de la décentralisation de la chaîne de blocs

149. L'expérience qui existe à ce jour au sein des Nations Unies concernant les avantages de la décentralisation comme autre caractéristique fondamentale de la chaîne de blocs n'est pas concluante.

150. Le PNUD a indiqué comment l'équilibre entre le souhait de décentralisation et sa complexité intrinsèque et la charge financière a été examiné dans des cas réels. Par exemple, Fairchain Node Network, en qualité de prestataire technique externe, gère l'infrastructure sous-jacente du projet en Équateur. Actuellement, le réseau exploite cinq nœuds, dont trois en dehors de Fairchain, ce qui garantit qu'aucun acteur ne peut à lui seul modifier les données. En revanche, dans le cas de l'application de la chaîne de blocs gérée par le bureau du PNUD en Mongolie, les administrateurs ont finalement décidé de renoncer à une certaine décentralisation, étant donné la nature des transactions suivies (aucune valeur financière directe n'y était associée), par souci de simplification et pour parvenir à des coûts d'hébergement ou de fonctionnement plus stables, qui pourraient être répartis entre les participants au réseau.

151. La FAO a expliqué que dans le cas du projet d'élevage de Papouasie-Nouvelle-Guinée, la décentralisation a permis à la communauté de mieux maîtriser le suivi et la commercialisation d'un produit considéré comme important. En même temps, la FAO a déclaré que la question du coût et de la complexité doit être soigneusement étudiée pour justifier l'utilisation d'une telle alternative.

152. ONU-Femmes a déclaré que le projet Building Blocks était une solution privée fondée sur la chaîne de blocs qui était principalement centralisée par nature, mais qui atteignait tout de même un certain degré de décentralisation en termes d'architecture de la technologie du registre distribué. Le PAM et ONU-Femmes disposent tous deux de serveurs en nuage distincts, qui hébergent les nœuds Ethereum et les contrats intelligents, de sorte qu'ils sont indépendants les uns des autres. Le PAM a noté que des mesures avaient été prises pour améliorer la robustesse de la solution, notamment en déployant des nœuds chez d'autres prestataires de services informatiques en nuage. Il n'existe pas de solution technologique pour traiter les problèmes, tels que les différends, lors des transactions quotidiennes. L'Inspecteur note que cette lacune devrait être comblée par le futur cadre de gouvernance Building Blocks.

153. Le CIC a souligné un avantage majeur de la décentralisation comme caractéristique du projet de la Caisse commune des pensions du personnel des Nations Unies basé sur la chaîne de blocs, à savoir que d'autres entités intéressées rejoindront le réseau. La nature décentralisée du projet rendrait possible la publication de différents types d'« informations sur l'identité » et permettrait à ces informations d'être consommées par d'autres parties sans devoir trop se concentrer sur la normalisation des données.

154. **L'Inspecteur estime que des arbitrages entre les attributs souhaités de la chaîne de blocs pour des applications données sont possibles et nécessaires, ce qui donnera lieu à différentes solutions fondées sur la chaîne de blocs, optimisées en fonction des besoins de différentes entités.**

E. Une infrastructure numérique adéquate reste un défi

155. « La chaîne de blocs est une technologie à la recherche d'un problème à résoudre » : cette maxime qui circule dans la documentation en ligne a été notée dans une réponse au questionnaire du CCI. Cette déclaration a plusieurs significations mais, dans l'ensemble, la plupart des entités participantes admettent que les chaînes de blocs sont disponibles et que la technologie s'améliore : le choix judicieux du cas d'utilisation et d'une solution adaptée constitue le véritable défi. La plupart des entités utilisent l'une des deux principales plateformes de chaînes de blocs existantes, qui sont décrites dans l'encadré 4.

Encadré 4

Les plateformes de chaînes de blocs

Ethereum est une plateforme de chaînes de blocs *open source* décentralisée, dotée d'une fonctionnalité de contrat intelligent. Elle fournit une machine virtuelle décentralisée, répliquée, qui peut exécuter des scripts en utilisant un réseau international de nœuds publics. Elle est utilisée pour créer et exécuter des applications numériques décentralisées qui permettent aux utilisateurs de conclure des accords et d'effectuer des transactions directement entre eux, sans intermédiaire. Ethereum prend également en charge plusieurs langages de programmation, ce qui permet aux développeurs de créer et de publier des contrats intelligents et des applications distribuées. En 2017, l'Enterprise Ethereum Alliance a été créée, qui compte désormais parmi ses membres des partenaires des entités des Nations Unies, tels que Mastercard, Accenture, Deloitte, Cisco Systems et ConsenSys.

(Source : investopedia.com)

Hyperledger est un projet global de déploiement de technologies de la chaîne de blocs libres et d'outils connexes, lancé en 2015 par la Fondation Linux, avec des contributions d'IBM, d'Intel et de SAP Ariba, pour soutenir le développement collaboratif de registres distribués basés sur des chaînes de blocs. L'objectif du projet est de faire progresser la collaboration interindustrielle en développant des chaînes de blocs, en mettant un accent particulier sur l'amélioration des performances et de la fiabilité de ces systèmes. Le projet intégrera des protocoles et des normes libres indépendants en définissant un cadre permettant d'intégrer des modules spécifiques à l'utilisation, notamment des chaînes de blocs ayant leurs propres protocoles de consensus et de stockage, ainsi que des services d'identité, de contrôle d'accès et de contrats intelligents.

(Source : Wikipedia)

156. Les entités ont utilisé la technologie de la chaîne de blocs Ethereum ou Hyperledger, et dans un cas (l'application du Bureau du PNUD en Serbie) un protocole Stellar. On trouvera à l'annexe I plus de détails pour chaque entité.

157. Si les applications étaient pour la plupart des chaînes de blocs privées avec permission, dans certains cas, elles étaient publiques ou une combinaison des deux. Dans la plupart des cas, les entités ont fait appel à des vendeurs et à des prestataires de services pour développer et construire la plateforme, tandis qu'elles agissaient en tant que partenaire technologique et prestataire de services.

158. Par exemple, le projet Building Blocks du PAM repose sur une chaîne de blocs privée avec permission utilisant le client Ethereum Parity qui exploite un algorithme de consensus de preuve d'autorité²⁵. Le projet CIC/Caisse commune des pensions du personnel des Nations Unies utilise également une technologie de chaîne de blocs privée avec permission, basée sur Hyperledger Indy, qui est dotée de son propre algorithme de consensus intégré. La solution utilisée par la FAO/UIT a été développée sur la chaîne de blocs Ethereum, en utilisant une chaîne de blocs publique reposant sur un consensus de preuve de travail²⁶. Le bureau du PNUD en Mongolie a utilisé un réseau de chaînes de blocs public basé sur Ethereum pour son projet pilote, mais recommande une structure de visualisation publique et d'écriture avec permission pour tout prolongement ultérieur de l'expérience.

²⁵ La preuve d'autorité fournit un pouvoir de décision à un ou plusieurs clients de la base de données qui possèdent des clefs privées spécifiques leur permettant de créer des transactions et des blocs dans la chaîne de blocs. Voir, par exemple, Mark Gates, *Blockchain. Ultimate Guide to Understanding Blockchain, Bitcoin, Cryptocurrencies, Smart Contracts and the Future of Money* (Wise Fox Publishing, 2017).

²⁶ La preuve de travail était le mécanisme de consensus original, qui repose sur une concurrence entre des ordinateurs (appelés mineurs) pour vérifier les transactions et certifier les nouveaux blocs à ajouter à la chaîne de blocs. Voir Alan T. Norman, *Blockchain Technology Explained. The Ultimate Beginner's Guide About Blockchain*, Copyright, @ 2017.

159. Seules deux questions liées à l'infrastructure technique sont abordées brièvement dans le présent rapport, car elles sont pertinentes pour les bénéficiaires des activités opérationnelles des Nations Unies et pour le choix des cas d'utilisation, à savoir la connectivité et la protection des données.

Problèmes de connectivité

160. Les pratiques ou les points de vue communiqués par les entités participantes entrent en grande partie dans l'une des catégories suivantes :

- Les projets ou la mise en œuvre pilote en sont à leurs débuts, il n'existe pas encore de données sur leurs performances dans les catégories à faible bande passante ou ils n'ont pas été mis à l'essai dans ces conditions (Office des Nations Unies à Genève) ;
- Certaines réponses, par exemple celle de l'ONU-OICT, se concentrent uniquement sur le fait que les nœuds (de serveur) ne devraient pas être situés dans des environnements à faible bande passante ;
- On ne constate aucun problème lorsque les nœuds (serveurs) et les points d'utilisation sont situés dans des zones disposant d'une bonne connectivité et d'une largeur de bande suffisante (HCR) et lorsque l'application de l'utilisateur final a été conçue pour fonctionner de manière asynchrone et repose en grande partie sur une « logique » autonome. Dans d'autres circonstances, il n'existe pas de problèmes majeurs, mais cela s'explique principalement par les faibles exigences en matière de données ou la connectivité supplémentaire fournie par le régulateur national des télécommunications.

161. Les principaux problèmes rencontrés par les entités à cet égard :

- Les défis rencontrés dans les sites éloignés et les États qui disposent d'une version entièrement développée de l'application devraient contenir des fonctionnalités hors ligne complètes (PNUD – Mongolie) ;
- Le manque général d'investissement dans le développement de solutions fondées sur la chaîne de blocs qui soient adaptées aux zones reculées (UNICEF) ;
- Le défi fondamental de la vérification d'une signature numérique en ligne, même avec des solutions asynchrones, dans les cas où la connexion Internet est interrompue (UNICEF) ;
- La perte de transactions dans les cas où la connexion est intermittente. Pour éviter cela, une infrastructure de réseau appropriée doit être assurée pour les projets qui dépendent de la connectivité (ONU-Femmes) ;
- La duplication des transactions lorsque le système n'est pas réactif en raison d'une mauvaise connectivité et la nécessité de trouver des solutions de contournement supplémentaires pour surmonter ce problème (PAM) ;
- Les problèmes de connectivité rencontrés et (partiellement) résolus par l'utilisation de l'infrastructure de chaîne de blocs en nuage d'Amazon AWS et IBM (l'expérience sur le pastoralisme), tandis que le système de Papouasie-Nouvelle-Guinée a été conçu pour se connecter en ligne et hors ligne (FAO).

162. L'Inspecteur note que les problèmes de connectivité seront fréquents pour les applications de la chaîne de blocs destinées à être utilisées dans des zones rurales, éloignées et autres zones où la connectivité est faible et peu fiable. Des solutions techniques et conceptuelles permettant de surmonter ces problèmes sont possibles dans certains cas. Ces écueils doivent être pris en considération dès le départ. La conception du projet et de la technologie doit prévoir des solutions susceptibles de fonctionner dans des conditions de faible connectivité. Pour remédier aux coupures de connexion, par exemple, le projet Building Blocks intègre une logique permettant de détecter et de corriger automatiquement les transactions concernées.

163. Si une solution a vocation à être déployée dans des zones où les pertes fréquentes de connectivité ne permettent pas d'assurer un bon fonctionnement hors ligne (approche asynchrone), la chaîne de blocs n'est peut-être pas la meilleure approche. **Les aspects**

financiers de la résolution des problèmes de connectivité devraient être inclus dans toute analyse des solutions fondées sur la chaîne de blocs.

Cryptage, production et stockage de données

164. Les pratiques actuelles de protection, de production et de stockage des données dans les applications de la chaîne de blocs utilisées par les entités des Nations Unies sont les suivantes :

a) Les données relatives à la vie privée des agriculteurs sont fournies à l'aide d'une interface de programmation d'applications et sont stockées dans une base de données hors chaîne contenant seulement des références à l'identité de l'agriculteur dans la chaîne de blocs²⁷. Certaines données (comme les photos) sont utilisées sur la base de formulaires de consentement signés (PNUD, Équateur) ;

b) La reconnaissance biométrique (yeux) est utilisée pour identifier et authentifier les réfugiés dans le système Building Blocks. Sur la base de la reconnaissance oculaire, le partenaire d'exécution (IrisGuard) renvoie un numéro de dossier, qui est à son tour traduit en une clef pour signer les transactions²⁸. Chaque utilisateur qui a créé un compte reçoit un ensemble de clefs privées, qu'il est chargé de gérer²⁹. Les transactions signées sont effectuées localement et envoyées à la chaîne de blocs (PAM) ;

c) Les clefs publiques et privées ne sont jamais exposées à Internet ou aux autres utilisateurs de la plateforme (Digicus, UNICEF) ;

d) L'identité est basée sur la possession d'une combinaison de clefs cryptographiques privées et publiques. Pour ce faire, on établit un modèle de confiance qui se résume à l'authentification de la transaction. La cryptographie est assurée par le service de gestion des clefs d'Amazon Web Services (Building Blocks, ONU-Femmes) ;

e) Le chiffrement est assuré par la fonctionnalité standard de Node.js, à condition que les utilisateurs finaux possèdent et contrôlent leurs propres clefs privées (Building Blocks, PAM)³⁰ ;

f) Le système repose sur l'utilisation d'étiquettes d'identification par radiofréquence et d'un smartphone (FAO) ;

g) Le cryptage et les clefs publiques/privées sont gérés par un protocole de niche, Geora (ITU)³¹.

165. L'Inspecteur note que l'un des principaux avantages potentiels de la technologie de la chaîne de blocs est l'utilisation de la cryptographie pour garantir l'authenticité et l'immutabilité des données. L'authentification par clef publique est une technique essentielle pour atteindre cet objectif. Elle repose sur le principe que tous les utilisateurs d'une application possèdent une clef de chiffrement privée qu'ils utilisent pour signer des transactions ou confirmer leur identité et qui n'est connue d'aucune autre personne. De ce fait, la clef privée est une donnée hautement sensible. La perte d'une clef privée signifie la perte de l'accès à ses dossiers et à ses avoirs ou aux services fournis par le système auquel la clef donne accès.

²⁷ Les interfaces de programmation d'applications (API) sont des interfaces de programme qui permettent aux applications de communiquer entre elles.

²⁸ IrisGuard est un prestataire de technologie biométrique de reconnaissance de l'iris de bout en bout.

²⁹ Le PAM note que, dans la pratique, comme la plupart des personnes desservies par le projet ne disposent pas actuellement de smartphones et de connectivité à Internet, les membres de Building Blocks font office de dépositaires pour leur compte. Toutefois, à mesure que les appareils deviendront de plus en plus abordables à l'avenir et que la couverture Internet mondiale s'étendra, il est prévu que les clefs privées des comptes dans la chaîne de blocs soient entièrement transférées aux utilisateurs finaux.

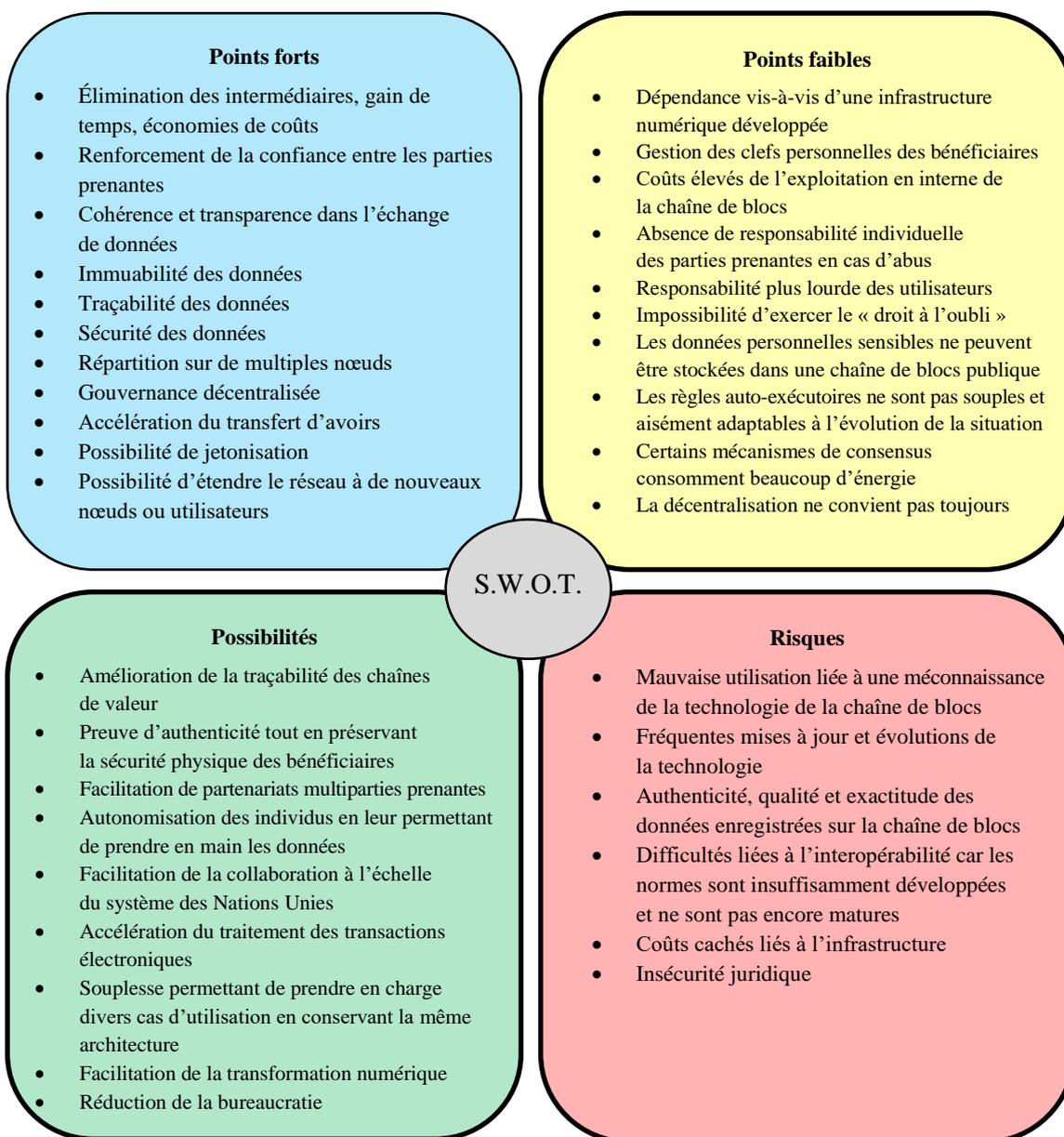
³⁰ Node.js est un environnement d'exécution JavaScript *open source*, multiplateforme, qui exécute du code JavaScript en dehors d'un navigateur Web.

³¹ Le protocole de chaîne de blocs Geora réunit une couche de données distribuées et une bibliothèque de contrats intelligents construites à l'aide d'une technologie basée sur Ethereum et conçues spécifiquement pour l'agriculture.

