



---

**Commission économique pour l'Europe**

Comité de l'énergie durable

**Groupe d'experts de la gestion des ressources****Treizième session**

Genève, 25-29 avril 2022

Point 7 de l'ordre du jour provisoire

**Lignes directrices et pratiques optimales relatives à la Classification-cadre des Nations Unies pour les ressources et au Système des Nations Unies pour la gestion des ressources en vue de la réalisation des objectifs de développement durable****Document de réflexion : Classification-cadre des Nations Unies pour les ressources et système des Nations Unies pour la gestion des ressources – Une approche systémique pour rendre possible le modèle de la ressource en tant que service au moyen de la technologie de la chaîne de blocs****Document établi par le Groupe de travail de la réalisation des objectifs de développement durable du Groupe d'experts de la gestion des ressources***Résumé*

Il sera question, dans le présent document de réflexion, des arguments plaidant en faveur du recours à la pensée systémique pour obtenir une économie durable, intégrée et plus circulaire. Pour que les ressources ne soient plus considérées comme des produits de base mais comme le fruit de services, il est nécessaire de se pencher sur le modèle de la « ressource en tant que service ». Un changement de cette nature doit tenir compte de la complexité du système d'approvisionnement en ressources. On verra également qu'il est essentiel d'utiliser la technologie de la chaîne de blocs pour la jetonisation, le suivi et la traçabilité des ressources et des fonds si l'on veut remédier de façon systémique à nombre des faiblesses et vulnérabilités les plus flagrantes d'un modèle socioéconomique linéaire de la gestion des ressources. Il est aussi fait valoir que les trois modèles complémentaires envisagés doivent être étoffés et intégrés à la boîte à outils du Système des Nations Unies pour la gestion des ressources.



## Table des matières

	<i>Page</i>
I. Introduction à une stratégie systémique de gestion des ressources naturelles.....	3
A. Vers la circularité.....	4
B. Vers un nouveau point d'équilibre durable environnemental et économique.....	6
C. La transition vers l'économie circulaire, une transformation éthique.....	8
D. Le pivot vers le nouveau point d'équilibre .....	8
II. La CCNU et le Système de gestion des ressources .....	8
III. Les ressources en tant que services .....	11
IV. Le système d'approvisionnement en ressources.....	12
A. Éléments de base constituant le système d'approvisionnement en ressources.....	13
B. L'approvisionnement en ressources en tant que système complexe .....	14
C. Modéliser l'approvisionnement en ressources .....	15
D. Définir la gestion des ressources.....	15
E. Glossaire et définitions du Système de gestion des ressources .....	16
V. Évaluation du modèle de la chaîne de blocs.....	17
A. Ce que l'on peut attendre de la technologie des registres distribués.....	17
B. Une évaluation pragmatique de l'application du modèle de la chaîne de blocs à la gestion des ressources .....	18
C. Le modèle 3D de la chaîne de blocs .....	19
D. Les avantages du modèle de chaîne de blocs circulaire .....	19
E. Les avantages et les inconvénients de la technologie de la chaîne de blocs .....	20
VI. Conclusions et recommandations.....	23
Remerciements.....	24
Références.....	24

*Figures*

Figure I. Principes fondamentaux du Système de gestion des ressources.....	9
Figure II. Voies possibles pour transformer le secteur des produits de base en secteur de services .....	12
Figure III. Éléments de base de l'architecture du système d'approvisionnement en ressources .....	13
Figure IV. Représentation circulaire du modèle d'abonnement à la chaîne de blocs, par fonction .....	22

## I. Introduction à une stratégie systémique de gestion des ressources naturelles

1. En février 2018 a été publié le premier document de réflexion d'une série de l'ONU consacrée à une nouvelle façon d'envisager la gestion des ressources mondiales et aux implications de ce changement pour l'élaboration du nouveau Système des Nations Unies pour la gestion des ressources (Système de gestion des ressources) qui accompagne l'outil d'inventaire des ressources utilisé par l'ONU, à savoir la Classification-cadre des Nations Unies pour les ressources (CCNU). Le présent document, quatrième et dernier en date d'une série non limitée, fait suite à la parution, le 25 mai 2021, de l'importante **note d'orientation** de l'ONU intitulée **Transformer les industries extractives pour les mettre au service du développement durable**<sup>1</sup>.

2. La publication de cette note d'orientation a coïncidé avec une importante activité de défense des droits civiques et de militantisme en faveur du climat. On y associe délibérément la nécessité de changer de modèle de gestion des ressources à la réparation des injustices, séquelles pernicieuses et externalités préjudiciables imposées aux générations futures. Ces déficiences sont parmi les causes profondes de la perte de confiance du public dans les industries extractives. Parmi tous les changements de paradigme qui s'imposent pour les ressources de la planète, celui qui a trait à la ressource humaine semble le plus urgent, tant il importe que cette ressource soit respectée et consultée.

3. La **note d'orientation** a été publiée après un processus de consultation mondiale de six mois mené par les cinq commissions économiques régionales de l'ONU et dirigé par le Secrétaire général et son équipe. Elle s'appuie sur le cadre conceptuel du Système des Nations Unies pour la gestion des ressources défini dans les trois premiers documents de réflexion, pour présenter des arguments convaincants en faveur d'un changement radical :

*« Pour transformer les industries extractives [...] il sera nécessaire d'accorder à la gestion de leurs incidences sur les sociétés et l'environnement une importance égale à celle dont bénéficiaient les considérations économiques. Il faut également changer d'état d'esprit, c'est-à-dire déplacer le centre d'intérêt depuis les considérations économique à court terme jusqu'aux risques financiers à long terme et aux avantages plus larges associés à la transition vers des économies à émissions nettes nulles, qui prennent en compte les externalités sociales, environnementales et culturelles. ».*

4. Dans ses 18 recommandations, qu'unit l'objectif commun de redéfinir la nature de la prise de décisions d'investissement dans la récupération et l'utilisation des ressources au profit de toutes les parties prenantes, l'ONU prend la décision fondamentale d'effectuer un « changement radical » (recommandation 15) pour mettre le cadre conceptuel en pratique :

*« Mettre en œuvre un cadre de gestion des ressources durable, intégré et fondé sur des principes communs, en utilisant des outils tels que la CCNU existante et le Système des Nations Unies pour la gestion des ressources en cours d'élaboration. ».*

5. Cette recommandation engage l'ONU à adopter la CCNU et le Système de gestion des ressources en tant qu'instruments privilégiés pour la gestion des ressources naturelles dans le cadre de la réalisation du Programme de développement durable à l'horizon 2030 (Programme 2030) et des 17 objectifs de développement durable (ODD) qui y sont associés. Pour bien comprendre et mettre en œuvre cette décision, il est essentiel d'examiner les principales caractéristiques de la CCNU et du Système de gestion des ressources, et en particulier la manière dont la nouvelle approche diffère de celle qu'elle remplace.

6. En termes simples, la différence peut être comprise comme un changement de modèle de la linéarité à la circularité, régissant à égalité et de manière essentiellement indivisible les flux physiques des ressources et ceux de l'argent que ces ressources représentent, soulignant

<sup>1</sup> Voir la note d'orientation de l'ONU intitulée « Transforming Extractive Industries for Sustainable Development » (Transformer les industries extractives pour les mettre au service du développement durable), Nations Unies, New York, 25 mai 2021, [https://www.un.org/sites/un2.un.org/files/sg\\_policy\\_brief\\_extractives.pdf](https://www.un.org/sites/un2.un.org/files/sg_policy_brief_extractives.pdf).

leur convergence parfaite. Le résultat escompté de la fusion des ressources et de l'argent dans une économie circulaire est que les « externalités sociales, environnementales et culturelles » prévues soient fournies dans un équilibre bénéfique gagnant/gagnant. Cet équilibre est du type de celui que John Nash a défini pour la première fois comme l'attribut quintessentiel d'une classe de transition d'importance primordiale pour une gestion équitable et transparente des ressources. Soit toutes les parties prenantes bénéficient de la satisfaction de leurs besoins individuels et collectifs, soit elles subissent toutes la même défaillance du système. En termes simples, la différence peut être comprise comme le changement de modèle de la linéarité à la circularité, régissant à égalité et de manière essentiellement indivisible les flux physiques des ressources et ceux de l'argent que ces ressources représentent, soulignant leur convergence parfaite. Le résultat escompté de la fusion des ressources et de l'argent dans une économie circulaire est que les « externalités sociales, environnementales et culturelles » prévues soient fournies dans un équilibre bénéfique gagnant/gagnant. John Nash a défini cet équilibre comme l'attribut quintessentiel d'une classe de transition d'importance primordiale pour une gestion équitable et transparente des ressources.

7. Il est donc de l'intérêt de tous de trouver et de maintenir ce « point d'équilibre » dans la gestion des ressources pour la réalisation des 17 ODD. En ce sens, les ressources secondaires et primaires peuvent être considérées comme des « matières premières essentielles ».