166. Par conséquent, les clefs d'accès privées doivent être stockées en toute sécurité et sous une forme facile à utiliser. C'est relativement facile lorsqu'elles sont intégrées à des applications conviviales sur les smartphones, mais même dans ce cas, il faut garantir une sauvegarde fiable et le respect d'un certain protocole. Cependant, dans de nombreux projets humanitaires, les bénéficiaires ne disposent pas d'un smartphone ou d'un ordinateur sur lequel ils pourraient conserver leurs clefs. Selon les réponses reçues par le CCI, certaines des solutions pratiques décrites exigent que les entités agissent en tant que gardiens des clefs privées des bénéficiaires, qui sont liées aux données biométriques des utilisateurs. Si cette solution s'avère pratique, comme l'a noté le HCR à propos du système Building Blocks, elle contredit l'une des propriétés essentielles de l'architecture de la chaîne de blocs, à savoir la décentralisation et l'autonomie des utilisateurs.

167. Il s'ensuit que les projets de déploiement de la technologie de la chaîne de blocs dans le contexte de l'aide humanitaire et du développement devraient considérer la question de la gestion des clefs personnelles des bénéficiaires dès le début du projet et proposer des solutions réalistes et adaptées aux conditions particulières de chaque cas d'utilisation.

Figure III
Résumé d'analyse SWOT



168. La figure III donne un aperçu des points forts, points faibles, possibilités et risques (SWOT) associés à l'utilisation de la chaîne de blocs. Elle s'appuie sur une analyse des applications de la chaîne de blocs existantes dans les entités des Nations Unies. Toutefois, en raison du peu de données disponibles et de la maturité naissante des applications de la chaîne de blocs au sein des Nations Unies, les informations doivent être considérées en tenant compte de ces limites, et non comme le résultat d'une analyse SWOT au sens strict, mais plutôt comme une liste indicative et non exhaustive qui fait ressortir quelques-uns des éléments les plus pertinents relevés par les entités participantes.

IV. Gestion des risques

A. La gestion des risques doit être adaptée aux vulnérabilités

169. Plusieurs entités ont noté que la chaîne de blocs était toujours en cours de développement et continuellement mise à jour. Pour les utilisateurs et ceux qui envisagent de le devenir, cela peut autre choses signifier des mises à jour fréquentes ou des changements d'opérateur du système. Dans ce contexte, d'après l'UNICEF, cette dynamique n'est pas forcément un problème pour une petite entité agile, mais la mise en œuvre de changements est plus longue et plus complexe dans les grandes entités, ce qui peut les empêcher d'avancer aussi vite que le secteur.

170. Il ressort de l'examen des points faibles et des risques énumérés par les entités que beaucoup d'entre eux ne semblent pas être directement liés à la technologie de la chaîne de blocs et à ses caractéristiques intrinsèques, mais plutôt aux faiblesses et menaces générales afférentes à l'adoption d'une nouvelle technologie ou application et à la modernisation des systèmes existants. Par exemple, certaines des caractéristiques inhérentes à la valeur ajoutée de la chaîne de blocs, telles que l'immuabilité et l'intégrité des données, peuvent être compromises si l'on ne prête pas suffisamment attention à la qualité et à l'exactitude des données enregistrées dans la chaîne de blocs.

171. Par exemple, la FAO et l'UIT soulignent que la principale faiblesse de la chaîne de blocs est la qualité des données stockées et le processus permettant de s'assurer que les données ont qualité attendue (le concept de « mauvaises données à l'entrée, mauvais résultats à la sortie »)³². Dans le cas des applications de la chaîne de blocs pour la chaîne d'approvisionnement, la qualité de la traçabilité et de la transparence attendue dépend directement de la qualité des informations qui entrent dans la chaîne de blocs. L'authenticité ou le niveau de confiance des données originales saisies doivent encore être vérifiés.

172. Autre point soulevé, le déploiement de la technologie de la chaîne de blocs au niveau institutionnel nécessite d'autres aptitudes et compétences spécialisées que celles qui sont mobilisées dans la mise à l'essai de prototypes à petite échelle intervenant dans des groupes de taille plus modeste au sein d'une entité : il exige une approche institutionnelle. La coordination des projets des bureaux de pays du PNUD en est un exemple. L'innovation et le prototypage rapide sont difficiles à traduire au niveau institutionnel. En outre, selon l'UIT, le manque d'expertise locale pour développer et maintenir les applications de la chaîne de blocs constitue un défi majeur lorsque les applications de la chaîne de blocs sont utilisées dans les pays de programme.

173. ONU-Femmes a souligné que l'interface entre l'homme et la machine était l'une des vulnérabilités connexes les plus probables. Il est très important de saisir des informations correctes. En outre, même si la solution est une application entièrement sécurisée, le fait d'exposer des informations pour les intégrer à des applications tierces peut faire peser une menace potentielle sur l'intégrité des données. Les entités concernées ne partagent pas nécessairement des vues convergentes sur ce point. Le HCR a noté qu'il n'y avait aucune raison d'utiliser les chaînes de blocs pour stocker des données sensibles dans le cadre de sa politique de protection des données. Il a cité les audits de sécurité du projet Building Blocks, qui avaient conclu qu'il fallait engager une analyse plus approfondie pour vérifier que le système était conforme aux normes convenues en matière de sécurité de l'information.

174. Bien qu'il n'utilise actuellement aucune application de la chaîne de blocs, l'Office des Nations Unies à Genève a noté que si le réseau était de taille modeste et reposait sur des données mal réparties, il serait vulnérable aux attaques. Dans les grands réseaux publics, où chaque transaction est diffusée à de nombreux nœuds, les transactions sont inefficaces. En outre, les utilisateurs doivent toujours dépendre de tiers pour l'échange de valeurs, de sorte qu'il est difficile de mettre en œuvre la protection de la vie privée tout en respectant les législations nationales.

³² En informatique, l'expression « mauvaises données à l'entrée, mauvais résultats à la sortie » renvoie à l'idée que des données d'entrée erronées ou absurdes produisent des résultats absurdes.

175. L'ONUDI a énuméré des points faibles et des risques liés aux aspects suivants :

a) Effet d'engouement : les discussions axées sur le potentiel plutôt que sur les défauts peuvent donner lieu à des attentes irréalistes ;

b) Extensibilité : les améliorations techniques continuent d'offrir davantage de possibilités de faire évoluer les applications de la chaîne de blocs. Toutefois, trois caractéristiques fondamentales en particulier sont très difficiles à modifier sans affecter sensiblement les autres : la décentralisation, l'extensibilité et la sécurité ;

c) Interopérabilité : le manque de normalisation entre les chaînes de blocs peut être à l'origine de problèmes liés à l'intégration des systèmes. Par exemple, l'intégration des chaînes de blocs dans les infrastructures financières telles que les systèmes de paiement et de règlement non seulement nécessite une coordination et une collaboration, mais aussi entraîne des dépenses importantes.

176. L'Inspecteur observe que plusieurs des points faibles et risques mis en évidence ne tiennent peut-être pas tant à la chaîne de blocs en elle-même qu'aux conditions dans lesquelles de nouvelles technologies sont choisies et mises en œuvre. L'adoption de la technologie de la chaîne de blocs doit être justifiée et présenter un avantage concurrentiel par rapport aux autres solutions possibles. Il est plus facile de mettre en œuvre de petits projets pilotes d'applications que de déployer des systèmes à l'échelle de l'entité, mais il convient d'examiner également le potentiel d'extensibilité. **L'Inspecteur souligne que le meilleur moyen d'optimiser l'utilisation de la chaîne de blocs, d'anticiper les points faibles, menaces et vulnérabilités connexes et d'atténuer les risques associés est d'appliquer un rigoureux processus d'évaluation des risques et de prise de décisions, reposant sur des données factuelles et soigneusement documenté.** L'évaluation doit couvrir tous les risques, ceux qui sont directement liés aux caractéristiques intrinsèques de la technologie de la chaîne de blocs, comme ceux qui découlent de l'utilisation de nouvelles technologies et de la mise en œuvre de nouveaux systèmes en général. Les entités doivent être conscientes des principaux risques afin de mettre en place les mesures d'atténuation voulues.

B. Les risques liés à la chaîne de blocs sont connus

Principaux risques

177. Les risques évoqués par les entités peuvent être classés en deux catégories : les risques qui sont directement associés à la chaîne de blocs, liés à ses caractéristiques inhérentes, et les risques qui peuvent survenir lors de l'utilisation et de la mise en œuvre d'une nouvelle technologie en général.

178. Par exemple, l'UNICEF a noté que bon nombre des risques qui s'appliquent à un projet informatique classique, comme l'absence d'adhésion des dirigeants ou une sécurité des informations insuffisante, valent également pour les projets de déploiement de la technologie de la chaîne de blocs. D'autres risques sont davantage propres à ces derniers, notamment :

a) La gouvernance du réseau : pour les chaînes de blocs privées, il faut définir clairement un cadre de gouvernance ;

b) L'absence de l'appui informatique nécessaire à la maintenance des projets : il faut s'assurer que l'on dispose de personnel interne qui comprend la technologie et de prestataires qui sont à même d'augmenter la capacité du personnel au besoin. Le personnel concerné doit avoir été correctement formé aux bases de la technologie ;

c) La gestion des clefs privées : la bonne stratégie de gestion des clefs dépend de qui sont les utilisateurs de la plateforme ;

d) Les vulnérabilités des contrats intelligents : il faut effectuer un audit de code rigoureux et appliquer des modèles de contrats intelligents standardisés pour s'assurer de pouvoir résoudre tous les problèmes.

179. Le PAM et le HCR ont souligné que la question de la conservation des clefs privées constitue un risque propre à la chaîne de blocs auquel il faut prêter attention. Le HCR a souligné à cet égard que la gestion des clefs est le processus le plus sensible, et qu'il doit être soigneusement mis en œuvre et réglementé. Par exemple, il n'est pas réaliste de confier aux réfugiés la responsabilité de la gestion de leurs clefs, le risque majeur étant de devoir conserver les clefs de manière centralisée, ne serait-ce qu'à des fins de sauvegarde. Une violation de ces clefs pourrait essentiellement compromettre le contrôle de sécurité de la chaîne de blocs. Il est inacceptable de transférer la propriété des données, par exemple des données relatives à l'identité, qui sont généralement gérées de manière centralisée dans des bases de données classiques, aux personnes concernées. Il convient donc de rechercher des solutions techniques pour atténuer ces risques. Selon le PNUD, le principal risque est le faible niveau d'extensibilité. Pour ONU-Femmes, le coût du nouveau système et la résistance au changement culturel sont également des facteurs de risque.

180. D'une manière plus générale, l'ONUDI a évoqué un point essentiel, à savoir les risques afférents à l'adoption de la chaîne de blocs dans la perspective du Programme 2030, un point de vue que partage également ONU-Habitat. Ces risques sont les suivants :

a) La répartition potentiellement inéquitable des bénéfices : l'intégration de la chaîne de blocs dans les initiatives de développement pourrait aggraver les asymétries qui prévalent entre les bénéficiaires directs. Les exigences technologiques associées, telles que l'accès à Internet et au matériel voulu (par exemple, des ordinateurs et des téléphones mobiles satisfaisant à des exigences techniques minimales), peuvent favoriser l'exclusion de certains segments de la population. De même, les capteurs sont de plus en plus abordables, mais leur coût peut constituer un obstacle majeur pour de nombreux petits exploitants et producteurs agricoles ;

b) La concentration : l'importance de la répartition géographique déséquilibrée des prestataires de services n'est généralement pas prise en considération. Si certains entrepreneurs des pays en développement expérimentent et développent déjà des applications de la chaîne de blocs, la plus forte concentration d'entreprises qui proposent ces solutions, tant en nombre qu'en investissement en capital, se situe principalement dans les pays développés.

C. L'atténuation des risques doit commencer dès le début d'un projet de déploiement de la technologie de la chaîne de blocs

181. La plupart des entités qui utilisent la chaîne de blocs ont indiqué avoir mis en place des mesures pour atténuer les risques connexes, notamment les risques de cybersécurité et de confidentialité des données.

182. Dans le fonds de capital-risque comme dans le projet Digicus, l'UNICEF dispose de règles et normes spécifiques sur la cybersécurité et la confidentialité des données, qui s'appliquent également aux projets de déploiement de la technologie de la chaîne de blocs. Toutefois, il n'est pas évident de savoir comment et dans quelle mesure ces règles et normes permettraient de traiter les risques propres à la chaîne de blocs, outre les risques généraux liés aux technologies de l'information et des communications. La FAO, par exemple, a déclaré ne pas avoir pris de mesures particulières sur la technologie de la chaîne de blocs à l'heure actuelle, et s'appuyer sur ses pratiques habituelles en matière de sécurité des technologies de l'information et des communications.

183. **L'Inspecteur recommande que les projets de technologie de la chaîne de blocs qui sont prêts à être intégrés à l'échelle de l'institution soient évalués afin de déterminer s'ils sont conformes aux normes et politiques de l'entité en matière de technologies de l'information et des communications, y compris la cybersécurité, à l'instar de tous les autres projets informatiques. Dans le cadre de ces évaluations, il faudrait notamment :**

a) vérifier si les règles et politiques de l'entité en matière de technologies de l'information et des communications (notamment la cybersécurité et la confidentialité des données) s'appliquent également aux projets de déploiement de la technologie de la chaîne de blocs ; b) veiller à ce que ces politiques et normes tiennent compte des risques propres à la chaîne de blocs ; et c) étudier des normes communes à l'ensemble du système des Nations Unies, le cas échéant.

184. Le PAM a déclaré que, dans le cas du projet Building Blocks, il entendait effectuer un examen approfondi de la sécurité au moins une fois par an. Ce pourrait être une bonne pratique, mais elle devrait probablement se fonder sur une évaluation des risques visant à mieux cerner les risques de sécurité, afin de déterminer s'il s'agit de risques de haut niveau et s'ils doivent faire l'objet d'un examen continu ou annuel. Le PAM a en outre noté que le projet Building Blocks a déjà fait l'objet de plusieurs examens, notamment : a) un exercice d'assurance par la fonction d'audit interne en 2018 ; b) un examen du code et de la sécurité par un cabinet d'audit de la chaîne de blocs indépendant (en 2018 et 2019) ; et c) un examen de conformité à la norme ISO 27001 à la fin de 2019. En outre, le PAM ne stocke aucune information sensible sur les bénéficiaires, comme les noms, les dates de naissance ou les données biométriques, où que ce soit dans le système. Même les identifiants anonymes des bénéficiaires sont hachés sur le réseau privé avec permission.

185. Le PNUD a cité avoir pris les mesures d'atténuation des risques suivantes : a) les données relatives à la vie privée (par exemple, les informations personnelles d'un agriculteur) sont stockées hors chaîne ; b) seules les sources de données anonymes sont conservées dans la chaîne de blocs ; et c) des outils standard sont utilisés pour contrôler l'interaction avec les clients.

186. Pour atténuer les risques liés aux données, ONU-Femmes a principalement pris les mesures suivantes :

a) Une approche sélective dans la saisie des données : sans une parfaite compréhension des types de données qui doivent être utilisées dans un réseau de chaînes de blocs, le stockage des données écrites sur le registre numérique dans un système distribué peut être source de risques majeurs en termes de confidentialité et de sécurité ;

b) La validation de la qualité des données avant qu'elles entrent dans la chaîne de blocs : il convient de s'assurer que les données extraites d'autres systèmes sont de bonne qualité. Les séries de données comme l'identité des bénéficiaires et les numéros des groupes familiaux doivent respecter le protocole standard établi ;

c) La protection des données : tous les composants et objets stockés dans l'environnement en nuage d'Amazon Web Services suivent strictement les modèles standard de confidentialité et de sécurité du nuage. Les données stockées dans la base de données sont entièrement cryptées.

187. Plusieurs entités ont mis en garde sur le fait que l'adhésion inconditionnelle à l'engouement que suscite cette technologie peut conduire à la prise de décisions sous-optimales. L'ONUDI a signalé que les solutions fondées sur la chaîne de blocs ne sont peut-être pas judicieuses dans certains cas d'utilisation, et qu'il serait essentiel d'approfondir la méthode appliquée pour évaluer de manière objective l'intérêt de la chaîne de blocs par rapport à d'autres solutions plus développées ou moins coûteuses. ONU-Habitat a noté que dans le cas des registres fonciers, il existait un risque élevé que les systèmes de chaînes de blocs consacrent des résultats injustes et inéquitables, à moins que des mesures claires applicables ne soient prises pour l'éviter et pour l'atténuer.

188. Le HCR a souligné que, si la chaîne de blocs est considérée comme robuste et sûre en termes de risques de cybersécurité, ces risques existent toujours. Les applications de la chaîne de blocs sont généralement présentées comme étant beaucoup plus sûres que les autres technologies, mais ce n'est pas toujours le cas, notamment si elles ne sont pas mises en œuvre correctement. Le HCR a noté que les données personnelles doivent être pleinement protégées tout au long du cycle de vie, de leur saisie à leur désactivation et à leur suppression.

189. S'ils n'utilisent pas vraiment les applications de la chaîne de blocs, le Bureau de l'informatique et des communications, le FNUAP et l'OACI ont énuméré plusieurs risques potentiels et mesures d'atténuation :

a) Bureau de l'informatique et des communications : mauvaise utilisation (efforts gaspillés sur les mauvais cas d'utilisation) ou mauvaise mise en œuvre entraînant des problèmes de confidentialité des données, des failles de sécurité, un gaspillage de ressources informatiques ou une incohérence des données. Ces problèmes pourraient être atténués en se dotant des compétences techniques voulues, en menant une planification minutieuse et en réalisant des examens de sécurité ;

b) FNUAP : le choix d'une technologie qui ne sera peut-être pas la norme à l'avenir pourrait favoriser un verrouillage en liant l'entité à des prestataires qui ne survivront peut-être pas à la maturation du secteur. Pour atténuer les risques, il faudrait suivre de près le marché et son évolution ou conclure un partenariat poussé avec un prestataire qui pourrait aboutir au développement d'une technologie appartenant aux Nations Unies ;

c) OACI : risques d'interopérabilité, qui pourraient être atténués en trouvant le juste équilibre entre la nécessité de définir les réglementations et normes ou pratiques recommandées qui s'imposent et la nécessité de ne pas entraver ou étouffer les innovations en adoptant une approche trop prudente.

190. La mise en œuvre de la recommandation suivante permettra d'améliorer l'efficacité et de renforcer la gestion des risques. L'Inspecteur note que, dans l'évaluation des risques, il convient d'établir une distinction entre les premières tentatives d'exploration et les projets pilotes (qui peuvent être mis à l'essai dans un « environnement de bac à sable »), d'une part, et l'utilisation à plus grande échelle, d'autre part. Une telle approche est nécessaire, car il n'est pas toujours possible d'anticiper toutes les incidences d'une innovation.

Recommandation 2

Les chefs de secrétariat des entités des Nations Unies devraient s'assurer que l'examen des cas d'utilisation possibles de la chaîne de blocs sera fondé sur des évaluations des risques du projet, notamment en ce qui concerne les politiques et règlements institutionnels régissant les privilèges et immunités, la protection des données, la confidentialité, la cybersécurité, l'intégrité du système et la réputation.

191. D'autres catégories de risques pourraient être atténuées en appliquant la matrice de décision proposée dans la section V ci-dessous.

V. La chaîne de blocs : une solution à la recherche d'un problème ?

192. L'Inspecteur estime que l'exploration abstraite des utilisations possibles de la chaîne de blocs, fondée sur des hypothèses théoriques concernant les avantages potentiels et non sur des arguments factuels étayés dans la pratique, peut être trompeuse et favoriser un gaspillage de ressources.

193. Il est essentiel de choisir les cas d'utilisation de manière rigoureuse. En ce sens, l'Inspecteur se félicite du rapport technique établi par le groupe de réflexion UIT-T sur l'application de la technologie de registre distribué³³. Ce rapport s'appuie sur les enseignements tirés de la pratique en partant de cas d'utilisation qui ont atteint le stade de la preuve de concept.

194. Dans le présent rapport, les entités des Nations Unies intéressées trouveront une présentation des technologies de registre distribué, y compris la chaîne de blocs, des cas d'utilisation dans des domaines horizontaux et verticaux et des obstacles à l'adoption de ces technologies. Le rapport illustre également leur importance pour la réalisation des objectifs de développement durable. Dans l'annexe III, le CCI résume certaines conclusions intéressantes de l'UIT, qui décrivent les utilisations possibles de la chaîne de blocs, pour chacun des 17 objectifs.

195. L'Inspecteur recommande de prendre exemple sur la taxonomie des cas d'utilisation élaborée par l'UIT comme première étape d'un examen des options réalistes qui se présentent pour l'utilisation de la chaîne de blocs.

A. Appliquer les enseignements tirés, tout en allant de l'avant

196. D'après les enseignements tirés des premières expériences d'utilisation des applications de la chaîne de blocs, les gains d'efficacité attendus des avantages concurrentiels théoriques de cette technologie ne sont pas évidents. L'utilisation de la chaîne de blocs n'est pas une fin en soi : l'adoption de cette technologie doit à la fois satisfaire les besoins propres aux entités et aux projets et suivre des principes généraux.

197. La facilité d'utilisation des applications de la chaîne de blocs doit encore être améliorée et simplifiée, notamment concernant la gestion des clefs et la preuve de la valeur ajoutée. L'intégration de ces applications peut bloquer les projets, même si la plateforme est bonne. L'UNICEF a cité l'exemple d'un prototype interne d'application décentralisée servant à la prise de décisions, assorti d'une plateforme utilisant des jetons. La mise en place d'un portefeuille basé sur la chaîne de blocs pour interagir avec l'application a demandé un effort disproportionné par rapport aux avantages. Les utilisateurs potentiels ont cessé d'utiliser la plateforme avant même de s'engager. Ce n'est pas un problème propre aux Nations Unies : il traduit le besoin général d'améliorer la facilité d'utilisation et l'accessibilité de cette nouvelle technologie.

198. Le faible niveau de connaissances liées à la construction de la chaîne de blocs constitue un obstacle à l'émergence efficace d'idées, à l'expérimentation et à l'exploration des utilisations potentielles de la chaîne de blocs et des marathons de programmation, même lorsque l'on dispose de plateformes de chaînes de blocs et de codeurs. La composante technologique ou les défis techniques peuvent être relativement plus faciles à surmonter que la composante connexe de la gestion du changement.

199. Les coûts initiaux, la taille modeste des données des blocs et la vitesse demeurent des freins à une utilisation significative de la chaîne de blocs. Les solutions fondées sur la chaîne de blocs conviennent vraiment à peu de cas d'utilisation. Même lorsque la chaîne de blocs est considérée comme une solution, elle n'est pas nécessairement meilleure qu'une base de données classique.

³³ Union internationale des télécommunications, Groupe de réflexion UIT-T sur l'application de la technologie de registre distribué, « Technical report FG DLT D2.1 – distributed ledger technology use cases » (1^{er} août 2019).

200. La décentralisation exige la participation de nombreuses parties prenantes sur de nombreux sites. La dispersion des connaissances devrait donc précéder l'utilisation de solutions fondées sur la chaîne de blocs. Dans le même ordre d'idées, il faut disposer des capacités administratives et financières, et de l'infrastructure de base, que les solutions fondées sur la chaîne de blocs soient conçues en vue d'essais pilotes ou d'une transposition future à plus grande échelle.

201. Les utilisateurs doivent pouvoir profiter des avantages de la chaîne de blocs de manière transparente. La valeur ajoutée dont bénéficieront les utilisateurs finaux et d'autres utilisateurs doit être évaluée avant d'entreprendre un projet basé sur une application de la chaîne de blocs. Inciter à la participation est une condition essentielle pour qu'un réseau de chaînes de blocs soit efficace.

202. Sur la base de sa propre expérience pratique, la FAO a souligné plusieurs enseignements notables³⁴. Au niveau opérationnel, l'architecture de la chaîne de blocs doit être pensée selon des scénarios en chaîne et hors chaîne en lien avec les « oracles » de la chaîne de blocs³⁵. En outre, pour plus d'efficacité, l'adoption de la chaîne de blocs doit être envisagée en appliquant les méthodologies de gestion de projet voulues, qui peuvent accélérer et favoriser la prise de décisions, notamment Agile Scrum³⁶, Agile Kanban³⁷, la preuve de concept et le produit minimum viable³⁸.

203. Selon la même source de la FAO³⁹, et des analyses plus récentes, le système des Nations Unies doit élaborer une méthodologie pour chacun des attributs de durabilité de la chaîne de blocs qui peuvent être particulièrement pertinents pour les applications dans la chaîne d'approvisionnement, notamment les produits agrochimiques, la biodiversité, le travail, le climat, la déforestation, la gestion des terres, la répartition de la valeur et la productivité de l'eau.

204. Plusieurs entités participantes, dont l'UNICEF et la FAO, considèrent que les neuf Principes pour le développement numérique devraient constituer le point de départ et la base des processus décisionnels relatifs à l'utilisation de la chaîne de blocs.

205. Au-delà de toutes ces considérations, deux enseignements majeurs tirés de la pratique d'une entité revêtent une pertinence évidente pour l'image globale de l'utilisation de la chaîne de blocs dans le contexte du Programme 2030 :

« ... si nous ne construisons pas de manière ouverte et collaborative et si nous ne créons pas des voies pour que d'autres projets *open source* et d'autres entrepreneurs et entités participent à l'élaboration de nouvelles approches distribuées du développement, nous finirons par reproduire des systèmes de contrôle, d'ambiguïté et d'isolement qui s'enracineront.⁴⁰ » ;

« Nous [...] connaissons de nombreux échecs alors que nous commençons à traduire le potentiel, et les limites, des chaînes de blocs en principes et pratiques accessibles. Nous devons partager nos échecs avec le public et essayer de ne pas les répéter alors

³⁴ FAO and Blockchain, document interne.

³⁵ Les chaînes de blocs et les contrats intelligents ne peuvent pas accéder aux données en dehors de leur réseau. Pour savoir ce qu'il doit faire, un contrat intelligent a souvent besoin d'accéder à des informations du monde extérieur qui sont pertinentes pour l'accord contractuel sous la forme de données électroniques, également appelées « oracles ». Ces oracles sont des services qui envoient et vérifient des événements du monde réel et soumettent ces informations aux contrats intelligents, déclenchant des changements d'état dans la chaîne de blocs.

³⁶ La méthodologie Agile Scrum est un système de gestion de projet qui repose sur le développement incrémental.

³⁷ Agile Kanban est une méthodologie de développement de logiciels axée sur la livraison juste à temps des fonctionnalités et la gestion de la quantité de travail en cours.

³⁸ Le produit minimum viable est une version d'un produit ayant juste assez de fonctionnalités pour satisfaire les premiers clients et obtenir un retour d'information en vue du développement futur du produit.

³⁹ FAO and Blockchain, *op. cit.*

⁴⁰ Christopher Fabian, « Un-chained: experiments and learnings in crypto at UNICEF », *Innovations: Technology, Governance, Globalization*, vol. 12, n^{os} 1 et 2, été-automne 2018).

que nous construisons de nouveaux moyens de résoudre certains des problèmes les plus urgents auxquels notre planète se heurte.⁴¹ »

Conclusions

206. L'Inspecteur est d'avis que la rentabilité des applications de la chaîne de blocs doit être envisagée dans une perspective à plus long terme et qu'il ne faut pas attendre de gains du jour au lendemain. Il encourage le recours à des projets pilotes d'applications de la chaîne de blocs dans des cas très clairement définis, en limitant les risques ; mais en explorant les avantages attendus d'une technologie encore balbutiante.

207. Ces efforts d'innovation, prudents mais résolus, seront considérablement facilités si les entités des Nations Unies partagent systématiquement et ouvertement leurs pratiques, leurs analyses et les enseignements tirés de leur expérience. La matrice de décision présentée ci-dessous peut aider à anticiper les problèmes et à faire des choix optimaux.

B. Il est nécessaire de fournir des orientations à l'échelle du système pour favoriser la prise de décisions et l'utilisation des applications de la chaîne de blocs

208. D'après la plupart des représentants des entités participant à l'examen, outre l'acquisition de connaissances sur la chaîne de blocs, des orientations à l'échelle du système sont nécessaires, en particulier pour les entités des Nations Unies qui ne mettent pas encore cette technologie à l'essai.

209. Un large éventail d'outils d'orientation allant du partage des connaissances et des compétences techniques aux normes à venir a été proposé. Le CCI en a fait la synthèse suivante, qui englobe des formes non contraignantes ou déjà disponibles, et jusqu'à des formes plus élaborées et institutionnalisées :

- L'adoption et l'application des principes du développement numérique ;
- L'accès à une bibliothèque de matériel de formation ;
- Les enseignements tirés généraux et descriptions de diverses configurations techniques ;
- Une bibliothèque d'utilisations de la chaîne de blocs et conclusions sommaires sur leur mise en œuvre ;
- La constitution d'un vivier de professionnels supérieurs expérimentés dans le domaine de la chaîne de blocs, disponibles en interne et en externe, auquel toutes les entités devraient avoir accès ;
- Un processus de prise de décisions permettant de déterminer si l'adoption de la chaîne de blocs est justifiée ;
- Une approche globale fondée sur l'établissement de lignes directrices et d'un cadre juridique régissant le déploiement des technologies de la chaîne de blocs.

Encadré 5

Principes pour le développement numérique

Les Principes pour le développement numérique sont un ensemble de neuf principes génériques destinés à guider les praticiens dans l'application des technologies numériques aux programmes de développement. Nés d'une initiative de l'UNICEF, ils réunissent aujourd'hui plus de 200 entités participantes, dont de nombreuses entités participantes du CCI et d'autres entités des Nations Unies, notamment l'UNICEF, le PNUD, l'OMS, le PAM, l'OIT, le FNUAP, ONU-Habitat, le PNUE, l'ONUDI, le Bureau de la coordination des affaires humanitaires, le Centre international de calcul, l'Institut interrégional de recherche des Nations Unies sur la criminalité et la justice (UNICRI) et l'Université des Nations Unies (UNU).

⁴¹ Ibid.

Les principes de la prise de conscience chez les donateurs et les organismes d'exécution que les programmes de développement numérique étaient fragmentés, non coordonnés et cloisonnés, et que les entités avaient du mal à les développer ou à les maintenir à long terme. Ils formulent des conseils pour chaque phase du cycle de vie d'un projet et s'inscrivent dans les efforts déployés par les praticiens du développement pour partager les connaissances et favoriser l'apprentissage continu.

Ils sont au nombre de neuf : 1) concevoir avec l'utilisateur ; 2) comprendre l'écosystème existant ; 3) concevoir pour l'échelle ; 4) construire pour la durabilité ; 5) se baser sur les données ; 6) utiliser des normes, données, sources et innovations libres ; 7) réutiliser et améliorer ; 8) assurer la confidentialité et la sécurité ; et 9) collaborer (voir www.digitalprinciples.org).

210. L'Inspecteur note que toutes les propositions formulées au paragraphe 209 ci-dessus sont réalistes et réalisables, et ouvrent la voie à un processus progressif mais solide permettant d'adopter une approche cohérente et convergente à l'échelle du système. Pour y parvenir de façon simple, mais concrète, il faudrait que toutes les entités des Nations Unies souscrivent aux principes du développement numérique. Leur adhésion à cet ensemble de principes favoriserait l'instauration d'une nouvelle culture de la transformation numérique tout en donnant les connaissances de base nécessaires au bon usage des nouvelles technologies à l'échelle institutionnelle.

211. La mise en œuvre de la recommandation suivante favorisera la cohérence et facilitera la collaboration et l'adoption d'une approche commune en vue d'utiliser la chaîne de blocs et d'autres technologies numériques dans le contexte de la transformation numérique.

Recommandation 3

Les chefs de secrétariat des entités des Nations Unies, s'ils ne l'ont pas encore fait, devraient approuver les Principes pour le développement numérique d'ici à la fin de 2022, première étape en vue d'assurer une compréhension commune générale de la transformation numérique au niveau institutionnel, y compris de l'utilisation éventuelle des chaînes de blocs.

212. Certaines des propositions énoncées ci-dessus ont été abordées dans les sections précédentes. D'autres sont présentées dans la matrice de décision qui permet de déterminer si l'adoption de la technologie de la chaîne de blocs est justifiée et dans la section VI ci-dessous.

C. Une matrice de décision

213. Le choix judicieux des cas d'utilisation est non seulement une condition préalable à un bon retour sur investissement, mais aussi un moyen d'atténuer les risques et de résoudre d'autres problèmes, tels que ceux qui ont été recensés dans les sections précédentes du rapport. La chaîne de blocs affiche des caractéristiques particulières qui peuvent apporter une valeur ajoutée par rapport à d'autres solutions, mais il est primordial de pouvoir établir que les hypothèses théoriques sont validées dans la pratique et que la valeur ajoutée peut être démontrée. Dans le même temps, elle présente également certains inconvénients, décrits dans les sections III et IV du rapport. En outre, certaines des vertus vantées par ses promoteurs pourraient être incompatibles avec les valeurs des Nations Unies et avec la responsabilité de l'Organisation concernant l'utilisation des fonds publics. La chaîne de blocs doit être la meilleure option ou le système le mieux adapté au cas d'utilisation choisi.

214. L'Inspecteur propose une matrice permettant de déterminer si l'adoption de la technologie de la chaîne de blocs est justifiée, selon un processus séquentiel en plusieurs couches basé sur : a) les critères relatifs aux caractéristiques fondamentales de la technologie de la chaîne de blocs ; b) d'autres critères auxquels la chaîne de blocs peut apporter une valeur ajoutée ; c) des considérations sur le choix d'une architecture de chaîne de blocs particulière ; et d) les aspects à prendre en compte dans la conception des solutions et leurs diverses modalités de gouvernance. En suivant cette matrice, de nombreux risques et problèmes soulignés dans les sections précédentes pourraient être anticipés et surmontés.

La chaîne de blocs est-elle une solution adaptée à notre problème ?

215. Le tableau 1 résume plusieurs questions clés qui devraient être pleinement prises en compte avant de décider si la chaîne de blocs peut effectivement fournir de meilleures solutions à des besoins opérationnels particuliers par rapport à d'autres solutions. Ces questions ne sont pas exhaustives, mais ce sont les premières auxquelles il faut répondre car elles aident à faire dès le départ un choix fondamental entre la chaîne de blocs et d'autres options. Cet arbre de décision certes minimaliste balaie les prérequis de base qui permettront de choisir une solution fondée sur la chaîne de blocs.

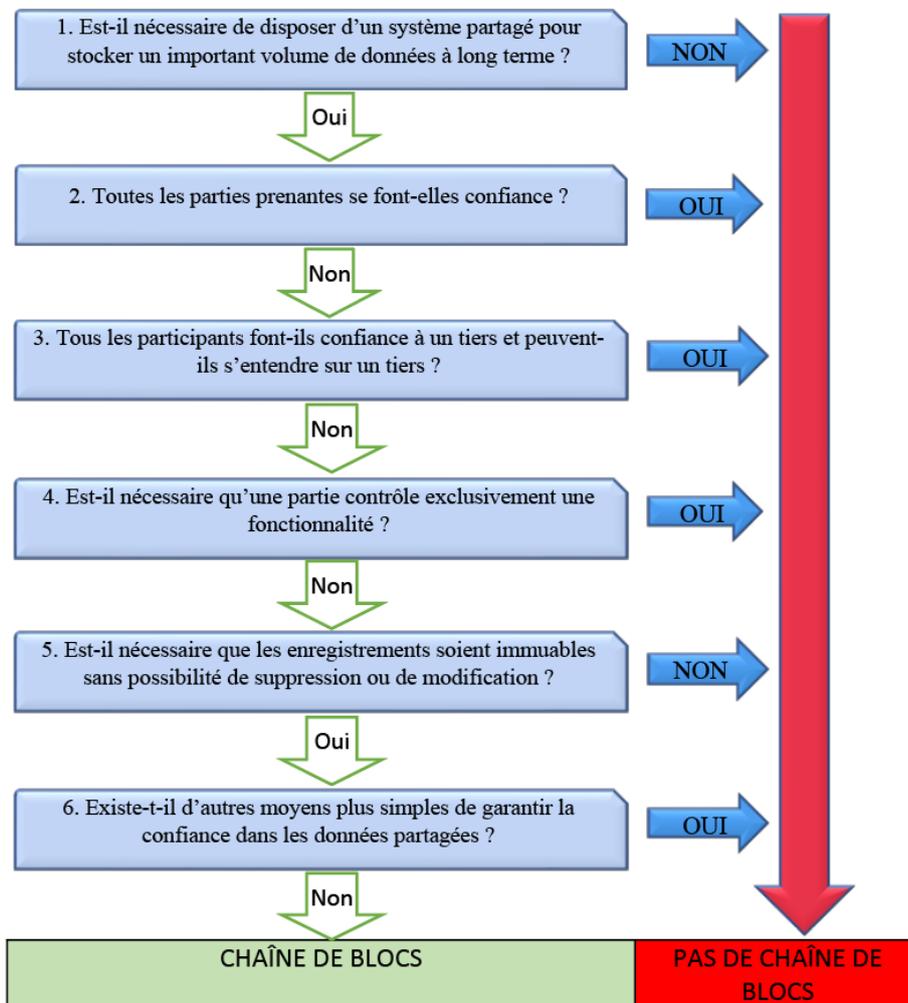
Tableau 1
Analyse préliminaire (première couche)

Questions sur les principales caractéristiques de la chaîne de blocs	Oui/ Non	Conclusions
Décentralisation		
1. Est-il nécessaire de disposer d'un système partagé pour stocker (un nombre important) de transactions, de signatures de documents, d'identités ou de revendications vérifiables ^a à moyen ou à long terme ?	Oui	La chaîne de blocs pourrait être une option, si aucune base de données classique ne peut répondre à ces exigences
	Non	Très peu probable, sauf cas très particulier
2. Toutes les parties prenantes se font-elles confiance ?	Oui	L'utilisation d'une base de données classique doit être envisagée en premier lieu
	Non	La chaîne de blocs pourrait être une option
3. Tous les participants feraient-ils confiance à un tiers et peuvent-ils s'entendre sur un tiers ?	Oui	L'utilisation d'une base de données classique doit être envisagée en premier lieu
	Non	La chaîne de blocs pourrait être une option
4. Est-il nécessaire qu'une partie contrôle exclusivement une fonctionnalité ?	Oui	En principe, la chaîne de blocs ne devrait pas être considérée comme une solution, à moins qu'il existe des dispositions de gouvernance très particulières
	Non	La chaîne de blocs pourrait être une option

Immuabilité des données stockées		
5. Est-il nécessaire que les documents soient immuables et ne puissent être ni supprimés ni modifiés ?	Oui	C'est un bon argument en faveur de la chaîne de blocs
	Non	S'il est possible ou probable qu'il faille modifier ou supprimer certains documents pour des raisons juridiques ou légales, d'autres solutions doivent être envisagées
Sans confiance		
6. Existe-t-il d'autres moyens, plus simples, de garantir la fiabilité des données partagées ?	Oui	Envisager d'autres solutions
	Non	Il existe des arguments en faveur de l'utilisation de la chaîne de blocs

^a Les affirmations vérifiables englobent la preuve de « zéro connaissance » et d'autres scénarios possibles de notariatisation et de vérification.