## A. Vers la circularité

8. Le premier document de réflexion (2018), prônait un « changement radical » en matière de gestion des ressources<sup>2</sup>. L'idée est de remplacer le modèle linéaire à sens unique et soumis aux lois du commerce, axé depuis la Seconde Guerre mondiale sur les investissements dans le cadre du marché des capitaux, par le modèle exposé dans la note d'orientation. Pour la gestion des ressources, en particulier énergétiques, la Commission économique pour l'Europe (CEE) propose un modèle circulaire, intégré et fondé sur les interactions<sup>3</sup>.

9. Que signifie « circulaire » ? Début 2018, l'idée de circularité commençait à prendre forme, comme cela était évoqué dans le document plaidant pour un changement radical :

*« Bien qu'il n'existe pas encore de modèle normalisé pour une économie "circulaire", il est évident que le modèle linéaire de gestion des ressources naturelles (« prendre/produire, utiliser, jeter ») doit laisser la place à un modèle circulaire (« prendre/produire, utiliser, recycler »). En matière de gestion des ressources naturelles, il s'agit de passer d'un mode opératoire en une étape centré sur l'extraction à un mode opératoire continu axé sur la récupération. Sur le plan matériel, cela signifie que rien ne quitte l'écosystème si on peut l'éviter ou procéder autrement, donc qu'il y a zéro déchet<sup>4</sup>. »*

10. Ce nouveau modèle, qui pourrait se fonder sur le point d'équilibre de Nash, prend rapidement corps aujourd'hui dans le cadre des investissements et des financements environnementaux, sociaux et de gouvernance (ESG). Il est désormais évident que ce type de financement est parfaitement adapté aux rapports du secteur mondial des ressources sur sa contribution à la satisfaction des attentes à son égard des 193 États Membres de l'ONU en vue de la réalisation des objectifs de développement durable définis en 2015. La raison en est que les rapports sur l'efficacité environnementale, sociale et de gouvernance font des

<sup>2</sup> Voir « La Classification-cadre des Nations Unies pour les ressources au service de la réalisation des objectifs de développement durable – Transformer les ressources naturelles de notre monde : vers une modification profonde de la Classification-cadre des Nations Unies pour les ressources ? », [https://unece.org/fileadmin/DAM/energy/se/pp/unfc\\_egrm/egrc9\\_apr2018/ece.energy.ge.3.2018.7\\_f.pdf](https://unece.org/fileadmin/DAM/energy/se/pp/unfc_egrm/egrc9_apr2018/ece.energy.ge.3.2018.7_f.pdf).

<sup>3</sup> Voir « Natural Resource Nexuses in the ECE region » (Les questions centrales des ressources naturelles dans la région de la CEE), <https://unece.org/info/Sustainable-Energy/UNFC-and-Sustainable-Resource-Management/pub/355180>.

<sup>4</sup> Ibid.

« externalités sociales, environnementales et culturelles » leurs principaux indicateurs de performance, qui sont aussi les principaux indicateurs de performance du Programme 2030.

11. Dans le deuxième document, paru en avril 2020, figure une description de haut niveau des « spécifications, lignes directrices et pratiques optimales » concernant le Système de gestion des ressources sous la rubrique « valeurs mondiales, contextes régionaux, priorités et besoins en matière de gestion des ressources à l'ère des mégadonnées et de l'intelligence artificielle »<sup>5</sup>. Il y est question d'outils prometteurs, puissants, largement distribués, abordables et « intelligents » de saisie, d'analyse et de communication des données, en particulier la chaîne de blocs, mais aussi les smartphones, les données satellitaires, l'apprentissage automatique et l'intelligence artificielle, et il y est annoncé que la pandémie de COVID-19 devrait accélérer la transition vers cette stratégie.

12. La plupart des ressources nécessaires au développement durable sont fournies par des milliers de projets distincts (mines, champs pétroliers, parcs éoliens, etc.) dont le comportement individuel est en général raisonnablement bien compris. Cependant, l'ensemble de ces projets constitue un système adaptatif dynamique et complexe, comprenant des centaines de composants et de nombreux liens et interdépendances. Les réactions de tels systèmes à un changement sont en général non linéaires et imprévisibles. Un système d'approvisionnement en ressources peut devenir nécessaire pour mieux comprendre les chaînes d'approvisionnement et leurs interactions complexes, en particulier dans une économie de plus en plus circulaire. Ce système permettrait de garantir l'approvisionnement en ressources, en particulier dans la période dynamique actuelle, où les transitions en matière d'énergie et de mobilité s'accélèrent.

13. L'évolution vers un monde plus circulaire consistera à dissocier les ressources du développement. Cette dissociation essentielle exigerait de ne plus se concentrer sur les produits de base mais sur les consommateurs et les résultats de services. Le modèle de la « ressource en tant que service » déplace l'accent des produits vers les consommateurs et les résultats (voir la section III pour de plus amples détails). Cette transition favorisera la circularité de l'économie. Un changement de cette nature doit tenir compte de la complexité du système d'approvisionnement en ressources. Le réseau d'approvisionnement peut être assez complexe et comprendre de multiples sources de ressources, des centres de production, des étapes de valorisation, de raffinage et de traitement (voir la section IV pour de plus amples détails). Cette complexité ne fait qu'augmenter à mesure que l'économie circulaire progresse. Les attributs de la technologie de la chaîne de blocs, qui transparaissent dans la dénomination plus technique de technologie des registres distribués, sont considérés comme essentiels pour créer une solution systémique à plusieurs des faiblesses les plus flagrantes du modèle socioéconomique linéaire (voir la section V). Cette technologie pourrait être intégrée dans un système d'approvisionnement en ressources bâti sur le modèle économique de la ressource en tant que service. La définition de cette technologie se résume comme suit : « [La chaîne de blocs comprend] l'infrastructure et les protocoles technologiques qui permettent l'accès, la validation et la mise à jour simultanés des enregistrements de manière impossible à modifier sur un réseau réparti entre plusieurs entités ou emplacements. »<sup>6</sup>:

14. Comme on le verra plus en détail dans les premières sections du présent document, la démarche systémique mentionnée dans le deuxième document, en date de 2020, est essentielle à son adoption par les parties prenantes et à son amélioration technique :

*« Le "nouveau" monde sera de plus en plus axé sur l'intelligence artificielle, les mégadonnées et la chaîne de blocs. Il aura pour philosophie de base une démarche systémique pour maintenir une croissance durable. »*

<sup>5</sup> Voir « Élaboration de spécifications détaillées, de lignes directrices et de pratiques optimales concernant l'utilisation efficace de la CCNU et du Système des Nations Unies pour la gestion des ressources au service du développement durable : valeurs mondiales, contextes régionaux, priorités et besoins en matière de gestion des ressources à l'ère des mégadonnées et de l'intelligence artificielle », [https://unece.org/fileadmin/DAM/energy/se/pdfs/egrm/egrm11\\_apr2020/ECE\\_ENERGY\\_GE.3\\_2020\\_7\\_SDGD\\_WG\\_final.pdf](https://unece.org/fileadmin/DAM/energy/se/pdfs/egrm/egrm11_apr2020/ECE_ENERGY_GE.3_2020_7_SDGD_WG_final.pdf).

<sup>6</sup> Voir « Distributed Ledger Technology (DLT) » (Technologie du grand livre distribué (DLT)), <https://www.investopedia.com/terms/d/distributed-ledger-technology-dlt.asp>.

15. Mais l'intérêt d'adopter une démarche systémique n'est pas limité à la technologie elle-même, bien au contraire. Étant donné, que du point de vue des ressources, la transition vers la circularité devait être axée sur leur gestion intégrée, le point de départ conceptuel a été défini en déterminant quelles ressources pourraient répondre aux besoins essentiels au service de la réalisation des ODD :

*« Au cours des dernières années, ces capacités [l'intelligence artificielle et la chaîne de blocs] ont été très puissamment appliquées pour mieux comprendre et donc atténuer les perturbations chroniques affectant les ressources vitales dont le monde dépend pour satisfaire les besoins fondamentaux, notamment l'alimentation, l'énergie et l'eau. Il est désormais reconnu que ces perturbations sont interdépendantes, ce qui a conduit à mettre l'accent sur le complexe alimentation-énergie-eau. Gérer de manière durable les interactions entre les ressources est l'un des objectifs au service duquel doit se mettre le Système de gestion des ressources. ».*

16. Dans ce contexte, et compte tenu du fait que l'économie circulaire fusionnerait en une seule « devise » ressources physiques et monnaies d'un point de vue économique, il était inévitable qu'un changement transformateur de la stratégie et des critères d'investissement soit nécessaire.