Figure IV
La chaîne de blocs est-elle une option ?



216. Dans la figure IV, l'arbre de décision découlant d'une analyse préliminaire est résumé de façon minimaliste et simplifiée. Il convient de l'interpréter en tenant compte des conclusions plus nuancées indiquées dans le tableau 1.

217. Une fois établi qu'il existe un argument convaincant en faveur de l'utilisation de la chaîne de blocs, au regard de ses caractéristiques principales, il faut poursuivre l'analyse afin de déterminer si cette technologie apporte une valeur ajoutée, en appliquant une série de critères supplémentaires. Cette deuxième couche devrait garantir que, si une option de chaîne de blocs est possible, elle apporte également des gains en termes d'efficacité, de durabilité et d'extensibilité par rapport aux autres moyens envisageables.

La chaîne de blocs apporte-t-elle une valeur ajoutée ?

218. Le tableau 2 résume plusieurs critères qui sont examinés en amont de tout projet, mais qui s'avèrent particulièrement utiles lorsque des solutions dépendantes de la technologie sont envisagées.

Tableau 2
Analyse de la valeur ajoutée de la chaîne de blocs (deuxième couche)

Questions sur d'autres critères dans un contexte de chaîne de blocs	Conclusions	
Efficacité		
Une solution fondée sur la chaîne de blocs apporte-t-elle des gains d'efficacité suffisants ?	Oui	S'assurer que les gains d'efficacité sont supérieurs à ceux qu'apportent d'autres solutions, en tenant compte de tous les coûts engendrés par l'investissement en ressources humaines et financières dans la chaîne de blocs
	Non	Si la chaîne de blocs n'est pas la solution la plus efficace, d'autres objectifs stratégiques ou opérationnels doivent l'emporter sur l'efficacité
Durabilité		
L'entité a-t-elle la capacité de participer ou au moins d'observer activement un processus de gouvernance décentralisée du système ?	Oui	La chaîne de blocs pourrait être une solution réaliste
	Non	La répartition des rôles et des responsabilités (nœuds, participants, observateurs) dans les différentes formes de consortiums et le partage de la charge doivent être soigneusement étudiés
L'entité a-t-elle la capacité de comprendre et de suivre les principaux aspects techniques d'une chaîne de blocs ?	Oui	La chaîne de blocs pourrait être une solution réaliste
	Non	Veiller à disposer d'une capacité technique interne minimale Envisager d'utiliser les ressources du système des Nations Unies (ou les ressources interinstitutions) Essayer de réduire le problème de la dépendance vis-à-vis d'un seul prestataire et assurer la continuité des activités
Extensibilité^a		
Est-il nécessaire de traiter un nombre élevé de transactions (par exemple plus de 1 000 transactions par seconde) ?	Oui	La chaîne de blocs peut encore être une solution, car la technologie évolue, mais les processus de validation dont on dispose doivent être examinés de manière comparative
	Non	La chaîne de blocs pourrait fonctionner
Le coût cumulatif de l'infrastructure technique (par exemple, le coût lié au fait de mettre des téléphones mobiles à disposition de centaines de milliers d'utilisateurs) serait-il prohibitif pour envisager de multiplier le nombre d'utilisateurs ?		Les réponses dépendront de la spécificité et des objectifs de chaque projet, mais l'extensibilité, en termes techniques et d'infrastructure, doit être prise en compte dans la conception d'une solution fondée sur la chaîne de blocs

Questions sur d'autres critères dans un contexte de chaîne de blocs	Conclusions	
La multiplication du nombre de transactions, d'utilisateurs et de nœuds aurait-elle un coût cumulatif prohibitif ?		
Confidentialité		
Les données personnelles identifiables doivent-elles être stockées dans la chaîne de blocs ?	Oui	La chaîne de blocs publique n'est pas une option, sauf si les données d'identification personnelle sont stockées hors chaîne Alternativement, une chaîne de blocs privée avec permission pourrait fonctionner
	Non	Dans toutes les utilisations de la chaîne de blocs, les données sensibles doivent être traitées conformément aux règles et règlements des Nations Unies

^a Dans le tableau 2, l'extensibilité est considérée sous un angle technique. L'extensibilité en termes de coûts doit être évaluée dans le cadre de l'efficacité.

219. En ce qui concerne l'efficacité, l'Inspecteur note qu'au stade actuel de son développement, la technologie de la chaîne de blocs peut être inefficace, car de nombreuses copies des transactions sont envoyées plusieurs fois sur le réseau Internet à de nombreux nœuds. Il s'agit toutefois d'un compromis qui a été accepté par les concepteurs du bitcoin original et d'autres chaînes de blocs. Ces concepteurs partageaient pratiquement du principe que le coût lié à l'envoi de données sur Internet était proche de zéro une fois que l'on y avait accédé et que la redondance du trafic réseau était un faible prix à payer pour assurer la sécurité et la confiance. Il convient donc d'accorder une attention particulière au facteur efficacité, au sens technique comme au sens large.

220. L'Inspecteur note que les performances techniques restent un problème pour certaines chaînes de blocs *publiques* de première génération, mais que, ces derniers temps, certaines grandes chaînes ont considérablement amélioré leurs performances et sont capables d'atteindre plusieurs milliers de transactions par seconde et un temps de transaction (confirmation) inférieur à cinq secondes⁴². Sur les chaînes de blocs *privées* configurées avec un algorithme de consensus efficace, les transactions par seconde et le temps de transaction sont aujourd'hui beaucoup plus rapides, et pourraient être tout à fait satisfaisants dans tous les cas d'utilisation réalistes envisagés dans le système des Nations Unies.

D. Optimiser le choix

221. Une fois que la décision sur l'utilisation d'une solution fondée sur la chaîne de blocs prend forme, la troisième couche d'analyse doit donner une vision claire du type de chaîne de blocs qui correspond le mieux à l'objectif envisagé. Il n'existe pas de solution unique pour guider le choix final et le présent examen n'entend pas verser dans la microgestion. En effet, au-delà des normes existantes sur les cas d'utilisation, il existe diverses solutions qui dépendent de besoins et circonstances particuliers. Toutefois, l'Inspecteur recommande d'examiner les propriétés fondamentales des chaînes de blocs privées/avec permission et publiques/sans permission en corrélation avec les incidences possibles pour les cas d'utilisation (voir le tableau 3).

⁴² Voir AlephZero.org, « What is the fastest blockchain and why? Analysis of 43 blockchains », 4 janvier 2021.

Tableau 3

Analyse finale du choix de la chaîne de blocs la mieux adaptée (troisième couche)

Choix adapté	Propriétés	À utiliser lorsque
Publique 	Une infrastructure prête à l'emploi Aucun investissement initial n'est nécessaire pour établir une couche de réseau de chaînes de blocs/d'infrastructure de chaîne de blocs Aucune maintenance n'est nécessaire Elle peut être très sûre, plus sûre qu'une chaîne de blocs privée	On dispose d'un budget limité pour développer sa propre infrastructure de chaîne de blocs Il est nécessaire de limiter le temps de développement On privilégie une application de haut niveau, et non l'infrastructure
	Aucun contrôle sur les fonctionnalités de base Des applications privées peuvent être développées sur une chaîne de blocs publique	L'entité n'a pas la capacité ou le souhait de gérer ses propres nœuds et son propre réseau Il n'est pas nécessaire de stocker des données personnelles identifiables dans la chaîne de blocs (ou elles peuvent être stockées hors chaîne et liées en toute sécurité aux données de la chaîne de blocs)
	Il existe un coût de transaction (financier) Les chaînes de blocs publiques sont des systèmes évolutifs dans le temps Les fractionnements (fourchettes ^a) sont possibles	Les avantages des applications de la chaîne de blocs l'emportent sur les coûts de transaction cumulés Tous les risques sont soigneusement analysés et peuvent être gérés Il existe une stratégie de sortie abordable (y compris, le cas échéant, une fourchette)
Avec permission 	Un consortium/partenariat construit et gère un réseau privé de nœuds Un investissement initial est nécessaire pour établir un réseau de chaînes de blocs La maintenance doit être assurée Elle est généralement moins sûre qu'une chaîne de blocs publique	On dispose d'un budget pour le développement d'un réseau et sa maintenance Le temps nécessaire au développement initial n'est pas critique pour le projet
	Le consortium/les partenaires contrôlent la fonctionnalité par le biais d'un mécanisme de gouvernance convenu La couche d'infrastructure peut être personnalisée si nécessaire	L'entité doit contrôler la fonctionnalité et personnaliser la couche de base
	Il n'existe pratiquement aucun coût de transaction	Il est nécessaire d'enregistrer de nombreuses transactions et de maintenir un coût faible ou nul Les économies réalisées sur les coûts de transaction cumulés au fil du temps compensent l'investissement dans le développement et la maintenance du réseau
Avec permission et visualisation publique 	Identique à la chaîne de blocs avec permission, mais le public peut voir certains enregistrements de la chaîne de blocs	L'entité doit contrôler la permission d'écrire des transactions dans la chaîne de blocs, tout en permettant au public de consulter les enregistrements et d'assurer la transparence du processus ^b

^a Une fourchette correspond à la création d'au moins deux versions différentes de registres distribués.

^b Par exemple, les registres fonciers pourraient être enregistrés uniquement par les notaires autorisés, mais le grand public serait autorisé à consulter tous les registres.

222. La mise en œuvre de la recommandation suivante permettra de renforcer l'efficacité et l'efficacé.

Recommandation 4

Les chefs de secrétariat des entités des Nations Unies devraient veiller à ce que toute décision relative à l'utilisation de la chaîne de blocs soit fondée sur une analyse appropriée des avantages et inconvénients et sur la détermination de la solution la mieux adaptée, à l'aide d'une matrice de décision (telle que celle décrite dans le présent rapport, compte tenu des améliorations ou adaptations pouvant y être apportées).

Ajustements de la conception du projet et questions de gouvernance à prendre en compte (quatrième couche)

223. Une fois que les principales décisions ont été prises quant à l'utilisation de la chaîne de blocs et au choix entre les formules avec ou sans permission ou les solutions hybrides, un certain nombre de considérations supplémentaires doivent être passées au crible lors de la conception des projets, qui constituent des préalables ou des moyens de parvenir à un résultat optimal.

224. Tous les participants, y compris les utilisateurs finaux, doivent disposer d'un accès fiable à Internet et pouvoir gérer leurs informations d'identification de manière sécurisée (clefs privées ou leur équivalent). Sans une telle assurance, une solution fondée sur la chaîne de blocs exigerait de mettre en place un dispositif biométrique de contrôle de l'identité ou d'avoir au niveau local une solution/un partenaire/un intermédiaire de confiance et fiable, et d'autres dispositions.

225. La caractéristique fondamentale de la chaîne de blocs dans sa conception originale est d'automatiser la prise de décisions et la gouvernance (« sans confiance »)⁴³. Par conception, l'utilisation de la chaîne de blocs élimine les litiges, car les processus de consensus les excluent, de sorte qu'aucun arbitre ou autre mécanisme de règlement des différends n'est nécessaire. Cependant, dans la pratique des Nations Unies, un mécanisme d'arbitrage hors chaîne peut être nécessaire, même si cela contredit le concept de chaîne de blocs en soi. D'après l'expérience du projet Building Blocks, il peut falloir faire des compromis. Les processus de validation doivent être soigneusement conçus en relation avec les autres dispositifs de gouvernance.

226. Comme la nature pair-à-pair de la chaîne de blocs instaure une confiance sans institutions, la technologie offre la possibilité de transformer la concurrence en partenariat, en particulier lorsque la chaîne de blocs est utilisée à des fins d'obtenir un impact social. Selon les mots d'un expert, interrogé par l'équipe responsable du rapport :

« au lieu d'évaluer la concurrence, la priorité est de recenser les partenaires clefs, de définir des alliances, de tirer parti des systèmes et plateformes existants [...], car le succès de nombreux projets de déploiement de la technologie de la chaîne de blocs dépend notamment de la capacité à transformer les concurrents en partenaires, ce qui permettra à la communauté de se développer et de créer des écosystèmes durables pour l'ensemble du marché.⁴⁴ ».

227. À mesure que les technologies de la chaîne de blocs évoluent, il semble que leurs avantages fondamentaux ne puissent être obtenus qu'en collaborant avec d'autres parties dans les écosystèmes existants ou en forgeant de nouveaux partenariats. Selon un expert consulté par le CCI,

⁴³ « Sans confiance » dans une chaîne de blocs signifie qu'aucune confiance n'est requise entre les participants à la transaction, car les entrées dans le registre sont permanentes et visibles, la technologie et les protocoles de cryptage remplaçant efficacement les intermédiaires ou arbitres tiers.

⁴⁴ Paul Wang, responsable de la gouvernance d'entreprise chez Geneva Macro Labs, déclaration faite dans le cadre d'un projet de déploiement de la technologie de la chaîne de blocs de la Fondation de développement Stellar et de Terre des Hommes.

« La chaîne de blocs peut être utilisée comme un “notaire numérique”, car elle instaure la confiance dans les transactions réalisées entre les entreprises, les gouvernements et les organisations non gouvernementales, protégeant ainsi les parties prenantes contre la fraude et la mauvaise gestion.⁴⁵ ».

228. Si dans le secteur privé, le principal enjeu de la gouvernance de la chaîne de blocs est de faire coopérer les concurrents, dans le système des Nations Unies, la propension à coopérer est un postulat de base. Dans un scénario idéal, les entités des Nations Unies devraient participer à des réseaux de nœuds, en utilisant la chaîne de blocs en collaboration, afin de favoriser la réalisation des objectifs de développement durable.

229. Les consortiums de chaînes de blocs sont, par définition, possibles et souhaitables dans le système des Nations Unies. Selon une étude récente, il existe trois grandes options de gouvernance émergentes dans la chaîne de blocs⁴⁶. Deux d'entre elles sont proches des spécificités des Nations Unies :

a) Un groupe de travail : les parties sont égales en termes de pouvoir et de contribution égaux ; les décisions sont prises par consensus et les membres fournissent des ressources pour atteindre un objectif commun. Le groupe ne constitue pas une entité juridique, chaque participant possède et exploite son propre nœud. Le projet Building Blocks est proche de ce type ;

b) Un hybride : un opérateur d'infrastructure partagée joue le rôle de principal facilitateur d'une opération conjointe. Le CIC/la Caisse commune des pensions du personnel des Nations Unies et l'ambitieux système commun de carte d'identité numérique des Nations Unies entreraient dans cette catégorie.

230. Comme l'ont noté certaines entités participantes, tous les participants à une chaîne de blocs, qu'ils poursuivent individuellement un objectif commun sur un pied d'égalité ou qu'ils acceptent un facilitateur dans une opération commune, doivent être motivés et incités. La motivation et l'incitation doivent découler d'une analyse des avantages et inconvénients qui a démontré de façon convaincante que l'adoption de la technologie de la chaîne de blocs était judicieuse pour la situation donnée et, entre autres, qu'elle permettrait d'économiser des ressources et de gagner en efficacité.

Compatibilité avec les objectifs de développement durable : un critère essentiel

231. Il va sans dire que la compatibilité avec les objectifs de développement durable est autrement plus importante que tous les critères techniques permettant d'évaluer l'applicabilité des solutions fondées sur la chaîne de blocs. Par exemple, les protocoles de validation qui exigeraient une consommation d'énergie élevée (comme le consensus de preuve de travail) et d'autres conséquences négatives pour l'environnement, ne sont pas des options légitimes.

232. L'anonymat des participants, qui peut être un avantage dans certaines applications de la chaîne de blocs, peut être fortement incompatible avec les pratiques des Nations Unies. De l'avis général, l'anonymat et l'absence de responsabilité peuvent être considérés comme des facteurs limitants majeurs dans l'utilisation de la chaîne de blocs. Les participants aux projets des Nations Unies doivent être connus, dignes de confiance et contrôlés. Par ailleurs, lorsque cela est inévitable, le degré d'anonymat et de responsabilité doit être défini dans toute la mesure du possible.

233. Les mécanismes d'automatisation de la chaîne de blocs favorisent une délégation de pouvoir qui peut permettre de gagner du temps et d'économiser des ressources. Toutefois, les valeurs inscrites dans le Programme 2030, notamment les considérations relatives à l'éthique et aux droits de l'homme, ne peuvent être compromises. Au contraire, le premier objectif de toute utilisation de la chaîne de blocs devrait être de contribuer à la réalisation du Programme 2030 en respectant pleinement les valeurs qu'il véhicule.

⁴⁵ Vlad Trifa, PDG et fondateur de Zimt, start-up spécialisée dans la traçabilité numérique, www.zimt.co.

⁴⁶ Voir Deloitte, « C-suite briefing, 5 blockchain trends for 2020 » (mars 2020), p. 9.