## **B. Vers un nouveau point d'équilibre durable environnemental et économique**

17. Le troisième document de réflexion a été achevé en avril 2021, au cours du processus de consultation en vue de la note d'orientation, dont certains points fondamentaux avaient été présentés à la table ronde intitulée « Le secteur extractif et le développement durable dans la région de la CEE », tenue le 20 janvier 2021. Y sont présentés les arguments en faveur d'un changement radical de la manière de mesurer l'efficacité d'un investissement dans la gestion des ressources, consistant à passer d'un critère de performance unique, le retour sur investissement ou le rendement pour les actionnaires ou leur équivalent, l'augmentation de la valeur actuelle nette, à une série complexe d'indicateurs de performance définis par les « externalités sociales, environnementales et culturelles ». En termes plus philosophiques, ce changement de système de mesure est le levier qui fait passer l'investissement d'une démarche centrée sur l'actionnaire à un « capitalisme de parties prenantes »<sup>7</sup>.

18. Ce changement permet de déterminer quelles ressources sont fondamentales pour satisfaire les besoins humains essentiels et de les classer comme des biens publics dans le nouvel équilibre de Nash. Dans le contexte de la réalisation des ODD, non seulement à l'horizon 2030 mais aussi à plus long terme, à l'horizon de la circularité, les priorités de la catégorie des biens publics sont les suivantes :

- a) Garantir l'approvisionnement en matières et ressources critiques, où l'adjectif « critique » peut signifier pour les individus éradiquer la pauvreté et atteindre la faim zéro, mais aussi parvenir au gaspillage zéro et au préjudice zéro en ce qui concerne les ressources ;
- b) Favoriser la résilience et la sécurité de l'économie à un niveau sociétal inclusif, en considérant certaines ressources comme des biens publics auxquels un accès équitable et sûr est un droit pour toutes les parties prenantes, et non un privilège reposant sur la propriété ou une restriction d'accès.

19. Dans la période de crise aiguë officiellement ouverte le 11 mars 2020 par le début de la pandémie de COVID-19, les éléments inclus dans l'ensemble des ressources critiques sont à la fois les besoins pérennes en eau, en énergie et en alimentation, mais aussi les vaccins et les infrastructures de distribution correspondantes. La perte alarmante de terres arables

<sup>7</sup> Voir Klaus Schwab, *Stakeholder Capitalism: A Global Economy that Works for Progress, People and Planet* (Wiley, janvier 2021).

fertiles revêt une importance particulière, et celles-ci doivent aussi être considérées comme une ressource critique<sup>8</sup>.

20. Ainsi, le troisième document tient l'engagement pris par le Secrétaire exécutif de la CEE de l'époque lors de l'ouverture de la réunion annuelle de 2017 du Groupe d'experts de la classification des ressources (rebaptisé par la suite Groupe d'experts de la gestion des ressources), lorsqu'il a fixé l'objectif du changement radical à venir comme la recherche du bien public dans la gestion des ressources. La prémisse fondatrice qui a donné naissance à toute la série de documents de réflexion était :

*« ... la nécessité d'aborder autrement la question des ressources, c'est-à-dire de passer d'une situation dans laquelle la production est déséquilibrée et laisse de côté d'importantes externalités, à une situation créant davantage de valeur, [... ce qui est le résultat souhaité] de l'action en cours concernant la classification des ressources et [fait] de la CCNU [un] bien d'intérêt public.<sup>9</sup> ».*

21. C'est cette impulsion qui a suscité le changement de mission et de domaine de compétence du Groupe d'experts de la classification des ressources, qui sont passés d'une simple classification des ressources à leur gestion, comme en témoigne le changement de nom en Groupe d'experts de la gestion des ressources, et donc le passage d'un système à un pilier, la Classification-cadre, à un modèle à deux piliers comprenant également le Système de gestion des ressources.

22. S'il fallait rappeler au Groupe d'experts que fournir un tel système répond à un besoin au sein de l'ONU, une autre division de la CEE a commandé l'élaboration d'une application fondée sur la technologie de la chaîne de blocs, FeedUp<sup>10</sup>, qui est axée sur un objectif essentiel de l'économie circulaire, à savoir la réduction et en fin de compte l'élimination des déchets alimentaires. Cette application est maintenant en phase d'essai expérimental et offre un excellent exemple de la manière dont on peut aborder l'élaboration d'un système de gestion des ressources du complexe alimentation-énergie-eau. La CEE et le Centre des Nations Unies pour la facilitation du commerce et les transactions électroniques (CEFACT-ONU), conjointement avec les principales parties prenantes du secteur, après avoir examiné les difficultés et les risques, ont lancé un projet d'initiative-cadre internationale visant à améliorer la transparence et la traçabilité des chaînes de valeur durables dans le secteur de l'habillement et de la chaussure<sup>11</sup>. Dans le cadre de ce travail, la CEE a lancé « The Sustainability Pledge » (L'engagement pour la durabilité), invitant les gouvernements, les fabricants de vêtements et de chaussures et les parties prenantes du secteur à s'engager à appliquer l'ensemble de mesures de l'ONU pour améliorer la réputation du secteur en matière d'environnement et d'éthique<sup>12</sup>. Des initiatives similaires, par exemple ESG Book<sup>13</sup>, qui fournit des données environnementales, sociales et de gouvernance à titre de biens publics, commencent à bousculer le secteur du marché des capitaux traditionnel. Cette tendance gagne la société dans son ensemble, comme en témoigne l'initiative « Open Science » (Science ouverte) de l'Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science

<sup>8</sup> Voir « For A Conscious Planet, Focus Should Move Towards Soil » (Une planète consciente devrait mettre l'accent sur les sols), <https://www.news18.com/news/opinion/opinion-for-a-conscious-planet-focus-should-move-towards-soil-4521236.html>.

<sup>9</sup> Voir le rapport de 2017 du Groupe d'experts de la classification des ressources [https://unece.org/fileadmin/DAM/energy/se/pp/unfc\\_egrm/egrc8\\_apr\\_2017/ece.energy.ge.3.2017.2\\_e.pdf](https://unece.org/fileadmin/DAM/energy/se/pp/unfc_egrm/egrc8_apr_2017/ece.energy.ge.3.2017.2_e.pdf).

<sup>10</sup> Voir <http://feedup.unece.org/>.

<sup>11</sup> Voir Traçabilité pour des vêtements et des chaussures durables <https://unece.org/trade/traceability-sustainable-garment-and-footwear>.

<sup>12</sup> Voir <https://thesustainabilitypledge.org/toolbox.html>.

<sup>13</sup> Voir « ESG Book aims to 'disrupt' the sustainability sector with free data from commercial investors as much as from public sources of funds » (ESG Book vise à bousculer le secteur de la durabilité en proposant des données gratuites provenant d'investisseurs commerciaux et de sources de financement publiques, [https://www.reuters.com/business/cop/esg-book-aims-disrupt-sustainability-sector-with-free-data-2021-12-01/?utm\\_source=newsshowcase&utm\\_medium=discover&utm\\_campaign=CCwqFwgwKg8IACoHCAow3MukCjD92XcwpIsrMLv7MA&utm\\_content=related](https://www.reuters.com/business/cop/esg-book-aims-disrupt-sustainability-sector-with-free-data-2021-12-01/?utm_source=newsshowcase&utm_medium=discover&utm_campaign=CCwqFwgwKg8IACoHCAow3MukCjD92XcwpIsrMLv7MA&utm_content=related)).

et la culture (UNESCO), qui vise à généraliser l'adoption de pratiques ouvertes afin de renforcer les liens entre la politique scientifique et la société<sup>14</sup>.

### C. La transition vers l'économie circulaire, une transformation éthique

23. Les récents troubles sociaux amènent inéluctablement à conclure que l'échec du modèle linéaire d'extraction des ressources trouve son origine sociale et éthique dans le modèle colonial des ressources humaines dont ladite extraction dépendait de manière décisive, qu'il se soit agi de l'esclavage ou de pratiques d'emploi hautement spoliatrices et répressives. Le modèle linéaire colonial, à commencer par les caractéristiques qui le définissent, à savoir l'extraction des ressources à leur point d'origine à un coût minime, leur expédition vers un pays tiers pour en récupérer la valeur, tout en laissant un héritage de dommages et de déchets environnementaux souvent accompagnés de graves conséquences sur le plan de l'emploi et de la santé publique, présente des liens indéniables avec l'esclavage, dont on peut dire qu'il dépend fondamentalement.

24. Ce modèle a connu un tel succès qu'il a été reproduit au XIX<sup>e</sup> siècle dans des pays tiers et a contribué à transformer la nature des villes, notamment en Europe, qui sont devenues des aimants pour la main-d'œuvre bon marché et les pauvres des villes. C'est devenu l'antithèse de l'équilibre gagnant/gagnant de Nash. Les luttes qui se sont ensuivies pour l'accès aux ressources critiques sont devenues de plus en plus étroitement liées à des conflits gagnant/perdant.

### D. Le pivot vers le nouveau point d'équilibre

25. La note d'orientation a eu pour effet de produire le changement radical demandé, du moins en ce qui concerne les rôles de la CCNU et du Système de gestion des ressources, qui y sont présentés ensemble comme essentiels à la stratégie de l'ONU pour la période d'après la COVID-19, notamment en matière d'investissement dans la phase de relèvement « Reconstruire en mieux ». L'ONU a ainsi reçu un mandat officiel pour utiliser la CCNU et le Système de gestion des ressources en tant qu'instruments de mise en œuvre, et sa confiance dans ces instruments pour contribuer dans la pratique à réaliser les ODD relatifs aux ressources a été affirmée.

## II. La CCNU et le Système de gestion des ressources

26. Des crises telles que les sécheresses, les inondations, les ouragans, les incendies de forêt et la pandémie actuelle de COVID-19, qui est toujours en cours, exercent de fortes pressions sur la planète. Elles ont immédiatement d'importantes incidences sur la façon dont les ressources sont produites, distribuées et consommées, et suscitent de graves perturbations des chaînes d'approvisionnement et des industries qu'elles desservent lorsque leur personnel tombe malade ou est frappé d'incapacité. Ces événements extrêmes sont difficiles à prévoir par les méthodes traditionnelles. Un nouveau modèle est nécessaire pour gérer les ressources humaines et techniques surchargées lors d'événements aigus complexes.

27. Si l'humanité veut atteindre ses objectifs climatiques et offrir une bonne qualité de vie aux communautés, il est nécessaire d'agir au niveau mondial pour élaborer un cadre cohérent fondé sur des principes pour le secteur des ressources. La CEE propose d'agir au moyen d'un cadre pour le secteur des ressources comprenant les cinq éléments suivants :

a) **Un contrat social** : il est nécessaire d'établir un contrat d'exploitation social, environnemental et économique global qui intègre qualité de vie, transition juste, atténuation des changements climatiques et adaptation à ceux-ci, ainsi que gestion de l'environnement ;

<sup>14</sup> Voir « UNESCO sets ambitious international standards for open science » (L'UNESCO établit des normes internationales ambitieuses pour une science ouverte) <https://www.unesco.org/en/articles/unesco-sets-ambitious-international-standards-open-science>.

b) **Une taxinomie de la finance durable** : les investisseurs devraient s'orienter vers des financements axés sur les critères environnementaux, sociaux et de gouvernance, fondés sur une taxinomie commune de la finance durable ;

c) **Un système durable de gestion des ressources** : le secteur devrait s'aligner sur un cadre commun de gestion des ressources qui soit durable, intégré et fondé sur des principes ;

d) **La traçabilité de la chaîne d'approvisionnement** : les parties prenantes devraient élaborer un cadre global pour la traçabilité, la transparence et la durabilité dans les chaînes d'approvisionnement en produits extractifs ;

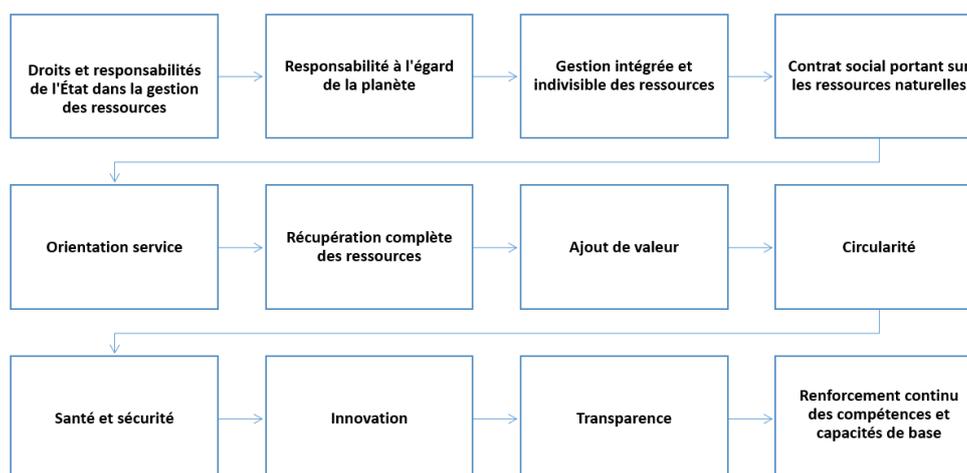
e) **Les évaluations environnementales stratégiques** des plans et programmes permettent d'atténuer les éventuelles incidences négatives. Elles peuvent constituer un outil de planification complet qui favorise la gouvernance et l'innovation en évaluant les incidences des différentes solutions sur l'environnement et la santé, en proposant des solutions et en interpellant les autorités et le public.

28. La CEE a pris acte des implications du Programme 2030 concernant les ressources et a pris contact avec toutes les parties prenantes pour renforcer et élargir l'application de la CCNU en tant que base du Système de gestion des ressources. La licence sociale d'exploitation étant une question importante, des directives sociales et environnementales ont été élaborées. Le champ d'application de la CCNU a été étendu à l'ensemble des ressources primaires et secondaires (anthropiques).

29. Pris ensemble, la CCNU et le Système de gestion des ressources fournissent une méthode d'évaluation et de gestion des ressources unifiée, comparable, interopérable et harmonisée, qui peut être utilisée à des fins gouvernementales, statistiques, sociales ou financières, ou encore au niveau des entreprises. Ils fournissent un ensemble solide de normes, de directives, de protocoles et de pratiques optimales en vue de réaliser le Programme 2030 dans le domaine de la gestion durable des ressources (fig. I). La reconstruction des économies après la pandémie nécessitera des quantités massives de matières premières essentielles pour les énergies vertes.

Figure I

### Principes fondamentaux du Système de gestion des ressources



30. Les pays et les entreprises qui adopteront une gestion durable des ressources harmonisée avec la CCNU et le Système de gestion des ressources amélioreront la viabilité socioéconomique et l'état de préparation technologique des projets d'exploitation des ressources et se garantiront d'être réactifs et résilients face aux difficultés régionales et mondiales. Cela créera pour les gouvernements, les industriels et les financiers des opportunités de réinventer leurs activités et de se situer résolument dans le discours du développement durable :

- Cette transformation comprendra une meilleure gestion environnementale des projets, par exemple en entraînant une réduction considérable des incidences sur les terres, les sols, l'eau et l'air et une réduction notable des déchets ;
- Les projets seront socialement responsables et augmenteront les retombées sur les communautés locales afin de leur offrir des avantages plus importants, y compris aux populations autochtones.

31. L'adaptation aux besoins régionaux et nationaux est une condition préalable à une gestion durable des ressources. Par exemple, l'Union européenne (UE) met l'accent sur les considérations stratégiques et sur de nouveaux modèles plus durables d'approvisionnement en ressources. Entre 2014 et 2020, l'UE a mis 80 milliards d'euros à la disposition de l'innovation dans le cadre du programme Horizon 2020. Un montant supplémentaire de 100 milliards d'euros pourrait être débloqué pour la période 2021-2027 dans le cadre du projet de programme Horizon Europe. La CCNU est reliée à la classification des réserves et des ressources en pétrole et en gaz combustible de 2013 de la Fédération de Russie, qui vise à faire de même avec son système de minéraux et à piloter l'utilisation de la CCNU dans la région de la Communauté des États indépendants (CEI). D'autres pays d'Asie centrale et d'Europe du Sud-Est suivent des démarches intégrées similaires.

32. En Asie, la rareté des ressources contraste avec l'augmentation de la demande. La demande de ressources en Chine et en Inde excède celles qui sont disponibles sur le plan intérieur, ce qui oblige les deux pays à adopter une stratégie à trois volets pour assurer la sécurité de leur approvisionnement : i) augmenter la production primaire ; ii) étudier la production secondaire, y compris à partir de ressources non conventionnelles ; iii) rechercher un accès à l'échelle mondiale. Les systèmes chinois d'approvisionnement en pétrole et en minéraux sont reliés à la CCNU. La Chine cherche à soutenir les institutions des parties prenantes impliquées dans la gestion des ressources.

33. L'Afrique fournit un autre exemple extrême des diverses pressions en jeu. La région souffre depuis longtemps de la maximisation des revenus sans souci d'améliorer son régime fiscal. De nombreux pays de la région se distinguent par leur absence de politique de gestion des ressources et dépendent encore de la négociation de contrats de développement au cas par cas. En raison du manque d'expérience en matière de négociation et de rédaction de contrats, de nombreux pays se trouvent dans une position de faiblesse dans les négociations avec exploitants commerciaux ou investisseurs. Sous l'impulsion de l'Africa Mining Vision, l'Union africaine élabore actuellement un système de classification et de gestion des ressources minérales et énergétiques africaines fondé sur la CCNU et le Système de gestion des ressources afin de rétablir l'équilibre entre les parties à la négociation, précisément comme le demande Nash.

34. Les Amériques, dotées d'abondantes ressources naturelles, doivent compter avec la problématique des populations indigènes ou des Premières Nations. Leurs riches cultures, souvent figées dans l'intemporalité de monuments et de sites archéologiques, constituent une zone de friction avec le développement de l'exploitation des ressources. Le Mexique a dirigé le recensement et la classification par la CCNU des aspects sociaux et environnementaux pour faire avancer des projets dans plusieurs zones de développement.