VI. Les pistes à suivre

A. Une réglementation stricte de la chaîne de blocs est peut-être prématurée, mais des politiques et des normes minimales sont nécessaires

234. Les points de vue des entités participantes du CCI quant à la nécessité d'une réglementation régissant l'utilisation de la chaîne de blocs sont assez divers. Il n'existe pas de consensus sur les questions à réglementer et la portée de la réglementation. Toutefois, les raisons profondes de cette diversité traduisent la réalité des chaînes de blocs, d'une part, et les défis liés à l'environnement dynamique des technologies numériques en général, d'autre part.

235. Les entités soulignent les problèmes juridiques suivants, qui concernent les caractéristiques techniques propres à la chaîne de blocs :

- a) La nature décentralisée des technologies de registre distribué ;
- b) Le paradigme informatique « sans confiance » sur lequel repose la chaîne de blocs ;
- c) La relation contradictoire entre la transparence et la vie privée ;
- d) L'absence d'autorité centrale (pour une chaîne de blocs publique), et son corollaire, à savoir l'absence de responsabilité ultime vis-à-vis des données ;
- e) Le risque d'actions irréversibles, comme la perte des permissions liées à une clef privée ;
- f) La diversité des mécanismes de consensus ou de validation ;
- g) La difficulté de déterminer la responsabilité des contrats intelligents défailants et la responsabilité juridique en général ;
- h) Le risque d'héberger des activités illégales lorsque les utilisateurs sont anonymes ;
- i) La protection de la vie privée et de l'identité.

236. La deuxième catégorie regroupe des problèmes que l'on rencontre également dans d'autres domaines actuels de la transformation numérique (informatique en nuage, communication sur les médias sociaux, intelligence artificielle, etc.). Notamment :

- a) Le décalage entre le rythme des évolutions technologiques et réglementaires, les technologies numériques ayant tendance à se développer plus rapidement que les réglementations ou les structures sociales qui les régissent ;
- b) La difficulté d'établir des règles compte tenu du brouillage continu des frontières entre marchés et secteurs, utilisateurs et producteurs, vendeurs et distributeurs ;
- c) La difficulté de répartir et d'attribuer la responsabilité des dommages ou des préjudices causés par l'utilisation de la technologie ;
- d) La difficulté de faire respecter les droits de propriété intellectuelle et la confidentialité des données ;
- e) Les défis transversaux soulevés par la numérisation lorsque les technologies peuvent relever de plusieurs régimes réglementaires ;
- f) L'intensité des flux et des transactions transfrontières ;
- g) Les différentes perceptions de la protection contre les cybermenaces ou de la résilience face à ces dangers ;
- h) La nécessité de respecter les privilèges et immunités des Nations Unies et des institutions spécialisées.

237. Pour toutes ces raisons, la plupart des personnes interrogées ont déclaré qu'il était trop tôt pour imposer un cadre juridique strict à une technologie qui évolue de façon dynamique. Cependant, un consensus émerge sur le fait que des règles et réglementations souples sont nécessaires, au moins dans le système des Nations Unies. Elles ne doivent pas entraver l'innovation, mais fournir des garanties de base et des normes communes, qui peuvent ensuite être progressivement affinées et mises à jour. Les propositions et les avis formulés par les entités participantes donnent une liste cohérente de postulats et de mesures de base.

238. L'un de ces postulats est qu'il semble préférable de procéder au cas par cas pour l'utilisation éventuelle de la chaîne de blocs, en déterminant de manière rigoureuse si l'adoption de cette technologie est justifiée. Des outils analytiques sont nécessaires pour limiter l'effet d'engouement touchant l'investissement technologique, qui peut entraîner des difficultés opérationnelles (FNUAP). La nécessité de définir des règles dépend des applications de la chaîne de blocs et doit être examinée au cas par cas (UNICEF). L'approche réglementaire peut également varier entre une chaîne de blocs publique et une chaîne de blocs privée ou dans une chaîne de blocs avec ou sans permissions (ONU-Femmes et UNICEF). Les cybermonnaies, l'identité et la chaîne d'approvisionnement pourraient exiger des réglementations différentes, malgré les points communs (PAM).

239. Ayant examiné les différences et les spécificités des divers cas d'utilisation de la chaîne de blocs, il existe des caractéristiques génériques et des points communs à toutes les applications de la chaîne de blocs. Notamment, il pourrait falloir définir des règles, des politiques et des normes dans les domaines suivants, ce qui favoriserait également l'interopérabilité, l'établissement de normes communes et la coopération interinstitutions :

- La normalisation de l'architecture de chaîne de blocs qui permettrait et stimulerait la collaboration et la mise en commun des compétences (Bureau de l'informatique et des communications) ;
- Les politiques d'évaluation des risques liés aux partenaires (réputation, capacités techniques, résilience), sécuritaires et opérationnels (y compris l'effet de verrouillage) (FNUAP et ONUDI) ;
- L'appui existant à la collecte de données (qualité, fréquence) et l'adoption d'une démarche éthique concernant les mégadonnées (FAO) ;
- La définition de procédures rigoureuses d'audit et de publication des codes (UNICEF) ;
- L'interopérabilité entre les différentes applications de la technologie de registre distribué (FAO) ;
- L'utilisation et l'amélioration de la clarté de la terminologie liée à la chaîne de blocs (ONUDI).

240. Le Secrétariat de l'ONU a signalé que, si la chaîne de blocs était utilisée, les entités devraient examiner attentivement comment cette nouvelle technologie fonctionnerait dans le cadre juridique actuel, y compris les règles financières et administratives. Elles doivent tenir compte du statut, des privilèges et des immunités dont jouissent l'Organisation des Nations Unies et les institutions spécialisées. Lorsqu'elles envisagent le déploiement de solutions fondées sur une chaîne de blocs, elles doivent mettre en place les garanties voulues afin d'assurer la protection des données personnelles et institutionnelles.

241. L'Inspecteur souligne qu'il est essentiel de concilier la nécessité de disposer de règles et normes minimales qu'il convient d'affiner avec soin, et l'importance de ne pas inhiber les applications innovantes de la chaîne de blocs. Concernant ce dilemme, il souscrit à l'observation formulée par l'ONUDI :

« D'une part, l'absence de réglementation limite la capacité des gouvernements à lutter contre la fraude, le contournement de la législation locale, le financement d'activités illicites, les escroqueries et les combines à la Ponzi. D'autre part, elle freine l'adoption des technologies et l'innovation, touchant particulièrement les entrepreneurs et les start-ups qui doivent souvent faire face à une incertitude juridique. ».

B. Normes et cadre juridique : travaux en cours

242. L'Inspecteur note que, parmi les risques associés à l'utilisation des chaînes de blocs par les entités participantes, deux revêtent une importance particulière pour l'ensemble du système, et font l'objet du présent rapport : l'interopérabilité et la normalisation.

243. L'interopérabilité est un facteur fondamental qui favorise la collaboration. Ce terme désigne la capacité d'au moins deux systèmes ou applications à échanger des informations et à utiliser mutuellement les informations qui ont été échangées⁴⁷. La nature distribuée de la chaîne de blocs ajoute à la complexité de ce facteur. Pour les plateformes de chaînes de blocs, il découle de l'interopérabilité que « les transactions faisant intervenir des parties ou des avoirs issus de plateformes de chaînes de blocs différentes peuvent être exécutées comme si elles appartenaient à la même plateforme.⁴⁸ ».

244. En outre, les entités des Nations Unies ne devraient pas limiter leurs options de coopération externe à une seule plateforme de chaînes de blocs, mais prévoir des solutions évolutives qui peuvent se développer à la fois à l'échelle du système des Nations Unies et vers les partenaires extérieurs.

245. Selon la même source, un cadre d'interopérabilité complet doit être examiné à trois niveaux : a) le modèle de fonctionnement, qui inclut le modèle de gouvernance, la normalisation des données et le cadre juridique ; b) la plateforme, qui englobe le mécanisme de consensus, les contrats intelligents, l'authentification et l'autorisation ; et c) l'infrastructure.

246. Dans ce contexte, quelques conclusions sur les normes et le cadre juridique s'imposent, car elles sont cruciales du point de vue des Nations Unies. Les dilemmes liés au modèle de fonctionnement sont examinés ci-dessus, dans la section V.

Les normes sont en cours d'élaboration – il est nécessaire de mieux les connaître et de participer à leur définition

247. Par rapport à la perception générale qui se dégage des réponses au questionnaire du CCI, l'Inspecteur note qu'en fait, certaines normes ont déjà été produites et qu'il existe de nombreuses initiatives visant à élaborer des normes au niveau industriel, gouvernemental ou intergouvernemental. Parmi beaucoup d'autres, la British Standards Institution travaille à l'élaboration de normes sur la chaîne de blocs dans les chaînes d'approvisionnement, tandis que le National Institute for Standards and Technology des États-Unis d'Amérique se penche sur des systèmes de gestion de l'identité basés sur la chaîne de blocs. Le partenariat européen pour la chaîne de blocs vise à établir une infrastructure européenne de services de chaînes de blocs pour appuyer la fourniture de services publics numériques transfrontières.

248. Il semble que les problèmes puissent s'expliquer par l'élaboration anarchique de nouvelles normes nationales ou internationales, et non par l'absence de normes. Par conséquent, l'Inspecteur estime que, concernant les normes relatives à la gouvernance, il convient d'être particulièrement attentif aux travaux de l'Organisation internationale de normalisation (ISO).

249. Au moment de l'examen, l'ISO travaillait à l'élaboration de plusieurs normes applicables à des sujets relevant de l'ISO/TC 307 – Technologies des chaînes de blocs et technologies de registre distribué. Quatre de ces normes ont déjà été publiées et sont disponibles : Overview of and interactions between smart contracts in blockchain and distributed ledger technology systems (2019)⁴⁹ ; Privacy and personally identifiable information protection considerations (2020)⁵⁰ ; Vocabulary (2020)⁵¹ ; Security management of digital asset custodians (2020)⁵².

⁴⁷ Voir www.iso.org/standard/73771.html pour la terminologie fondamentale des technologies de la chaîne de blocs et de registre distribué.

⁴⁸ Forum économique mondial, « Inclusive deployment of blockchain for supply chains », Livre blanc, (mars 2019).

⁴⁹ <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:tr:23455:ed-1:v1:en>.

⁵⁰ <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:tr:23244:ed-1:v1:en>.

⁵¹ <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:tr:22739:ed-1:v1:en>.

⁵² <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:tr:23576:ed-1:v1:en>.

250. D'autres normes sont en cours d'élaboration, dont : lignes directrices pour la gouvernance ; cas d'utilisation ; contrats intelligents juridiquement contraignants ; taxonomie et ontologie ; aperçu des systèmes de registre distribué existants pour la gestion de l'identité ; aperçu des bonnes pratiques et des problèmes de sécurité des contrats intelligents ; modèle de flux de données pour les cas d'utilisation de la chaîne de blocs et de la technologie de registre distribué ; les identifiants des sujets et des objets pour la conception des systèmes de chaîne de blocs⁵³. L'encadré 6 illustre un exemple de défis juridiques et pratiques liés aux contrats intelligents, en droit interne.

Encadré 6

Contrats intelligents ou contrats classiques : défis juridiques et pratiques

Questions juridiques

- Exécution forcée : les contrats intelligents étant auto-exécutoires, l'exécution forcée n'est pas nécessaire. La nature des contrats intelligents remet en question les mécanismes d'exécution forcée et présente des difficultés quant à savoir si un tribunal est compétent et ce sur quoi il peut exercer cette compétence. Néanmoins, si un contrat intelligent viole les lois applicables au détriment de l'une des parties, des recours juridiques peuvent être portés devant les tribunaux compétents.
- Erreurs de codage : il s'agit de savoir si le tribunal est compétent et comment il peut interpréter l'intention et la position des parties par rapport au code.
- La nature décentralisée et anonyme de la technologie de la chaîne de blocs : si un tribunal établit l'existence de dommages qui doivent donner lieu à compensation, il ne pourra peut-être pas faire respecter sa décision, en raison de l'anonymat d'une partie.

Considérations pratiques

- L'exactitude du code : le code doit traduire la volonté des parties. Les parties à un contrat peuvent vouloir une confirmation de cette hypothèse.
- L'interprétation d'un contrat intelligent : comme il s'agit essentiellement de l'interprétation du langage de programmation, il est important de définir dans quelle mesure le code du contrat intelligent peut être utilisé pour l'interprétation.
- La nature immuable de la technologie de la chaîne de blocs : les contrats classiques sont souvent modifiés et, dans le cas des conditions générales, les parties peuvent se retirer d'un contrat. Les contrats intelligents doivent être suffisamment souples pour pouvoir être modifiés.

Source : Thomas Naegele, Liechtenstein: Blockchain Comparative Guide (15 mai 2020).

251. **L'Inspecteur recommande d'examiner les normes ISO existantes dans le cadre de la préparation et de la planification des applications de la chaîne de blocs. Il recommande également la participation de représentants du système des Nations Unies, lorsque cela est possible et approprié, aux groupes de travail de l'ISO qui élaborent les normes pertinentes.** Les participants à ces travaux doivent informer toutes les entités intéressées de l'état d'avancement des normes et de leurs mises à jour. Les entités des Nations Unies pourront ainsi atténuer les risques, prévenir les problèmes et anticiper les solutions. Elles pourront apporter au processus la perspective des Nations Unies et les spécificités propres au système. Cette démarche permettra de limiter les doubles emplois, d'économiser les ressources humaines et financières, d'améliorer la cohérence du système des Nations Unies et de favoriser la coopération interinstitutions.

252. Le Secteur de la normalisation des télécommunications de l'UIT joue un rôle particulier dans l'élaboration des normes. Entre mai 2017 et juillet 2019, le groupe de réflexion UIT-T sur l'application des technologies de registre distribué a produit cinq

⁵³ Source : Organisation internationale de normalisation.

rapports techniques (aperçu, concepts, écosystème ; paysage de la normalisation ; cas d'utilisation ; cadre réglementaire ; et perspectives de la technologie de registre distribué) et trois spécifications techniques (termes et définitions ; architecture de référence ; et critères d'évaluation des plateformes)⁵⁴.

253. L'Inspecteur note que les normes de l'UIT jouissent de la légitimité d'avoir été définies par une organisation intergouvernementale dans laquelle les États membres sont représentés à la fois par des autorités nationales chargées de la réglementation des télécommunications et des experts du secteur privé. En outre, les normes ISO ont été prises en compte lors de leur élaboration, et l'UIT participe aux groupes de travail de cette organisation.

254. Cependant, d'après les réponses des entités participantes, les normes de l'UIT sont mal connues. Les entités cherchent souvent des ressources ailleurs, et non dans le système des Nations Unies.

255. L'Inspecteur recommande à toutes les entités des Nations Unies de commencer leur évaluation de l'utilisation potentielle des applications de la chaîne de blocs en examinant les rapports techniques pertinents de l'UIT. Il recommande que l'UIT informe régulièrement toutes les entités des Nations Unies, par le biais des mécanismes du Conseil des chefs de secrétariat des organismes des Nations Unies pour la coordination (CCS), des normes qui s'appliquent aux technologies numériques, et aux technologies de registre distribué, dont la chaîne de blocs.

256. Dans les réponses au questionnaire du CCI comme dans les entretiens menés dans le cadre de l'examen, la nécessité de l'interopérabilité était manifestement une condition préalable essentielle à la facilitation de la coopération interinstitutions. Les efforts déployés à l'échelle du système des Nations Unies pour définir les normes et assurer l'interopérabilité doivent s'accompagner d'une bonne connaissance de la dynamique des plateformes de chaînes de blocs développées par l'industrie. Il pourrait également être judicieux que les réseaux juridiques collaborent à ces efforts, afin de traiter les questions juridiques liées à la chaîne de blocs.

257. La mise en œuvre de la recommandation suivante permettra de diffuser les bonnes pratiques, d'éliminer les doublons et d'économiser les ressources.

Recommandation 5

Le Secrétaire général, agissant en consultation avec les chefs de secrétariat des entités des Nations Unies et avec l'appui de l'Union internationale des télécommunications, devrait confier, d'ici à la fin de 2021, à un(e) représentant(e) de l'ONU chargé(e) des technologies numériques et des questions connexes la tâche de suivre l'élaboration des normes d'interopérabilité des chaînes de blocs et des projets *open source* axés sur l'interopérabilité des chaînes de blocs, dans le cadre d'un examen global des incidences de la technologie sur les politiques, et de travailler avec toutes les entités en conséquence.

Les travaux sur les questions juridiques ont déjà commencé dans le système des Nations Unies

258. Comme dans le cas des normes, l'Inspecteur a constaté que de nombreuses entités des Nations Unies méconnaissent les travaux de la Commission des Nations Unies pour le droit commercial international (CNUDCI) sur les aspects juridiques s'appliquant à la chaîne de blocs et à d'autres technologies de registre distribué⁵⁵. Certaines entités participantes du CCI ayant suggéré que les Nations Unies prennent des mesures pour « l'établissement d'un cadre

⁵⁴ Voir www.itu.int/en/ITU-T/focusgroups/dlt/Pages/default.aspx.

⁵⁵ La CNUDCI est l'un des deux organes subsidiaires de l'Assemblée générale des Nations Unies dotés d'un mandat législatif. Elle réunit 60 États membres et ses sessions sont ouvertes aux entités des Nations Unies (<https://uncitral.un.org/>).

réglementaire internationale » ou organisent des « *négociations sur les contrats intelligents* », il devient impératif de renvoyer aux travaux de la CNUDCI dans le présent rapport.

259. L'Inspecteur note que l'Assemblée générale des Nations Unies a récemment approuvé les initiatives de la CNUDCI⁵⁶,

« principal organe juridique du système des Nations Unies dans le domaine du droit commercial international, pour mieux coordonner les activités juridiques des organisations internationales et régionales qui s'occupent de droit commercial international, y compris de questions juridiques relatives à l'économie numérique ».

260. On trouve déjà une analyse juridique pertinente pour la chaîne de blocs et les applications connexes, basée sur des travaux exploratoires, dans un rapport datant de 2020 publié par le secrétariat de la CNUDCI⁵⁷. Ce rapport confirme les enjeux juridiques que certaines entités des Nations Unies ont mis en avant, y apporte des réponses préliminaires et converge avec les attentes concernant le rôle du droit :

a) La loi peut créer la certitude dans l'économie numérique et la prévisibilité dans les transactions commerciales, favorisant une réduction des risques et des coûts ;

b) La loi peut encourager l'utilisation et le développement des outils de l'économie numérique, tels que les données, les avoirs numériques, les systèmes d'intelligence artificielle, les contrats intelligents et les technologies de registre distribué, et ne doit pas être utilisée pour y faire obstacle⁵⁸ ;

c) Les efforts internationaux visant à apporter une réponse harmonisée aux questions juridiques pourraient éviter la mise en place de mesures juridiques nationales fragmentées et contribuer à réduire la fracture numérique.

Encadré 7

Exemples de législation adoptée pour traiter spécifiquement de la chaîne de blocs

Essentiellement de nature réglementaire, la plupart de ces textes portent sur les cybermonnaies.