35. Les centres internationaux d'excellence pour la gestion durable des ressources sont appelés à former un réseau collaboratif d'organisations axées sur le soutien à la gestion durable des ressources nécessaires au développement, conformément au Programme 2030 et à l'Accord de Paris<sup>15</sup>. Ces centres sont conçus pour se conformer pleinement aux normes et lignes directrices adoptées par la CEE en matière d'appui politique, de conseils et consultations techniques, d'éducation, de formation, de diffusion et autres activités essentielles pour les parties prenantes impliquées dans le développement durable des patrimoines nationaux en ressources.

36. Dans le cadre de leurs activités, ces centres internationaux d'excellence favoriseront le déploiement à l'échelle mondiale de la CCNU et du Système de gestion des ressources en

<sup>15</sup> Voir [https://www.unecce.org/fileadmin/DAM/energy/se/pdfs/UNFC/ICE-SRM/20200925\\_EGRM-11-2020-INF3\\_ICE.SRM\\_Criteria\\_\\_\\_ToR\\_Final.pdf](https://www.unecce.org/fileadmin/DAM/energy/se/pdfs/UNFC/ICE-SRM/20200925_EGRM-11-2020-INF3_ICE.SRM_Criteria___ToR_Final.pdf).

vue de décrire les ressources nécessaires à la réalisation du Programme 2030 et de soutenir leur gestion. De nombreux pays et régions du monde entier envisagent de créer de tels centres, qui pourraient être les plateformes dans le cadre desquelles interagiraient les besoins mondiaux et régionaux et sur lesquelles s'appuierait un nouveau système axé sur la résilience.

### III. Les ressources en tant que services

37. Pour atteindre les objectifs du Programme 2030, il sera nécessaire de disposer d'un approvisionnement ininterrompu en ressources naturelles. L'augmentation de la population et l'urbanisation croissante exerceront des pressions sur la demande. La structure de la consommation des ressources est actuellement très asymétrique, les pays à haut revenu en consommant plus de 25 tonnes par personne et par an. En revanche, les économies les moins développées en consomment moins de 2,5 tonnes par personne et par an. Avec l'amélioration du niveau de vie, les taux de consommation augmenteront, et les quantités totales consommées augmenteront de manière spectaculaire.

38. Il ne suffit pas d'augmenter la production pour répondre à la demande de ressources. Augmenter la production de manière non maîtrisée entraînerait une importante empreinte environnementale et carbone. À mesure que la qualité des ressources minérales baisse et que la difficulté d'extraire des produits miniers et pétroliers augmente, le rapport énergie extraite sur énergie dépensée diminue. Ces problèmes, en devenant insurmontables, érodent le contrat social sur les ressources naturelles.

39. L'efficacité de l'utilisation des ressources doit être améliorée massivement. Pour cela, il est nécessaire de dissocier leur extraction de leur utilisation, ce qui signifie qu'il faut obtenir plus avec moins de ressources<sup>16</sup>. Cependant, les volumes actuels de ressources et de matériaux recyclés ne représentent que 8 % du total, ce qui est le signe que des problèmes plus profonds affectent le système. Le modèle actuel d'exploitation des produits de base est conçu pour une économie linéaire. Il est mal adapté à un modèle d'économie circulaire.

40. Une solution de rechange au modèle des produits de base est le modèle des services, dans lequel « tout est un service ». Les commerçants proposent désormais aux utilisateurs un grand nombre de produits, d'outils et de technologies sous forme de services. Actuellement, la formule « Tout est un service » transforme tous les secteurs d'activité au niveau mondial, qu'il s'agisse du commerce de détail, du journalisme, de l'industrie, des médias, des transports ou les logiciels d'entreprise. Aujourd'hui, de nombreuses entreprises importantes tirent des services et non des marchandises ou des produits la majeure partie de leurs revenus. Le commerce se réorganise autour du modèle de l'abonnement, qui procure aux entreprises des revenus prévisibles.

41. L'accent est désormais passé des produits aux consommateurs et aux résultats. Les produits sont des objets individualisés liés à une transaction, tandis que se concentrer sur les consommateurs et les résultats représente une valeur durable. Le mode de pensée axé sur le produit donne la priorité aux accessoires et à l'extraction de revenus, et dévalorise les clients. Les cultures axées sur le produit sont construites autour d'une pensée linéaire, et les chaînes de montage organisent tout sur une ligne parfaitement droite. Dans de nombreux secteurs, cela ne fonctionne plus. La culture de l'abonnement est en train de s'imposer, garantissant au client l'accès au service au fil du temps et traduisant cette valeur durable en revenus. Tous les secteurs de la planète ont le même potentiel pour saisir ce type de croissance axée sur le client et les résultats.

42. Lorsqu'il s'agit de produits de base, le mode de pensée axé sur le produit est poussé à l'extrême. Le client est encore plus lointain ; par conséquent, les entreprises s'intéressent peu à lui. En retour, celui-ci n'a pas grande estime pour elles. Ce manque de visibilité des deux côtés fait que la croissance de l'entreprise et celle du client ne sont pas liées. Tout cela aboutit finalement à une rupture de la confiance au niveau des communautés.

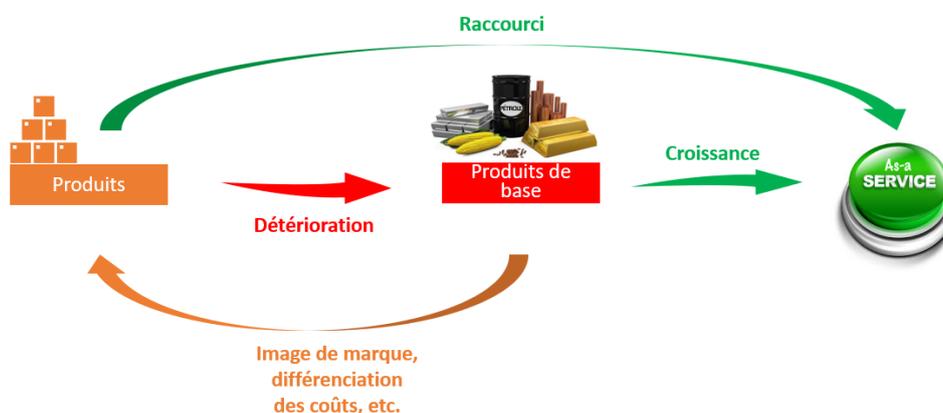
<sup>16</sup> Voir PNUE (2019), « Global Resources Outlook » (Perspectives des ressources mondiales) <https://www.resourcepanel.org/reports/global-resources-outlook>, résumé en français téléchargeable à la même adresse.

43. Un secteur axé sur les services ne produit pas plus de marchandises, mais s'attache à trouver la manière d'atteindre le résultat recherché avec une moindre quantité de ressources. L'efficacité de l'usage des ressources est au cœur de ses préoccupations, ce qui se traduit par une production efficace entraînant une diminution de l'empreinte environnementale ou climatique. Les industriels et les utilisateurs deviennent de véritables partenaires et se développent ensemble. La fidélisation des clients se diffuse dans la société et un véritable contrat social relatif aux ressources naturelles se développe.

44. Il ne sera pas difficile pour le secteur des produits de base de se transformer en secteur de services (fig. II). Comme de nombreux secteurs, l'industrie manufacturière se transforme. Au lieu de se concentrer sur les produits, les stocks et la promotion, elle se concentre sur le public, ses clients. La transition à une industrie de services a été moins douloureuse que prévu pour toutes les industries qui ont emprunté cette voie. Les technologies de l'information (le logiciel, l'intelligence artificielle, la chaîne de blocs, etc., conçus comme des services), les médias (les contenus en tant que services), l'industrie manufacturière (le produit en tant que service) et les transports (les transports et la mobilité en tant que services) fournissent quelques bons exemples de cette transformation. Le secteur des produits de base doit s'éveiller de son long sommeil et entrer dans le monde nouveau où « Tout est un service ».

Figure II

#### Voies possibles pour transformer le secteur des produits de base en secteur de services



45. La transition axée sur le service favorisera la circularisation de l'économie. Les inefficacités d'utilisation des ressources feront place à une efficacité maximale et le développement et l'utilisation des ressources seront découplés. Le secteur devrait tirer avantage du fait d'échapper aux aléas de la volatilité des marchés, qui le font passer par d'éternels cycles en dents de scie. Même s'il n'est pas possible de contrôler tous les aléas pouvant affecter des chaînes d'approvisionnement complexes, il sera au moins possible de mieux les prévoir et de mieux s'y préparer. La stabilité du marché des ressources profitera aux gouvernements, qui pourront anticiper des économies stables et donc mieux planifier. La transformation favorisera globalement une répartition plus équitable des bénéfices entre toutes les parties prenantes de la société, ce qui renforcera les bases du contrat social relatif aux ressources naturelles.