En outre, certaines législations ne concernent pas expressément la chaîne de blocs, mais s'inspirent de solutions fondées sur la chaîne de blocs, comme c'est le cas pour la loi du Liechtenstein :

Bélarus – Le décret n° 8 du président de la République du Bélarus du 21 décembre 2017 sur le développement de l'économie numérique établit un régime visant à soutenir l'utilisation de solutions fondées sur la chaîne de blocs à l'échelle du parc de haute technologie de Minsk ;

Italie – Le décret-loi n° 135/2018, promulgué avec modifications par la loi n° 12 du 11 février 2019, donne le même effet juridique aux documents enregistrés à l'aide de la chaîne de blocs qu'un horodatage électronique ;

⁵⁶ Nations Unies, Assemblée générale, résolution 74/182, Rapport de la Commission des Nations Unies pour le droit commercial international sur les travaux de sa cinquante-deuxième session, par. 9 (A/RES/74/182).

⁵⁷ Nations Unies, Assemblée générale, Rapport de la Commission des Nations Unies pour le droit commercial international, Questions juridiques liées à l'économie numérique, Note du Secrétariat (A/CN.9/1012), 8 mai 2020.

⁵⁸ Dans le contexte de la CNUDCI, les technologies de registre distribué sont définies comme des technologies et des méthodes (y compris la chaîne de blocs) qui prennent en charge un enregistrement de données (c'est-à-dire un « registre ») conservé sur plusieurs ordinateurs en réseau (ou « nœuds »). Ces technologies et méthodes comprennent des techniques cryptographiques et des mécanismes de consensus qui sont conçus pour garantir que les mêmes données sont conservées sur chaque nœud (c'est-à-dire qu'elles sont partagées, répliquées et synchronisées) et que les données conservées sur chaque nœud restent complètes et inaltérées (c'est-à-dire immuables). La maintenance des registres distribués est assurée par des logiciels exécutés sur les différents nœuds.

Liechtenstein – La loi du 3 octobre 2019 sur les jetons et les prestataires de services de haute technologie dignes de confiance établit un cadre juridique pour les transactions en jetons numériques ;

Malte – La loi de 2018 sur les dispositifs et services liés aux technologies innovantes établit un régime de certification des logiciels et de l'architecture de la chaîne de blocs ;

États-Unis – Plusieurs États ont adopté des lois en vue de permettre l'utilisation de la chaîne de blocs. Notamment, la loi sur les transactions électroniques de l'Arizona (qui stipule que « les données du registre sont protégées par cryptographie, sont immuables et vérifiables et fournissent une vérité non censurée ») et la loi sur les chaînes de blocs (« Blockchain Act ») du Vermont.

Source : UNCITRAL.

261. Le plan de travail proposé par le secrétariat de la CNUDCI comprend une taxonomie juridique et des travaux préparatoires ayant porté sur les textes législatifs traitant des contrats automatisés (y compris les contrats intelligents)⁵⁹, des droits et obligations des parties aux transactions de données, de la jetonisation des avoirs⁶⁰, des avoirs numériques sous forme de cybermonnaie, des plateformes numériques et du règlement des différends.

262. À l'intention des unités chargées de l'innovation et des autres services intéressés des entités des Nations Unies, l'Inspecteur note que, pour la cinquante-troisième session de la CNUDCI en 2020, le secrétariat a présenté des rapports supplémentaires sur le contexte, la définition, les acteurs, les régimes juridiques et une évaluation préliminaire des textes existants de la CNUDCI concernant l'intelligence artificielle⁶¹, les transactions de données⁶² et les avoirs numériques⁶³, qui constitueront la base de la taxonomie juridique. En sa qualité d'organe de coordination à l'échelle du système des Nations Unies sur les questions juridiques relatives à l'économie et au commerce numériques, y compris l'utilisation de la chaîne de blocs et des applications basées sur cette technologie, la CNUDCI a produit des travaux pertinents non seulement pour les États, mais aussi pour les entités des Nations Unies. Par exemple, le secrétariat de la CNUDCI a indiqué que la taxonomie juridique susmentionnée peut servir de document de référence à toutes les entités qui cherchent à déployer des applications basées sur la chaîne de blocs pour administrer leurs règlements intérieurs et leurs accords contractuels.

263. Ces travaux en cours sont encore à un stade précoce, mais il convient de noter une autre conclusion de la CNUDCI, importante pour le sujet du présent rapport et les préoccupations exprimées par les utilisateurs actuels ou potentiels des applications de la chaîne de blocs⁶⁴ :

« [...] l'administration et le fonctionnement des systèmes de registre distribué ne semblent pas soulever de nouvelles questions juridiques, même si certaines questions, notamment de droit international privé, se font plus présentes en raison de la distribution géographique des nœuds ».

⁵⁹ Conformément à la pratique de la CNUDCI de respecter le principe de neutralité technologique, les travaux sur les contrats intelligents ne se concentrent pas uniquement sur leur développement dans les systèmes reposant sur la technologie de registre distribué, mais à travers le prisme de l'intelligence artificielle et des contrats automatisés. Bien que les contrats intelligents soient communément associés aux registres distribués, ils sont antérieurs à l'avènement de cette technologie et sont déployés dans d'autres environnements électroniques (A/CN.9/1012, par. 17 et 18).

⁶⁰ On trouvera une analyse complète des aspects juridiques de l'« économie des jetons » dans Thomas G. Duenser, *Legalize Blockchain!*, 2020.

⁶¹ A/CN.9/1012/Add.1. Ce document comprend également une analyse des contrats intelligents.

⁶² A/CN.9/1012/Add.2.

⁶³ A/CN.9/1012/Add.3.

⁶⁴ A/CN.9/1012, par. 15.

264. À ce stade, il est utile de noter que la CNUDCI est le seul organe du système des Nations Unies qui entretient une relation institutionnalisée et systématique avec l'Institut international pour l'unification du droit privé (UNIDROIT).

Conclusion

265. La CNUDCI a été chargée par l'Assemblée générale des Nations Unies, en qualité d'organe juridique central du système des Nations Unies, de coordonner les activités juridiques dans le domaine du droit commercial international pour une raison principale :

« éviter les doubles emplois, notamment entre les organisations [...], et [...] favoriser l'efficacité, l'homogénéité et la cohérence du travail de modernisation et d'harmonisation du droit commercial international »⁶⁵.

266. La mise en œuvre de la recommandation suivante permettra de renforcer l'efficacité et l'efficacé, et d'améliorer la coordination et la diffusion des pratiques et des enseignements tirés.

Recommandation 6

Les organes directeurs des entités des Nations Unies devraient encourager les États membres à collaborer avec la Commission des Nations Unies pour le droit commercial international dans ses travaux préliminaires et préparatoires sur les questions juridiques qui ont trait à la chaîne de blocs dans le contexte plus large de l'économie numérique et du commerce numérique, y compris sur le règlement des différends, qui visent à réduire l'insécurité juridique dans ce domaine.

267. En outre, les entités devraient coopérer avec le secrétariat de la CNUDCI en communiquant des informations sur leur expérience, les enseignements tirés de leur utilisation d'applications fondées sur la chaîne de blocs et sur leurs besoins juridiques éventuels.

C. Il est utile et réaliste de développer en interne des compétences techniques sur la chaîne de blocs

268. La préparation, aux niveaux opérationnel et stratégique, à l'utilisation des applications de la chaîne de blocs dépend dans une large mesure de la connaissance et de la compréhension de cette technologie. Dans le système des Nations Unies, elle ne doit pas se fonder exclusivement sur des hypothèses théoriques, qui sont abondamment présentes dans la documentation spécialisée. Les enseignements tirés de la pratique réelle des applications de la chaîne de blocs devraient étayer toutes les décisions prises.

269. Pour des raisons pratiques, le système des Nations Unies peut adopter une position volontariste à l'égard de la chaîne de blocs, plutôt qu'une attitude attentiste, qui conduira à terme à une dépendance vis-à-vis de divers prestataires sur le marché. Une telle dépendance constitue une évolution négative non seulement possible, mais aussi prévisible. D'un point de vue systémique, elle entraînera une fragmentation, de nouveaux cloisonnements, des doubles emplois et un gaspillage des ressources. Pour y remédier, il faut envisager d'utiliser des solutions qui soient transférables d'un prestataire de services à l'autre. La nouveauté de la chaîne de blocs offre au système des Nations Unies une occasion en or d'essayer, à ce stade précoce, de développer ses propres compétences techniques minimales, y compris sur ses propres protocoles de chaîne de blocs.

⁶⁵ Nations Unies, Assemblée générale, résolution 73/197, Rapport de la Commission des Nations Unies pour le droit commercial international sur les travaux de sa cinquante et unième session (A/RES/73/197).

270. Partant de cette hypothèse, les entités participantes ont été invitées à répondre à la question suivante : « *Serait-il utile pour le système des Nations Unies de développer ses propres compétences techniques en matière de codage/programmation/prospection pour les applications de la chaîne de blocs ?* ».

271. La plupart des personnes ayant répondu à cette question l'ont fait par l'affirmative. Les principaux arguments en faveur du développement de compétences techniques propres dans le système sont les suivants :

- La mise à disposition de certains codes de base, sur lesquels les entités des Nations Unies peuvent s'appuyer, peut être un moyen de favoriser une approche unifiée à l'échelle du système ;
- Une ressource commune pourrait éliminer les investissements parallèles et initiaux de nombreuses entités, ce qui profiterait à l'ensemble du système des Nations Unies ;
- En utilisant sa propre plateforme de chaînes de blocs, le système des Nations Unies pourrait tirer parti de la technologie tout en évitant de dépendre exclusivement de prestataires du marché dont la résilience n'est pas encore totalement éprouvée ;
- Il serait utile de développer les connaissances internes pour servir de guide et accroître le pouvoir de négociation des entités des Nations Unies, même s'il a été décidé de faire appel à des prestataires externes ;
- Que les solutions fondées sur la chaîne de blocs soient développées en interne ou par des partenaires commerciaux externes, il est nécessaire de disposer de compétences techniques en interne afin de sécuriser la mise en œuvre ;
- Pour évaluer la valeur de la chaîne de blocs dans le contexte des objectifs de développement durable, ces compétences seront nécessaires pour exécuter toutes les catégories de preuves de concept à court terme et concevoir des prototypes plus matures à plus long terme ;
- Grâce à ces compétences, les Nations Unies demeureront au fait de la façon dont les banques et les institutions financières, qui utilisent de plus en plus cette technologie, traitent les transactions financières ;
- Les Nations Unies pourront s'assurer que les applications de la chaîne de blocs sont conformes aux réglementations internationales, notamment en ce qui concerne les droits de l'homme et les normes de protection de l'environnement.

272. Plusieurs autres entités étaient également favorables à l'idée de développer des compétences techniques sur la chaîne de blocs en interne, en formulant des mises en garde très pertinentes qui méritent d'être notées : a) ces compétences devraient être limitées aux domaines où un grand volume d'utilisation ou une masse critique de projets liés à la chaîne de blocs justifient l'effort ; et b) il faut déterminer de manière rigoureuse si l'adoption de la technologie de la chaîne de blocs est justifiée. En outre, la programmation doit faire l'objet d'une vérification collective, être de la meilleure qualité possible et garantir la sécurité voulue.

273. Une seule entité a répondu négativement à la question, soulignant qu'il existait « une pléthore de partenaires techniques compétents et (souvent) relativement abordables à qui s'adresser pour le codage ». Selon elle, il fallait disposer de « la capacité à traduire la compréhension technique en applications/exigences opérationnelles et vice versa » et de la capacité à assurer la maintenance des solutions adoptées.

274. La meilleure utilisation des ressources existantes repose sur une condition primordiale : le renforcement des capacités et la réduction de la dépendance vis-à-vis du marché par le recours à des solutions *open source*. La mise en œuvre de la recommandation suivante peut améliorer l'efficacité et favoriser une économie de ressources financières. Elle participerait d'une courbe d'apprentissage en vue de l'adoption de la chaîne de blocs à l'échelle du système des Nations Unies, tout en améliorant l'efficacité et en favorisant une réduction des coûts grâce à la limitation des doubles emplois.

Recommandation 7

Les chefs de secrétariat des entités des Nations Unies qui ont élaboré des applications de la chaîne de blocs devraient suivre, chaque fois que c'est possible – conformément à l'appel à la création de biens publics numériques que le Secrétaire général a lancé dans sa feuille de route pour la coopération numérique – les principes *open source* lorsqu'ils développent des logiciels, et mettre le code source à la disposition des autres entités des Nations Unies.

275. Le CCI a constaté que l'idée de créer en interne des compétences techniques minimales sur la chaîne de blocs suscitait l'adhésion générale dans les entités. Par ailleurs, une autre option réaliste serait d'engager cette démarche dans une entité qui pourrait jouer un rôle central à l'échelle du système. Le CIC a déclaré disposer de ces capacités. Il développe déjà des solutions fondées sur la chaîne de blocs.

276. L'Inspecteur admet que la meilleure option pour les entités est souvent de faire appel à des ressources externes. Même dans ce cas, la prudence s'impose dans le choix des prestataires de solutions fondées sur la chaîne de blocs. Ces acteurs sont de plus en plus nombreux, mais leur capacité à fournir et à mettre à jour ces solutions à long terme n'est pas toujours avérée.

277. **L'Inspecteur recommande que le Réseau d'innovation des Nations Unies établisse une liste de prestataires externes de solutions reposant sur la technologie de la chaîne de blocs, accessible à toutes les entités intéressées.** Il note que ces fichiers peuvent exister dans certaines entités. Par exemple, le PAM a établi des accords à long terme avec des prestataires de solutions fondées sur la chaîne de blocs et s'est doté de processus d'approvisionnement dont d'autres entités intéressées pourraient s'inspirer, ou qu'elles pourraient utiliser.

278. La capacité interne à comprendre et à maîtriser les technologies émergentes et innovantes, y compris la chaîne de blocs, est une caractéristique essentielle d'une organisation efficace, moderne et apprenante, qui se consacre à l'exécution effective et efficace de son mandat et joue un rôle important dans la réalisation des objectifs de développement durable. En raison de sa structure décentralisée et de ses caractéristiques uniques, la chaîne de blocs pose de nouveaux défis au système des Nations Unies, tant au niveau technique que stratégique, sur des questions telles que la gestion de projet et la gouvernance.

279. La plupart des entités ont admis que leur personnel doit acquérir un certain niveau de connaissance et de compréhension de la chaîne de blocs et d'autres technologies numériques, compte tenu de la nécessité de s'adapter à un environnement technologique en évolution rapide.

280. Le type et le niveau de formation requis dépendront des formes concrètes de chaîne de blocs que les entités utilisent ou traitent. Les entités qui ont réellement mis en place des applications de la chaîne de blocs nécessiteraient un type de formation plus élaboré et différent par rapport aux entités qui traitent (seulement) certains aspects de la technologie de la chaîne de blocs d'une autre manière. Le type et le niveau de la formation doivent varier selon qu'elle s'adresse au personnel technique, au personnel de programme ou à l'équipe dirigeante et aux décideurs.

281. Si la majorité des entités ont convenu qu'une certaine formation sur la chaîne de blocs serait utile, des points de vue différents ont été exprimés quant aux groupes de personnel à former et au type de formation qui serait le plus utile : une formation technique pour le codage et la programmation ou une formation plutôt générale pour permettre au personnel de mieux cerner le fonctionnement, les possibilités et les limites de cette technologie.

282. L'UNICEF a estimé qu'il pourrait être utile aux entités de comprendre comment les applications basées sur la chaîne de blocs sont conçues, développées et gérées. ONU-Femmes a noté que les projets de déploiement de la technologie de la chaîne de blocs pourraient exiger des modèles de collaboration et de services perturbateurs, tant au niveau technique qu'au

niveau des programmes. Avoir les connaissances suffisantes était la condition préalable essentielle au lancement et à la mise en œuvre de tout projet.

283. La FAO a estimé que la formation sur les méthodologies d'innovation serait la mieux adaptée, car les projets de déploiement de la technologie de la chaîne de blocs pourraient ne pas bien fonctionner si l'on s'en tient aux méthodologies de projet classiques. Le PNUE est favorable à l'idée d'un « bac à sable réglementaire », qui pourrait permettre aux praticiens de mettre à l'essai des produits, des services et des modèles de fonctionnement dans un environnement vivant tout en s'affranchissant des conséquences réglementaires normales.

284. Dans l'ensemble, la formation sur la gestion de la chaîne de blocs a été jugée importante, car la chaîne de blocs pourrait ne pas être la meilleure solution dans de nombreux cas. La promotion de sessions de sensibilisation serait un outil très précieux pour contrer les éventuels pièges afférents à la technologie. De même, des programmes de formation spécifiques concernant les capacités et les limites réelles de la technologie pourraient fournir les conseils voulus aux entités qui prévoient d'intégrer la chaîne de blocs dans leurs projets. Enfin, le personnel technique ou de projet n'est pas le seul à devoir cerner les limites opérationnelles de la chaîne de blocs : les fonctions opérationnelles, les finances, le service juridique et d'autres équipes au sein d'une entité sont également concernés.

285. En conclusion, plusieurs arguments plaident en faveur d'une formation sur la chaîne de blocs :

- Les chaînes de blocs peuvent entraîner et exiger des modèles de collaboration et de services perturbateurs, tant au niveau technique qu'au niveau des programmes, si elles ne sont pas mises en œuvre correctement. Du côté du programme et de la conception, il est nécessaire de dresser une cartographie des processus métier avant d'appliquer la technologie de la chaîne de blocs aux activités envisagées ;
- Sur le plan technique, le personnel doit être conscient des avantages, des limites et des risques potentiels de la chaîne de blocs et l'approche de la mise en œuvre du projet doit être fondée sur les caractéristiques intrinsèques de cette technologie. Les projets de déploiement de la technologie de la chaîne de blocs pourraient ne pas bien fonctionner s'ils suivent les méthodologies de projet classiques des Nations Unies ;
- La formation doit permettre de comprendre comment les applications basées sur la chaîne de blocs sont conçues, développées et gérées afin de préparer le personnel et les entités aux technologies nouvelles et innovantes et à l'avenir ;
- Elle pourrait fournir les conseils voulus sur les capacités et les limites réelles de la technologie aux entités qui prévoient d'intégrer la chaîne de blocs dans leurs projets.

286. Selon les arguments exposés ci-dessus et les réponses des entités au questionnaire, les trois niveaux suivants de connaissance et de compréhension des applications de la chaîne de blocs peuvent être utiles et adaptés aux grandes catégories suivantes de personnel/fonctionnaires :

a) Pour le personnel de programme, une compréhension générale/une connaissance de base des chaînes de blocs, y compris les arguments pour et contre, et la façon dont les applications basées sur les chaînes de blocs sont conçues, développées et gérées, ainsi qu'une certaine compréhension de la façon dont la chaîne de blocs est sélectionnée (arbre de décision) ;

b) Pour le personnel technique qui s'occupe des projets de déploiement de la technologie de la chaîne de blocs, des conseils pour relier les chaînes de blocs aux scénarios de l'ONU et comprendre les détails techniques des capacités et des limites des chaînes de blocs et la façon dont la technologie et les applications de la chaîne de blocs pourraient être mises en œuvre ;

c) Pour l'équipe dirigeante et les autres décideurs, une compréhension et une connaissance de base de la chaîne de blocs, y compris ses avantages et inconvénients généraux, dans le contexte des technologies émergentes et de l'innovation, ce qui serait utile pour prendre des décisions stratégiques en vue d'investir dans ces nouvelles technologies, y compris la chaîne de blocs.

287. L'Inspecteur note qu'il existe de nombreux cours en ligne susceptibles de répondre à différents niveaux de besoins d'apprentissage. De nombreux cours sont disponibles à faible coût, ce qui est abordable pour les membres du personnel intéressés comme pour les entités disposant de ressources plus modestes, en particulier lorsque les ressources de formation sont limitées. La mise en œuvre de la recommandation suivante peut renforcer l'efficacité de l'utilisation des ressources et améliorer les compétences professionnelles du personnel concerné, tout en aidant les entités à devenir plus agiles.

288. **L'Inspecteur recommande aux chefs de secrétariat des entités des Nations Unies d'envisager d'inclure dans les programmes d'apprentissage institutionnel, lorsque cela est approprié et nécessaire, une formation de base sur le fonctionnement des chaînes de blocs et d'autres technologies numériques, adaptée aux besoins institutionnels, pour a) l'équipe dirigeante et les décideurs ; b) les responsables de projet ; c) le personnel technique.**

D. Premiers pas vers une culture de collaboration et d'action interinstitutions dans l'utilisation de la chaîne de blocs

289. En théorie, la chaîne de blocs semble présenter un potentiel considérable pour la coopération interinstitutions et les activités conjointes, en raison des atouts liés à sa nature de système distribué dans un environnement dépourvu de contrôle central. L'avènement de la chaîne de blocs à ce stade précoce de développement s'accompagne donc de l'hypothèse raisonnable que les entités des Nations Unies, lorsqu'elles envisagent son adoption, devraient principalement se tourner vers des projets exigeant une mise en commun des ressources, un partage des connaissances et des compétences spécialisées, une extensibilité et une collaboration, et non créer de nouveaux cloisonnements.

290. D'après les avis recueillis par le CCI, les entités participantes souscrivent presque unanimement à cette hypothèse, en s'appuyant sur divers arguments :

- La chaîne de blocs étant un nouvel outil technologique, peu d'entités disposent des compétences techniques suffisantes pour bien cerner son potentiel. Une approche systémique de la chaîne de blocs leur permettra d'accéder aux connaissances et aux compétences techniques ;
- La mise en place d'une infrastructure de chaîne de blocs pourrait être coûteuse. Il est préférable que les entités privilégient la collaboration et la mise à l'échelle conjointe, au lieu de mener des projets pilotes modestes de manière isolée ;
- Les entités qui sont parvenues à exploiter convenablement la chaîne de blocs au service du Programme 2030 peuvent faire part de cette pratique, afin que les entités des Nations Unies puissent tirer parti des connaissances de chacune ;
- Indépendamment des mandats spécifiques des diverses entités, certains processus qui peuvent être automatisés grâce à la chaîne de blocs (versement de subventions, chaînes d'approvisionnement transparentes et traçables, etc.) pourraient être adoptés par de multiples programmes et fonds ;
- En utilisant la chaîne de blocs, le système des Nations Unies pourrait tirer parti de son pouvoir de rassemblement, forger des partenariats avec le secteur privé qui soient davantage axés sur les résultats et promouvoir des applications aux programmes sur le terrain. Les chaînes de blocs permettent l'intégration des systèmes lorsque plusieurs entités ciblent la même population et lorsque des résultats globaux sont souhaitables ;
- L'apprentissage conjoint et le partage des connaissances et des expériences entre les entités des Nations Unies permettraient non seulement d'approfondir la compréhension commune de l'innovation dans tous les secteurs, mais aussi d'adopter une approche coordonnée de la chaîne de blocs au niveau mondial ;
- Des capacités techniques conjointes sur la chaîne de blocs pourraient faciliter les mécanismes qui permettent de coordonner la distribution des fonds entre les parties prenantes afin d'éliminer les chevauchements et la concurrence néfaste pour les fonds.

Elles peuvent également améliorer la responsabilité et la transparence dans l'allocation des fonds.

291. Deux initiatives importantes étayent le consensus naissant concernant la nécessité de mettre en place une coopération interinstitutions dans les domaines de la sensibilisation, du renforcement des connaissances et de l'exécution de projets coordonnés : le **Centre de solutions numériques** et le **Réseau d'innovation des Nations Unies**. Ce qui est particulièrement significatif dans ces initiatives, c'est qu'elles ont une vocation systémique, qui s'ajoute au mandat opérationnel du **Centre international de calcul des Nations Unies**. **L'Inspecteur recommande que ces trois entités se coordonnent et communiquent sur les processus de transformation numérique, y compris sur l'utilisation potentielle de la chaîne de blocs, afin d'améliorer la cohérence et l'action à l'échelle du système, et d'aider toutes les entités intéressées à mieux cerner la chaîne de blocs.**

292. Le Réseau d'innovation des Nations Unies est conçu comme une communauté informelle et collaborative d'innovateurs des Nations Unies désireux de partager leur compétence technique et leur expérience avec d'autres afin de promouvoir et de faire progresser l'innovation à l'échelle du système des Nations Unies. Il a déjà créé des outils prometteurs liés à la chaîne de blocs. Le premier, une plateforme de chaînes de blocs interinstitutions (Atrium), entend favoriser l'apprentissage, la collaboration et le débat. Le deuxième, une publication intitulée « A practical guide to using blockchain within the United Nations » (Guide pratique de l'utilisation de la chaîne de blocs au sein des Nations Unies), vise à donner une compréhension de base de la chaîne de blocs et des conseils généraux sur l'évaluation des utilisations possibles de cette technologie.

Encadré 8

Atrium – un outil de collaboration interinstitutions

Atrium est un outil de collaboration interinstitutions décentralisé basé sur la chaîne de blocs, conçu à la fois pour permettre la collaboration et réduire les frictions liées à l'innovation entre les entités des Nations Unies qui s'intéressent à cette technologie. Créé par le PNUD, l'UNICEF et le PAM sous les auspices du Réseau d'innovation des Nations Unies, il est ouvert à toutes les entités des Nations Unies. À un niveau élevé, Atrium se compose de trois éléments :

- Une liste de ressources d'apprentissage ;
- Une liste d'applications basées sur la chaîne de blocs construites au sein de l'ONU, comprenant des aperçus de projets, les coordonnées des équipes et l'accès à des détails, tels que le code ;
- Un forum communautaire pour dialoguer avec les innovateurs des Nations Unies dans le renforcement des connaissances.

Chaîne de blocs privée avec permission, accompagnée d'un magasin d'applications distribuées, Atrium permet aux entités des Nations Unies intéressées de partager la propriété intellectuelle et de tester des applications dans un « environnement de bac à sable » sécurisé.

Source : Réseau d'innovation des Nations Unies, PAM, UNICEF.

293. **L'Inspecteur se félicite du travail accompli jusqu'à présent par le Réseau d'innovation des Nations Unies et espère que le réseau continuera à insuffler une nouvelle culture de coopération interinstitutions au service de la chaîne de blocs et des autres technologies numériques.**

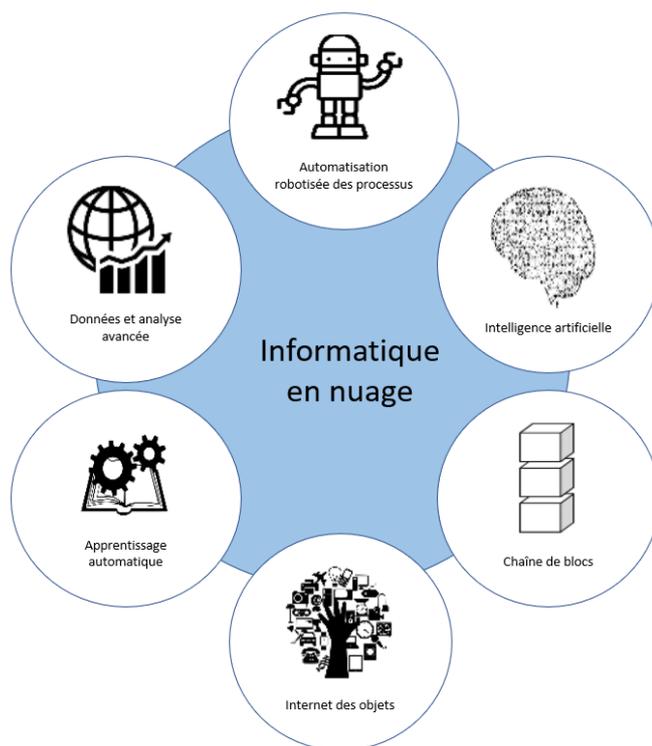
294. L'Inspecteur note avec intérêt que la plupart des entités participantes ont une vision à l'échelle du système et peuvent envisager, à ce stade précoce, la création d'entités à l'échelle du système traitant de la chaîne de blocs, au lieu d'initiatives individuelles favorisant de nouveaux cloisonnements. La plus notable de ces propositions concerne la création d'un *centre de services partagés de chaîne de blocs*, qui servira de mécanisme pour les opérations techniques, les conseils stratégiques sur l'adoption de la technologie de la chaîne de blocs et l'appui technique à la mise en œuvre des projets. Un tel mécanisme pourrait également,

comme le propose le FNUAP, « permettre de mettre à profit les expériences de l'ensemble du système des Nations Unies en réduisant le nombre d'initiatives ponctuelles qui pourraient s'avérer impossibles à reproduire à plus grande échelle ». **L'Inspecteur note que ce souhait prend déjà forme avec la création du Centre de solutions numériques.**

295. Le **Centre de solutions numériques** est la deuxième grande initiative visant à favoriser les synergies et la collaboration à l'échelle du système des Nations Unies et à apporter une vision globale de la numérisation. Sa mission est de mettre à l'essai et de déployer à titre pilote des technologies de pointe qui peuvent être étendues à plusieurs entités des Nations Unies. Fondé par le HCR et le PAM, il utilise la capacité opérationnelle du CIC. La figure V représente les technologies utilisées par le Centre de solutions numériques, y compris la chaîne de blocs.

Figure V

Technologies utilisées par le Centre de solutions numériques



296. **L'Inspecteur se félicite de la création du Centre de solutions numériques, qui annonce le début d'une nouvelle ère dans la manière dont le système des Nations Unies gèrera la transformation numérique, et il recommande aux entités participantes de le soutenir.**

297. Le projet le plus important proposé par le Centre de solutions numériques est la création d'une carte d'identité unique pour le personnel des Nations Unies, utilisant la technologie de la chaîne de blocs, qui soit transférable d'une entité à l'autre. La proposition prévoit que chaque entité des Nations Unies pourrait devenir une autorité de confiance ayant la possibilité d'écrire des informations dans la chaîne de blocs. Les entités pourraient gérer leurs propres nœuds séparément, tandis que le système garantira l'extensibilité et l'interopérabilité⁶⁶.

298. **L'Inspecteur recommande aux chefs de secrétariat des entités des Nations Unies de soutenir la création d'une carte d'identité numérique des Nations Unies unique qui aura de multiples conséquences positives à long terme en termes d'économie de temps et de ressources, de facilitation de la mobilité du personnel en permettant la certification**

⁶⁶ On trouvera une description complète du projet dans le rapport d'étape de l'équipe spéciale du CCS chargée des politiques d'avenir pour le personnel des Nations Unies (CEB/2020/HLCM/13), 21 août 2020.

et la reconnaissance des connaissances et compétences, de réduction de la bureaucratie et de renforcement de la cohérence du système.

299. La promesse d'une plus grande coopération sur le terrain, en termes de collaboration interinstitutions efficace, est également mise à l'essai à travers le projet Building Blocks, qui constitue à l'heure actuelle l'application de la chaîne de blocs la plus importante et la plus complexe des Nations Unies. **L'Inspecteur encourage le soutien et l'adhésion à cette initiative pionnière, qui a valeur d'expérience à l'échelle du système pour les opérations humanitaires.**

300. La mise en œuvre de la recommandation suivante renforcera la cohérence aux niveaux stratégique et opérationnel, ainsi que la coopération interinstitutions.

Recommandation 8

Les chefs de secrétariat des entités des Nations Unies, agissant dans le cadre des mécanismes de coordination pertinents et avec l'appui du Centre international de calcul des Nations Unies, devraient envisager l'adoption d'un cadre de gouvernance interinstitutions non contraignant pour la technologie de la chaîne de blocs à l'usage des entités intéressées, afin de garantir la cohérence et l'homogénéité des approches mises en œuvre dans l'ensemble du système d'ici à la fin de 2022, notamment dans les projets susceptibles de concerner plusieurs entités.

Annexe I

Tableau récapitulatif des applications de la chaîne de blocs actuellement utilisées par les entités des Nations Unies

Entité	Aperçu du projet	Technologie de la chaîne de blocs utilisée et prestataires de services	Participants
FAO/UIT	<p>Traçabilité du bétail en Papouasie-Nouvelle-Guinée. Grâce à ce système, les éleveurs peuvent enregistrer des informations importantes sur leurs porcs, notamment le pedigree, la race, le poids, la courbe de croissance, l'alimentation, les antécédents vétérinaires et les médicaments administrés.</p> <p>La mise en œuvre de ce nouveau système de suivi est essentielle pour établir la confiance des consommateurs et permettre aux agriculteurs d'élargir leurs marchés et d'obtenir un retour sur investissement équitable.</p>	<p>Ethereum</p> <p>Consensus de preuve de travail dans une chaîne de blocs publique</p> <p>Prestataire de technologie : Switch Maven</p>	<p>Les principales parties prenantes étaient des entités nationales du secteur public (notamment l'administration provinciale, le Ministère de l'agriculture et de l'élevage, le Ministère des communications, des technologies de l'information et de l'énergie et l'Autorité nationale des technologies de l'information et des communications).</p>
PNUD (1) Bureau de pays en Mongolie	<p>Suivi des marchandises (cachemire), du point d'origine à la vente.</p>	<p>Réseau de chaînes de blocs basé sur Ethereum pour le projet pilote, mais le PNUD recommande d'adopter une structure de visualisation publique et d'écriture avec permission si l'expérience devait être étendue.</p> <p>Prestataire de technologie : Convergence</p>	<p>Le PNUD traite directement avec les producteurs agricoles et les producteurs fournisseurs (par exemple, les agriculteurs, les éleveurs, les supermarchés) ; des certificateurs de durabilité (Sustainable Fibre Alliance) ; et les consommateurs finaux (acheteurs de tablettes de chocolat, fabricants de vêtements, bénéficiaires de dons alimentaires).</p>
PNUD (2) Bureau de pays en Équateur	<p>Suivi des produits de base (cacao), du point d'origine à la vente. Un jeton numérique correspondant à une valeur monétaire (10-25 cents) a été créé pour chaque produit (par exemple, une tablette de chocolat). Le consommateur pouvait échanger chaque jeton contre une réduction sur son prochain achat ou le renvoyer à l'agriculteur d'origine afin qu'il soit réinvesti dans le processus de production.</p>	<p>Chaîne de blocs Hyperledger</p> <p>Intergiciel de chaîne de blocs KrypCore</p> <p>Le réseau de nœuds Fairchain gère l'infrastructure sous-jacente.</p>	

Entité	Aperçu du projet	Technologie de la chaîne de blocs utilisée et prestataires de services	Participants
PNUD (3) Bureau de pays en Serbie	Suivi des dons alimentaires faits par des distributeurs à une ONG bénéficiaire. L'objectif est d'étendre le suivi à l'ensemble du processus de don, de la production agricole à la réception des aliments par les supermarchés, au stockage dans les banques alimentaires et enfin aux particuliers.	Vérification des transactions selon le protocole de consensus public avec permission Stellar	
PNUD (4) Bureau de pays en Inde	Registre foncier de la ville de Panchkula dans l'État d'Haryana (Inde).	Ethereum Appui technique : Groupe d'apprentissage sur la chaîne de blocs Accent mis sur les contrats intelligents	
UNICEF (1) Bureau de pays au Kazakhstan	Digicus : projet visant à utiliser la chaîne de blocs pour numériser et consolider les accords de l'UNICEF avec ses partenaires d'exécution sous forme de contrats intelligents, et notamment simplifier la vérification des résultats obtenus par les partenaires, et automatiser le débloqué des paiements après vérification et autorisation.	Réseau test Ethereum Ropsten et jeton ERC20 Prestataire de services : iSKY Solutions	Bureau de l'UNICEF au Kazakhstan et ses partenaires locaux
UNICEF (2) Fonds de capital-risque	Fonds commun qui investit dans les technologies <i>open source</i> émergentes en phase de démarrage. Il fournit une assistance technique et des produits, un soutien à la croissance des entreprises et l'accès à un réseau d'experts et de partenaires.	<ul style="list-style-type: none"> • OS City (Mexique)/bitcoin, Ethereum, Ethereum Classic • Atix Labs (Argentine)/bitcoin, RSK • W3 Engineers (Bangladesh)/Ethereum • Statwig (Inde)/Ethereum • Prescripto (Mexique)/Dash, Ethereum, Ethereum Classic • Utopixar (Tunisie)/Ethereum • Trustlab (Afrique du Sud)/Ixo 	Siège de l'UNICEF Sociétés d'investissement de l'UNICEF
UNICEF (3) Fonds en cybermonnaies	Premier véhicule d'investissement en cybermonnaies du système des Nations Unies, grâce auquel l'UNICEF peut recevoir, détenir et décaisser des dons en cybermonnaies éther et bitcoin.	Réseau principal Bitcoin Réseau principal Ethereum	Comités nationaux de l'UNICEF Siège de l'UNICEF Sociétés d'investissement de l'UNICEF (start-ups dans les pays de programme de l'UNICEF)