## IV. Le système d'approvisionnement en ressources

46. Nos sociétés reposent sur l'utilisation de nombreux types de ressources (métaux, pétrole et gaz, charbon, électricité, eau, etc.). La plupart de ces ressources proviennent de milliers de projets (mines, champs pétrolifères, parcs éoliens, etc.), dont on comprend plutôt bien la dynamique, ce qui n'est pas le cas lorsque ces projets sont pris dans leur ensemble, puisqu'ils forment un système adaptatif et complexe qui comporte des centaines d'éléments interconnectés et interdépendants. Un système de cette nature réagit généralement à un changement de manière complexe, non linéaire et imprévisible. La présente section traite des difficultés que pose cette complexité en fournissant un aperçu simplifié et schématique du

système d’approvisionnement en ressources. Les lecteurs qui souhaitent en savoir plus sur ce système sont invités à consulter les travaux cités en référence.

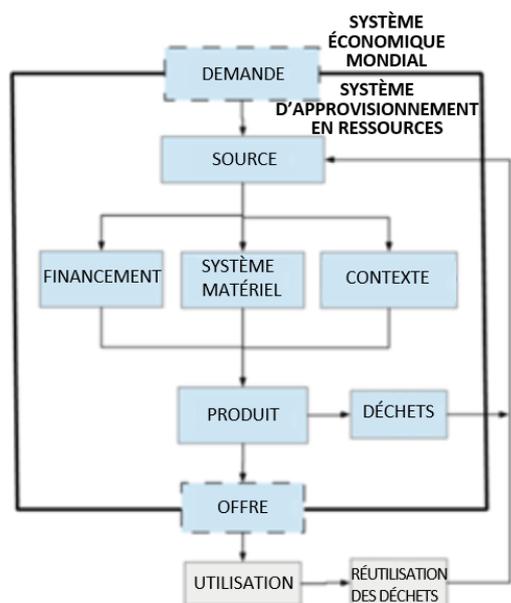
## A. Éléments de base constituant le système d’approvisionnement en ressources

47. On entend par « système d’approvisionnement en ressources » un ensemble d’activités qui doivent être menées pour qu’un produit soit fourni. Ce système est un petit rouage du vaste système économique mondial<sup>17</sup>. Il se compose de plusieurs éléments de base : la source, le système matériel (production, transport et transformation), les aspects financiers et économiques ainsi que le contexte (juridique, réglementaire, etc.).

48. Il peut être utile d’examiner un système d’approvisionnement en ressources séparément du système économique mondial, même si une telle approche ne reflète pas la réalité dans toute sa complexité. Le schéma fonctionnel ci-dessous montre les éléments fondamentaux qui composent un système d’approvisionnement en ressources. La ligne noire épaisse marque la frontière entre le système d’approvisionnement en ressources et le système économique mondial. Ce schéma illustre ainsi une architecture théorique de haut niveau applicable à un système tel que la chaîne de blocs. Il ne vise toutefois pas à représenter un système complet, qui serait forcément beaucoup plus détaillé (fig. III).

Figure III

### Éléments de base de l’architecture du système d’approvisionnement en ressources



49. Dans la figure III, les cases aux contours en pointillés désignent les points d’entrée et de sortie du système d’approvisionnement en ressources, c’est-à-dire d’un côté la demande, et de l’autre l’offre. Les cases gris clair se trouvent en dehors du système d’approvisionnement en ressources. Un système d’approvisionnement en ressources a pour point d’entrée :

- La **demande**, c’est-à-dire l’expression de la volonté et de la capacité d’un utilisateur d’acquérir un produit. Force motrice de l’activité économique, la demande sert de passerelle entre le monde et les systèmes d’approvisionnement en ressources. Lorsque les conditions le justifient, notamment en cas d’arbitrage entre les risques et les avantages économiques, elle peut déclencher une action de la part

<sup>17</sup> Faute de mieux, on peut parler d’un « système économique mondial », qui s’inscrit lui-même dans un système plus vaste.

- D'un **agent**, qui va chercher une source. On entend par « agent » une entité autonome aux propriétés bien définies qui exécute les tâches qui lui incombent. Dans la modélisation à base d'agents, ce terme recouvre de nombreux types d'entités. Il peut s'agir d'une entité unique (par exemple, une entreprise ou un gouvernement) ou d'un ensemble d'entités (par exemple, une combinaison de plusieurs entreprises ou organismes publics). Les propriétés et le comportement d'un agent peuvent changer avec le temps, car celui-ci réagit aux informations que lui communiquent d'autres agents et à l'environnement dans lequel il évolue.
  - Une **source** qui, lorsqu'elle est mise au jour et considérée comme viable, est intégrée dans
  - Un **système matériel**, qui est contrôlé par les agents d'exécution, à savoir :
    - Les agents de production ;
    - Les agents de transformation, qui disposent de l'équipement leur permettant de créer le produit souhaité à partir d'une ressource brute ;
    - Les agents de transport, qui déplacent les ressources d'un point à l'autre du système.
50. Outre les aspects matériels, d'autres conditions doivent être réunies :
- Le **financement**, poumon du système, est assuré par un agent ou un produit financier tel qu'une banque ou des titres, des fonds de capital-investissement, un gouvernement, des fonds souverains ou des obligations vertes.
  - Des critères liés au **contexte**, qui échappent généralement au contrôle de l'agent d'exécution. Il s'agit notamment :
    - Des questions juridiques telles que le droit à prestations ;
    - Du processus réglementaire ;
    - Des questions politiques ;
    - Des questions environnementales et sociales.
51. Lorsque les conditions énumérées ci-dessus sont satisfaites,
- Le **produit** (voir la section IV.E pour de plus amples informations) ainsi créé quitte le système d'approvisionnement en ressources par un
  - Point de sortie symbolisant l'**offre**, qui se trouve à la frontière entre le système d'approvisionnement en ressources et le système économique mondial, aux fins de son
  - **Utilisation**, qui génère une externalité qui n'est pas prise en compte dans la CCNU ou le Système de gestion des ressources et qui désigne l'usage qui est fait par le système de production ou le consommateur et dont découlent les éléments de confort sur lesquels repose notre société.
52. **Déchets** : à chaque étape, tant les processus du système d'approvisionnement en ressources que ceux du système économique mondial laissent un résidu. Ces résidus sont considérés comme des « déchets », mais ils peuvent aussi receler un produit potentiellement désirable. Dans le modèle simplifié ci-dessus, une boucle de « recyclage » symbolise la réinjection de ces déchets à la case « source » et représente l'économie circulaire.

## B. L'approvisionnement en ressources en tant que système complexe

53. L'architecture du schéma fonctionnel (fig. III) constitue en quelque sorte une représentation simplifiée et normée des éléments moteurs, des ressources et de l'ordonnement d'un projet. En réalité, chaque bloc peut comprendre plusieurs (souvent des centaines) d'agents ou d'activités interconnectés dans un réseau qui forme un système complexe adaptatif et dynamique. La technologie de la chaîne de blocs a été conçue pour faciliter et optimiser la gestion de ce système. La gestion des ressources consiste à déterminer

les « leviers » qui peuvent être actionnés dans ce système et à s'en servir pour produire le résultat souhaité. Les propriétés de ces systèmes ont été largement étudiées (voir les références). Ainsi, ces systèmes peuvent :

- Avoir des propriétés émergentes qui ne sont pas visibles si l'on considère les éléments pris séparément ;
- Entraîner des changements en cascade lorsqu'une modification apportée à un élément se répercute dans tout le système et provoque des changements imprévisibles dans d'autres éléments ;
- Provoquer des changements brusques et importants en réponse à des stimuli mineurs.

54. Ces facteurs de risque peuvent sensiblement influencer sur la manière de gérer l'approvisionnement en ressources. Que gérez-vous ? Que pouvez-vous gérer ? Comment déterminez-vous les leviers à actionner ? Comment anticipez-vous les conséquences de vos actions ?

### C. Modéliser l'approvisionnement en ressources

55. Le système d'approvisionnement en ressources peut être étudié à l'aide<sup>18</sup> :

- D'**organigrammes**, qui illustrent principalement les opérations séquentielles ;
- De **réseaux**, dans lesquels les nœuds représentent les agents connectés par des liens. Les réseaux, qui conviennent bien lorsque le degré de complexité est élevé, peuvent être utilisés pour étudier la dynamique d'un système d'approvisionnement en ressources ;
- De **modèles à base d'agents**, qui peuvent simuler les actions et les interactions des différents éléments d'un système d'approvisionnement en ressources afin d'expliquer le comportement du système dans son ensemble. Ils peuvent être utilisés pour étudier les agents et le résultat de leur interaction dynamique.

56. Un modèle à base d'agents se compose :

- D'un **agent**, c'est-à-dire une entité aux propriétés bien définies qui exécute les tâches qui lui incombent. Ses propriétés et son comportement peuvent évoluer au fil du temps et sont représentés par un **nœud** dans ce type de modèles<sup>19</sup>. Il s'agit par exemple :
  - D'agents de production, qui prospectent une mine de minerai, vendent des produits, etc. ;
  - D'agents de transport ou de transformation ;
  - D'agents de financement tels qu'une banque ou un marché boursier, qui fournissent les fonds nécessaires à l'exécution des activités matérielles ;
  - D'autres types d'agents.
- De **liens** qui connectent et régissent les actions des agents et peuvent illustrer les flux de ressources et de financement.

### D. Définir la gestion des ressources

57. La capacité à gérer l'approvisionnement en ressources dépend de ce que l'on entend par « ressource ». Or, il est indiqué dans une note de bas de page de la CCNU-2019 que ce terme n'est utilisé que dans un sens générique.

<sup>18</sup> Les descriptions données ici sont simplifiées, et le lecteur trouvera de plus amples informations dans les références.

<sup>19</sup> La terminologie employée diffère selon s'il est question de la théorie des réseaux (sommets, arrêtes) ou des modèles à base d'agents (nœud, lien).

58. Le terme « produit » est défini dans le glossaire de la CCNU-2019 sans que ne soit établi un point de référence : sa définition doit donc être précisée. Une distinction doit être établie entre l'emploi de ce terme dans la CCNU, où il désigne, dans une case, une quantité s'acheminant vers l'extrémité d'un système d'approvisionnement en ressources, et son emploi dans le cas des cases 111 (éventuellement 112 et 113), où il s'agit d'un flux d'énergie ou de matière qui sort des limites de la CCNU pour parvenir à un utilisateur. Pour ce dernier, le produit sera par exemple :

- Du cuivre, et non le minerai initialement extrait ou le concentré de cuivre. Il s'agira de cuivre métallique livré à un utilisateur, mais pas des produits qui pourront être fabriqués à partir de ce matériau ;
- Du pétrole, qui pourra avoir été prétraité aux fins de son transport vers une raffinerie, et non le produit raffiné ;
- De l'électricité propre, c'est-à-dire produite à partir d'énergie solaire, éolienne, hydraulique ou bioénergétique et livrée à un utilisateur, et non l'utilisation qui en est faite par la suite.

59. Il pourrait être utile de définir une quantité assortie d'un code de référence 111 (éventuellement 112 et 113) dans la CCNU comme étant un **produit final**. Toutes les autres quantités seraient définies comme des **produits intermédiaires** dans la représentation tridimensionnelle de la CCNU.

60. La gestion des ressources a pour objectif de surveiller l'approvisionnement tout au long des différentes « cases » de la CCNU pour que le produit final parvienne à l'utilisateur de manière durable.

61. On pourrait définir la gestion des ressources comme :

*« Un processus actif visant à assurer la fourniture rapide et efficace du produit final souhaité par l'utilisateur. ».*

62. La **manière** dont la gestion des ressources est assurée étant d'une importance capitale, elle doit répondre aux conditions suivantes (et peut-être à d'autres) :

- La production et l'utilisation des ressources doivent avoir le moins d'effets néfastes possibles sur l'environnement et la société ;
- Les changements qui interviennent dans l'approvisionnement en ressources (en particulier les pénuries) et dans leur utilisation étant susceptibles de gravement perturber la société, ils doivent être mesurés pour limiter les effets sociétaux négatifs.

63. Il est important de trouver un équilibre entre ces différentes conditions, qui peuvent être antagoniques.

## E. Glossaire et définitions du Système de gestion des ressources

64. Il est proposé d'élaborer la version définitive du glossaire du Système de gestion des ressources<sup>20</sup>. La CCNU et le Système de gestion des ressources visent actuellement les minéraux, le pétrole, les combustibles nucléaires, les énergies renouvelables, les ressources anthropiques, les projets d'injection et les eaux souterraines. Il est envisagé d'ajouter d'autres ressources telles que l'hydrogène et l'ammoniac. Le stock de ressources naturelles comprendra également les terres, les sols, l'eau (de surface et souterraine), les forêts et les ressources alimentaires<sup>21</sup>. L'élaboration d'un glossaire harmonisé est une tâche ardue.

65. Il est essentiel de bien comprendre les termes employés dans la CCNU et le Système de gestion des ressources, mais le glossaire actuel ne contient que peu d'entrées. Certains termes sont définis (ou censés l'être) dans des documents portant sur une ressource en

<sup>20</sup> Un glossaire des termes communs à la CCNU a été élaboré (ECE/ENERGY/GE.3/2022/3).

<sup>21</sup> Voir « Natural Resource Nexuses in the ECE region » (Les interactions des ressources naturelles dans la région de la CEE), à consulter à l'adresse <https://unece.org/info/Sustainable-Energy/UNFC-and-Sustainable-Resource-Management/pub/355180>.

particulier, tels que le Système de gestion des ressources pétrolières (PRMS) et le modèle du Committee for Mineral Reserves International Reporting Standards (CRIRSCO), mais ces définitions doivent être revues.

66. Un glossaire peut contenir des définitions, des exemples et des explications, qui jouent chacun un rôle différent. Une définition sert à décrire la nature d'un élément et non sa fonction, et elle ne se limite pas à un exemple ou à une explication. Par exemple, la CCNU définit actuellement un produit comme suit :

*« Les produits du projet peuvent être achetés, vendus ou utilisés, notamment l'électricité, la chaleur, les hydrocarbures, l'hydrogène, les minéraux et l'eau. Il est à noter que dans certains projets, notamment d'énergie renouvelable, les produits (électricité, chaleur, etc.) sont différents des sources (vent, rayonnement solaire, etc.). Dans d'autres projets les produits et les sources peuvent être identiques, par exemple dans les projets pétroliers, où tant les sources que les produits sont du pétrole et/ou du gaz, même si l'état et les propriétés du fluide peuvent changer entre le réservoir et les conditions en surface. ».*

67. Cette définition dit de ce qui peut être fait à un produit sans expliquer ce qu'est un produit. La définition suivante serait sans doute préférable :

*« Le produit est une quantité de matière ou d'énergie mesurée à un point de référence qui peut être l'une des classes de la CCNU. ».*

68. Cette définition peut être complétée par des explications et des exemples.

## V. Évaluation du modèle de la chaîne de blocs

### A. Ce que l'on peut attendre de la technologie des registres distribués

69. Il n'est pas fortuit que la note d'orientation (chap. II) fasse le lien entre le dépassement des conséquences de l'échec systémique du modèle linéaire et la réalisation de l'un des principaux objectifs de la transition vers une économie circulaire, à savoir la lutte contre les flux financiers illicites, tels que la corruption et l'évasion fiscale. Lorsqu'ils s'additionnent, ces phénomènes ont un coût annuel très élevé pour de nombreux pays très tributaires de pays tiers, en particulier de ceux dont le revenu est élevé, parce qu'ils leur fournissent des ressources, essentielles ou non. Comme expliqué plus en détail dans la section consacrée à la chaîne de blocs, la technologie des registres distribués constitue intrinsèquement une solution à ces difficultés assurant la traçabilité et la transparence tout au long de la chaîne, aussi bien pour les ressources que pour les fonds.

70. Par la même occasion se produit une transformation peut-être encore plus importante, à savoir la suppression d'une distinction établie de longue date dans le modèle linéaire de l'industrie extractive entre les actifs « fongibles » et « non fongibles ». Une fois cette distinction abolie, la ressource extraite, qu'elle soit solide, liquide ou gazeuse, devient un produit de base, représentant une unité au sein de l'ensemble des ressources (concentré de cuivre, gaz naturel ou lait, par exemple) parfaitement interchangeable avec ou remplaçable par une autre unité du même type.

71. Toutefois, si la procédure de la chaîne de blocs est soigneusement respectée et si toutes les ressources récupérées ont été jetonisées pour être utilisées (en commençant par les ressources secondaires récupérées et réutilisées, qui ont toujours la primauté sur les ressources primaires), chaque unité de ressource, qu'elle soit simple ou composite, devient « non fongible » du fait de sa nature unique. Cette transformation rend inévitable le passage au concept de ressource en tant que service.

72. Le principe de « fongibilité », qui est invoqué pour classer les ressources dans leur état physique comme des produits de base, incite fortement – peut-être involontairement – à gérer les ressources de telle manière qu'elles soient intraçables et échappent à tout contrôle, ce qui les rend susceptibles d'être sciemment détournées et altérées, voire gaspillées par mégarde. Le « zéro déchet » devient donc, grâce à la chaîne de blocs, un aspect intrinsèque de la circularité, en même temps qu'il constitue un fondement éthique de la durabilité.