Entité	Aperçu du projet	Technologie de la chaîne de blocs utilisée et prestataires de services	Participants
	Suivant la structure du Fonds de capital-risque, les entreprises bénéficient d'investissements en bitcoins ou en ethers.		
PAM et ONU-Femmes	<p>Initiative conjointe du PAM et d'ONU-Femmes, la solution en nuage Building Blocks s'inscrit dans le cadre de mesures intervention en espèces. Elle bénéficie actuellement à 822 000 réfugiés syriens et rohingya en Jordanie et au Bangladesh respectivement.</p> <p>Building Blocks contribue à transformer la situation des femmes et des filles dans les camps de réfugiés d'Azraq et de Za'atari en Jordanie.</p> <p>Cette initiative permet aux organisations humanitaires de coordonner la détermination et la fourniture de l'entraide sans aucune hiérarchie.</p>	<p>Chaîne de blocs privée avec permission utilisant la technologie Parity</p> <p>Client Ethereum associé à un algorithme de consensus de preuve d'autorité</p> <p>Prestataires de technologie :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Parity Technologies : composants de la chaîne de blocs et des contrats intelligents • Baltic Data Science : infrastructure, applications frontale, dorsale et mobile • ConsenSys : cadre de gouvernance • IrisGuard : technologie biométrique • Amazon Web Services : services d'hébergement en nuage 	<p>Les transactions sont validées par les deux nœuds (PAM et ONU-Femmes).</p> <p>Les prestations des bénéficiaires peuvent provenir de n'importe quel système d'enregistrement/de droits (par exemple, SCOPE du PAM ou proGres du HCR).</p> <p>L'authentification des bénéficiaires peut se faire à l'aide de n'importe quel système biométrique (par exemple, PRIMES du HCR ou SCOPE du PAM) ou de mots de passe/jetons.</p>
ONU-Femmes	Mise à l'essai d'un système de transfert de fonds basé sur la chaîne de blocs dans le camp de réfugiés de Kakuma au Kenya.	Ethereum	
PAM Bureaux de pays pour l'Éthiopie et Djibouti	Blocks for Transport : l'objectif du projet est d'examiner comment améliorer la disponibilité en temps voulu des documents d'expédition en utilisant la chaîne de blocs. À long terme, le projet vise à établir une plateforme de chaîne d'approvisionnement modulaire basée sur la technologie de la chaîne de blocs, à l'intention de la communauté humanitaire. Il renforce et appuie le rôle du PAM comme principale entité des Nations Unies dans les domaines de la chaîne d'approvisionnement et de la logistique.		<p>Agents de compensation</p> <p>Agents maritimes</p> <p>Ports</p> <p>Transporteurs</p> <p>Douanes</p>

Entité	Aperçu du projet	Technologie de la chaîne de blocs utilisée et prestataires de services	Participants
CIC/Caisse commune des pensions du personnel des Nations Unies	<p>Mise en œuvre technique de la déclaration de situation numérique. La chaîne de blocs et la technologie d'apprentissage automatique devraient garantir aux bénéficiaires de pensions l'enregistrement immuable des transactions.</p> <p>Dans la phase de preuve de concept, l'utilisation de la biométrie permet d'assurer l'identification personnelle et la « preuve d'existence ».</p> <p>Création de preuves traçables, immuables et vérifiables de manière indépendante, géolocalisation pour la confirmation de la « preuve de résidence » et application mobile pour faciliter la tâche des bénéficiaires.</p>	<p>Chaîne de blocs privée/avec permission, basée sur Hyperledger Indy, qui est dotée d'un algorithme de consensus intégré. Le CIC gère et héberge l'ensemble de l'infrastructure de chaîne de blocs, qui demeure toutefois la propriété des deux entités participantes.</p> <p>Tous les nœuds se situent sur des serveurs/ordinateurs hébergés dans les centres de données du CIC.</p> <p>Des services et un appui techniques extérieurs sont également fournis.</p>	<p>Les consommateurs de la solution technologique sont les retraités du système des Nations Unies. Pour l'instant, deux parties interviennent dans la chaîne de blocs – la Caisse commune des pensions (UNJSPF) et le CIC. Idéalement, à l'avenir, toutes les entités, tous les programmes et tous les bureaux des Nations Unies qui participeront à l'identité numérique commune pourront gérer un nœud, qui pourrait être physiquement hébergé au CIC, mais qui demeurera la propriété de l'entité participante.</p>
Bureau des technologies de l'information et des communications/ ONU-Habitat	<p>Suivi de la propriété des parcelles de terre en Afghanistan. Une version immuable des registres fonciers est créée, qui peut ensuite servir de base à d'autres services gouvernementaux, tels que la planification urbaine, la participation citoyenne et la création de revenus.</p>	<p>La mise en œuvre s'appuie sur une chaîne de blocs, qui permet de notariser des documents ou d'horodater des données de façon simple en ajoutant une fonction de hachage dans la chaîne de blocs qui garantit l'inviolabilité des données.</p> <p>Prestataire de services : LTO Network</p>	<p>Ministère du Développement urbain et des terres</p>

Annexe II

Applications de la chaîne de blocs que les entités envisagent d'utiliser à l'avenir

Entité	Utilisation potentielle
CNUCED	Règlement des différends en ligne pour les consommateurs : projet de déploiement de la technologie de la chaîne de blocs visant à proposer aux consommateurs un règlement des différends en ligne afin d'améliorer le commerce international et le commerce électronique. La CNUCED pourrait apporter ses compétences techniques dans le domaine de la protection des consommateurs à l'échelle du système des Nations Unies et traiter les questions du renforcement des capacités et de l'assistance technique en matière de protection des consommateurs. Un partenaire développera la technologie de la chaîne de blocs.
PNUE	Virements et contrats intelligents : outil permettant aux États membres de vérifier comment les ressources sont allouées et distribuées aux partenaires ou aux prestataires de services du PNUE et à quel projet elles sont liées. Une fonction de contrat intelligent ajoutée au virement permettrait de débloquer automatiquement une partie des fonds alloués au projet uniquement lorsque les objectifs sont atteints. Traçage et suivi dans la chaîne d'approvisionnement : l'objectif est de tracer et de suivre les produits de base sensibles sur le plan environnemental afin de créer un environnement plus sûr, en mettant éventuellement en place une jetonisation basée sur la chaîne de blocs. Financement et versements de fonds aux partenaires : ces deux activités pourraient reposer sur une chaîne de blocs favorisant la transparence et la responsabilité dans le cadre de la Décennie des Nations Unies pour la restauration des écosystèmes. Des certificats de participation décrivant les effets de la séquestration du carbone pourraient être automatiquement délivrés aux donateurs. La Décennie pourrait utiliser la chaîne de blocs pour développer une place de marché des services écosystémiques ainsi qu'une norme de services écosystémiques et des jetons échangeables pour inciter à la restauration.
FNUAP	Le FNUAP envisage d'utiliser la technologie de la chaîne de blocs dans le contexte de l'enregistrement des naissances et de la gestion de la chaîne d'approvisionnement sanitaire .
UNRWA	Transfert de bons : transfert de bons aux réfugiés et distribution des fonds par le biais du système de filet de sécurité sociale. Santé numérique : stockage des antécédents médicaux des patients par le biais du système de santé en ligne. Chaîne d'approvisionnement : traçage des ingrédients dans la chaîne d'approvisionnement.
UIT	Utilisation de systèmes basés sur la chaîne de blocs dans certains de ses processus internes, par exemple pour la gestion et la vérification des documents et des processus institutionnels .
UNESCO	Certification des études : option permettant aux employeurs potentiels de consulter les diplômes. Mobilisation des ressources : informer le grand public sur les projets de l'UNESCO et permettre les dons de fonds à l'aide de contrats intelligents.
UNICEF	Financements innovants : amélioration de la transparence des mouvements de fonds et des micropaiements, et possibilité de tirer parti des mécanismes de financement décentralisés grâce à la chaîne de blocs.

Entité		Utilisation potentielle
ONU		<p>Droits de l'enfant : applications potentielles pour protéger les données des enfants, gérer les documents d'identité numériques et/ou créer et gérer les identifiants et permissions numériques.</p> <p>TruBudget : application <i>open source</i> développée pour accroître l'efficacité et la traçabilité des fonds en offrant aux États membres et aux donateurs davantage de transparence dans l'allocation des ressources.</p> <p>Chaîne agroalimentaire : utilisation potentielle de la chaîne de blocs pour un développement industriel inclusif et durable dans les chaînes agroalimentaires du pays en améliorant la traçabilité et la transparence de la chaîne de valeur.</p> <p>Outils de financement du commerce : outils de financement du commerce basés sur la chaîne de blocs pour aider les petites et moyennes entreprises d'Afrique à accéder à des financements.</p> <p>Chaînes d'approvisionnement essentielles : l'utilisation de la chaîne de blocs pour accroître l'efficacité, la transparence, la traçabilité et la sécurité des chaînes d'approvisionnement essentielles.</p>
OIT		<p>Signatures numériques et contrats intelligents : application potentielle à l'OIT à des fins administratives internes en tenant compte de la transformation numérique.</p> <p>Suivi de la chaîne d'approvisionnement : tirer parti des technologies de la chaîne de blocs pour assurer la transparence et la sécurité dans le suivi des conditions de travail le long de la chaîne d'approvisionnement.</p>
UPU		<p>Chaîne d'approvisionnement postale : une chaîne de blocs comme alternative aux transmissions faisant intervenir l'échange de données électroniques entre les acteurs de la chaîne d'approvisionnement postale. L'objectif est de répondre au besoin de confidentialité des données, selon un modèle dans lequel chaque acteur (la poste, les organisations douanières, la sécurité du transport aérien) ne verra que les données dont il a besoin, au moment voulu, pour accomplir sa tâche.</p> <p>eWallet : solution alimentée par une chaîne de blocs pour compléter l'offre de l'UPU en matière de services de paiement postal.</p>
OMS		<p>Échange d'informations sur la santé : gestion des données des patients, dossiers médicaux électroniques, gestion des ordonnances et des demandes de facturation, certification de la vaccination internationale.</p> <p>Gestion de la chaîne d'approvisionnement : lutte contre les médicaments contrefaits et autres formes de fraude médicale.</p> <p>Références numériques : Blockcerts est actuellement envisagé pour la délivrance, la consultation et la vérification des titres de l'Académie de l'OMS en s'appuyant sur la chaîne de blocs.</p>
OMPI		Utilisations potentielles de la technologie dans l'écosystème de la propriété intellectuelle.
OMM		Échange de données météorologiques : la technologie de la chaîne de blocs sera éventuellement mise en œuvre pour faciliter l'échange de données sous licence.
SECRETARIAT DE L'ONU	Commission économique pour l'Europe	Un livre blanc sur les applications techniques de la chaîne de blocs à l'intention du Centre des Nations Unies pour la facilitation du commerce et les transactions électroniques a proposé plusieurs produits sur les contrats intelligents, les cadres d'interopérabilité entre les registres, les cadres sémantiques des données commerciales, les cadres juridiques et réglementaires et les besoins en données des applications de la chaîne de blocs (voir ECE/TRADE/C/CEFACT/2019/8).
	Commission économique pour l'Afrique (CEA)	L'ECA envisage de mener une étude en 2021 pour déterminer les applications possibles de la technologie de la chaîne de blocs.

Entité		Utilisation potentielle
	Office des Nations Unies contre la drogue et le crime	Étudier le domaine des dons en cybermonnaies.
	Bureau de l'informatique et des communications	Examen de l'utilisation d'un jeton Unite basé sur la chaîne de blocs pour ludiciser la collaboration entre les salariés de l'ONU, encourager l'innovation, l'écologisation de l'ONU et la diversité, ou tout autre état d'esprit ou comportement que l'on souhaite promouvoir et encourager chez le personnel.
	Bureau de lutte contre le terrorisme	Le Bureau envisage d'intégrer des éléments de chaîne de blocs dans ses programmes sur les cibles vulnérables et la lutte contre les voyages terroristes.

Annexe III

Vue d'ensemble indicative des solutions reposant sur la technologie de registre distribué pour les cas d'utilisation correspondants aux principaux défis visés dans les 17 objectifs de développement durable (résumé du CCI)

Objectif de développement durable	Défis	Approche possible utilisant la technologie de registre distribué
Objectif 1	Dans les pays à revenu intermédiaire inférieur, une personne sur dix vit sous le seuil de pauvreté internationale.	La technologie de registre distribué peut enregistrer automatiquement les transactions dans un registre sécurisé associé à un règlement financier presque instantané. Des cycles de paiement plus courts pourraient être mis à profit pour contribuer à la lutte contre la pauvreté et promouvoir l'égalité des droits aux ressources économiques.
Objectif 2	Accès insuffisant à des aliments nutritifs tout au long de l'année	La technologie de registre distribué pourrait renforcer l'offre, notamment pour les petits producteurs de denrées alimentaires et les agriculteurs familiaux, en leur permettant d'améliorer leur accès aux marchés et de bénéficier d'une égalité de traitement dans la chaîne d'approvisionnement.
Objectif 3	Les maladies non transmissibles et la santé mentale font l'objet d'une attention et d'un financement nouveaux, en concurrence avec les maladies infectieuses.	La technologie de registre distribué peut contribuer à améliorer les résultats de la prévention et du traitement en éliminant le cloisonnement des données entre les prestataires de soins médicaux et en permettant la jetonisation et l'incitation à mener des activités bénéfiques sur le plan physique ou mental.
Objectif 4	Accès à l'éducation inclusive	Les plateformes basées sur la technologie de registre distribué pourraient mettre en relation les étudiants, les éducateurs et les prestataires de services dans le cadre de sessions en ligne au cours desquelles les progrès, la présence et l'achèvement sont automatiquement suivis.
Objectif 5	Égalité des sexes et autonomisation des femmes	La technologie de registre distribué pourrait aider les femmes à gagner des revenus supplémentaires, à en conserver le contrôle et à atténuer le harcèlement en ligne.
Objectif 6	La distribution d'eau potable est déséquilibrée au niveau mondial.	La technologie de registre distribué, conjuguée aux capteurs de l'Internet des objets, permettrait aux ménages, aux industries, aux gestionnaires de l'eau et aux décideurs politiques de prendre des décisions plus éclairées.
Objectif 7	Augmenter la part des énergies renouvelables et doubler l'efficacité de la production énergétique	La technologie de registre distribué permet la jetonisation des plateformes d'échange d'énergie et l'utilisation de réseaux de pair à pair pour échanger des énergies renouvelables.
Objectif 8	Accès du gouvernement au financement national à un coût raisonnable	La technologie de registre distribué peut permettre la vente d'obligations de détail mobiles de faible valeur et promouvoir une croissance inclusive en démocratisant la dette souveraine.
Objectif 9	Développement économique	L'échange avec une monnaie mondiale conforme à la réglementation et basée sur la technologie de registre distribué peut permettre des microtransactions, qui peuvent être un facteur important pour la mise en place de services adaptés aux pauvres.

Objectif de développement durable	Défis	Approche possible utilisant la technologie de registre distribué
Objectif 10	Réduire les inégalités dans l'économie, la gouvernance, les droits et la prise de décisions	La technologie de registre distribué peut permettre une meilleure égalité économique en réduisant le coût des envois de fonds et ouvrir de nouvelles voies aux citoyens pour qu'ils participent à la prise de décisions.
Objectif 11	L'urbanisation croissante et l'augmentation du nombre de mégapoles.	La technologie de registre distribué peut constituer une amélioration rentable et fiable de la démocratie locale dans les villes.
Objectif 12	Amélioration de la transparence et de la visibilité des chaînes de valeur et des processus de production afin de mieux comprendre les risques et d'exercer une diligence raisonnable.	La traçabilité des produits dans les chaînes d'approvisionnement est étroitement liée à la sensibilisation des consommateurs sur l'origine des produits, aux méthodes de production durables et aux conséquences sanitaires.
Objectif 13	Risque de catastrophe écologique irréversible	La technologie de registre distribué peut favoriser le développement de places de marché du carbone en utilisant des plateformes pour l'échange d'avois représentant le carbone, tout en garantissant l'immutabilité et la transparence.
Objectif 14	Protéger les écosystèmes marins et côtiers de la pollution et de la surexploitation	La technologie de registre distribué peut fournir l'architecture de base pour la collecte de données interopérables, permettant une meilleure gestion des écosystèmes, une prise de décisions plus éclairée et une plus grande responsabilité.
Objectif 15	Inverser les effets de la dégradation des terres et de la désertification	La technologie de registre distribué peut être utilisée pour inciter les organisations et les particuliers à augmenter l'échelle et l'efficacité de la protection de la nature en proposant de petits paiements en espèces en échange de la conservation de la nature.
Objectif 16	Renforcer l'état de droit	Les contrats intelligents exécutés sur des plateformes de technologie de registre distribué peuvent être utilisés pour automatiser et faire respecter les accords entre entités commerciales.
Objectif 17	Améliorer la gestion de la dette des pays en développement et promouvoir les investissements dans ces pays.	La technologie de registre distribué peut être utilisée pour faciliter les partenariats et la collaboration entre les gouvernements, les entreprises, les universités, la société civile et les particuliers lorsque des informations fiables et des transferts de valeur sont nécessaires.

Source : Union internationale des télécommunications, Secteur de la normalisation des télécommunications, Groupe de réflexion UIT-T sur l'application de la technologie de registre distribué, Rapport technique FG DLT D2.1, Distributed ledger technology use cases, 2019.

Annexe IV

Vue d'ensemble des mesures que les entités participantes sont appelées à prendre conformément aux recommandations du Corps commun d'inspection

JIU/REP/2020/7

		Effet escompté	Organisation des Nations Unies, ses fonds et programmes														Institutions spécialisées et AIEA														
			CCS	Organisation des Nations Unies*	ONUSIDA	CNUCED	CCI	PNUD	PNUE	FNUAP	ONU-Habitat	HCR	UNICEF	ONUDC	UNOPS	UNRWA	ONU-Femmes	PAM	FAO	AIEA	OACI	OIT	OMI	UIT	UNESCO	ONUDI	OMT	UPU	OMS	OMPI	OMM
Rapport	Pour suite à donner		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	Pour information		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Recommandation 1	d		L	L			L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
Recommandation 2	f		E	E	E		E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
Recommandation 3	d		E	E	E						E		E	E	E	E		E		E	E	E		E	E		E	E		E	E
Recommandation 4	f		E	E			E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
Recommandation 5	b		E																												
Recommandation 6	b		L	L			L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
Recommandation 7	h		E				E			E					E	E	E					E									
Recommandation 8	d		E	E	E		E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E		E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E

Légende :

- L** : Recommandation pour décision de l'organe délibérant.
- E** : Recommandation pour décision par le chef de secrétariat.
- : Recommandation qui n'appelle pas de mesure de la part de l'entité concernée.

Effet escompté :

- a** : Amélioration de la transparence et de l'application du principe de responsabilité ; **b** : diffusion des bonnes/meilleures pratiques ; **c** : renforcement de la coordination et de la coopération ;
- d** : renforcement de la cohérence et de l'harmonisation ; **e** : renforcement du contrôle et de la conformité ; **f** : amélioration de l'efficacité ; **g** : importantes économies financières ;
- h** : amélioration de l'efficacité ; **i** : autres.

* Entités énumérées dans la circulaire ST/SGB/2015/3.