## B. Une évaluation pragmatique de l'application du modèle de la chaîne de blocs à la gestion des ressources

73. De par leur nature, les chaînes de blocs permettent de résoudre plusieurs problèmes de la chaîne d'approvisionnement et de valeur linéaire tels que la perte d'intégrité des données, le manque de transparence, l'absence de traçabilité et l'opacité ou l'inefficacité de la gouvernance, qui sont à l'origine de flux financiers illicites, puisqu'elle s'appuie sur la technologie des registres distribués :

*On entend par technologie des registres distribués un ensemble d'infrastructures et de protocoles techniques qui permet de façon simultanée et inaltérable d'accéder aux données, de les mettre à jour et de les valider sur un réseau distribué entre plusieurs entités ou emplacements.*

74. En mettant l'accent sur les retombées positives de cette technologie sur le financement et l'investissement, étant entendu que dans une économie circulaire où s'amalgament les fonds et les ressources, ces retombées bénéficient également aux flux illicites de matériaux et de fonds, IBM, dans sa définition de la chaîne de blocs, met en relation les trois éléments que sont la traçabilité, la gestion des actifs et la confiance : la chaîne de blocs est un registre partagé et inaltérable permettant d'enregistrer les transactions, de suivre les actifs et d'instaurer la confiance<sup>22</sup>. L'une de ses principales caractéristiques est sa capacité à :

*« jetoniser les ressources naturelles en leur attachant une identité numérique unique (similaire à un jeton numérique) et en les rendant ainsi échangeables. La valeur des ressources devient ainsi plus évidente, ce qui facilite la mise en place d'un nouveau système de tarification et d'échange des ressources naturelles et incite les gens à adopter un comportement circulaire. »<sup>23</sup>.*

75. Lorsque l'on met en regard ces caractéristiques et la quantification des pertes, que les auteurs de la note d'orientation, s'appuyant sur un rapport de 2020 de la CNUCED, définissent comme étant à la fois la conséquence et la cause des fuites de capitaux, le problème ainsi défini pourrait difficilement trouver meilleure solution que celle offerte par la technologie de la chaîne de blocs<sup>24</sup> :

*« D'après la CNUCED, l'Afrique perd chaque année 88,6 milliards de dollars sous forme de fuite des capitaux, un montant supérieur aux 48 milliards de dollars d'aide publique au développement et aux 54 milliards d'investissement étranger direct dont elle bénéficie. Les pays tributaires des exportations ont également d'autres sources de préoccupations, à savoir les carences de gouvernance, les lacunes environnementales, sociales et juridiques, la déficience des politiques générales et la faiblesse des mécanismes de coordination intra et intersectoriels et entre les niveaux national et local.*

76. Un avantage important de la technologie de la chaîne de blocs tient à l'utilisation de « contrats intelligents ». Dans cette expression, le terme « intelligent » signifie essentiellement « automatisé », ce qui signifie que le contrat est intégré dans la chaîne de blocs et que ses clauses sont transparentes et vérifiables. Lorsque les conditions sont remplies, la transaction est exécutée automatiquement, et un nouveau bloc est ajouté à la chaîne. Il est beaucoup plus difficile d'altérer et de falsifier un document, et toute manipulation est facilement traçable. Toute modification des transactions génère un nouveau bloc, qui est enregistré dans la chaîne.

77. Sachant que l'erreur humaine involontaire est souvent à l'origine des problèmes de traçabilité et de responsabilité dans les chaînes d'approvisionnement mondiales complexes (dont la pandémie de COVID-19 a brutalement exposé la fragilité, la vulnérabilité et le

<sup>22</sup> Voir <https://www.ibm.com/uk-en/topics/what-is-blockchain>.

<sup>23</sup> Voir Mark Lancelott, Nic Chrysochou, Patrick Archard, PA Opinion, PA Consulting <https://www.paconsulting.com/insights/blockchain-can-drive-the-circular-economy/>.

<sup>24</sup> CNUCED (2020), *Les flux financiers illicites et le développement durable en Afrique*, Genève : CNUCED, p. 254, à consulter à l'adresse [https://unctad.org/system/files/official-document/aldcafrica2020\\_fr.pdf](https://unctad.org/system/files/official-document/aldcafrica2020_fr.pdf).

manque de résilience), les bénéfices liés à l'élimination des fuites et des pertes évitables causées par une erreur de l'utilisateur sont indéniables.

78. L'aspect « intelligent » du contrat intelligent, même s'il réside dans la nature automatisée et irréversible de l'exécution des clauses convenues du contrat, est susceptible de se développer rapidement à mesure que l'apprentissage automatique ou des formes d'intelligence artificielle commencent à être appliqués à des aspects plus stratégiques de la gestion des flux de ressources et de fonds à l'aide des techniques de marquage disponibles.

79. Une façon évidente d'y parvenir dans le contexte d'une bonne gouvernance sera d'élaborer selon une démarche d'ingénierie inversée un algorithme de traçabilité et de transparence capable de faire le chemin inverse depuis les différentes étapes d'ajout de valeur ou même les extrémités du parcours d'une ressource en suivant des modèles de référence normalisés définissant le cycle normal de ces ressources en fonction de leurs attributs matériels propres et des technologies de traitement connues, de sorte que les aberrations inexplicables par rapport à ces modèles seraient signalées pour examen ou enquête.

### C. Le modèle 3D de la chaîne de blocs

80. On trouvera dans la section E du présent document le modèle circulaire établi à l'issue d'un essai de validation de l'applicabilité de la chaîne de blocs au système d'économie circulaire du Système de gestion des ressources. Il est apparu clairement que cette technologie pouvait aussi être utilisée pour assurer le suivi des ressources dans l'économie linéaire, par exemple dans le cadre de la gestion de l'intégralité du parcours, mais le secteur tend à un développement fondé sur la circularité et la durabilité. Les avantages du suivi du rendement des investissements dans les domaines liés aux questions d'environnement, de société et de gouvernance, y compris les indicateurs de performance clefs, apparaissaient évidents.

81. L'analyse conceptuelle a été réalisée sur la base a) des spécifications théoriques pour les différents outils contenus dans le Système de gestion des ressources et b) des systèmes existants (tels que les différents outils de la chaîne d'approvisionnement alimentaire et du service clientèle). Il a été clairement établi que la structure d'un processus intersectoriel de la chaîne d'approvisionnement reposant sur la technologie de la chaîne de blocs permet de suivre, d'enregistrer, de traduire et potentiellement de communiquer des états de données et des analyses cruciales à toutes les parties concernées. L'ordonnement du processus est modélisé dans la figure IV.

### D. Les avantages du modèle de chaîne de blocs circulaire

82. Tous les secteurs importants sont concernés par le passage du modèle linéaire conventionnel des chaînes d'approvisionnement à un modèle circulaire fondé sur la chaîne de blocs, plus durable et potentiellement plus lucratif. Ils devront ainsi directement passer, comme pour la gestion des ressources, à un modèle écosystémique de développement durable. Ce point est évoqué dans le deuxième document de réflexion (2020) :

*« Si nous voulons atteindre les objectifs du Programme 2030 en temps voulu et à un coût raisonnable, nous devons apporter des changements aux principes fondamentaux sur lesquels nous nous appuyons pour gérer les ressources et veiller à les rendre associatifs. Ils doivent être en rapport avec tous les secteurs du développement et avec l'écosystème en tissant un réseau d'activités profitables aux individus, à la planète et à la prospérité. Les liens qui existent dans le secteur de la gestion des ressources devraient toujours être associés et rattachés aux liens entre les domaines de l'alimentation, de l'eau et de l'énergie. »*

83. Pour encourager ces secteurs à adhérer à ce nouveau mode de pensée, on peut énumérer comme suit les avantages immédiats qu'il présente du point de vue de la circularité :

- La jetonisation des ressources permet d'adopter un modèle de chaîne d'approvisionnement plus rationnel du point de vue de l'utilisation des ressources, plus durable, qui rend plus rentables la production, le transport et le commerce de

biens ou de services, et dans lequel la responsabilité de l'efficacité de l'utilisation des ressources est partagée avec les consommateurs, qui sont incités à adopter de nouvelles valeurs et de nouveaux comportements ;

- Il s'agit d'un modèle d'économie circulaire en boucle fermée, qui trace une voie respectueuse et protectrice de l'environnement pour les transactions commerciales ayant un effet négatif sur les revenus. Les matériaux jusqu'ici définis par les industries comme des « déchets » (coût de l'activité économique dans un modèle linéaire) sont désormais considérés et classés comme des matières premières secondaires de récupération ;
- Dans ce modèle, il est possible de suivre toutes les statistiques et les données à chaque point de la chaîne d'approvisionnement. On peut concevoir un algorithme d'analyse de données ou d'intelligence artificielle pour obtenir en temps réel une représentation précise de vastes champs de données. Les entreprises peuvent visualiser les points faibles de leurs chaînes d'approvisionnement grâce à un simple programme permettant de réaliser en continu une analyse précise dans le temps.

84. La technologie de la chaîne de blocs convient parfaitement pour l'économie circulaire, et certaines entreprises l'appliquent déjà, comme l'explique PA Consulting dans une publication d'octobre 2021<sup>25</sup> :

*« La mise en place réussie d'un modèle d'économie circulaire passe d'une part par l'incitation à adopter de nouveaux comportements, comme la production et la consommation durables des ressources, la réutilisation des produits et le recyclage. D'autre part, il s'agit de garantir que les produits recyclés ou réutilisés que les personnes et les entreprises achètent ne sont pas fabriqués à partir de matériaux vierges. En l'absence de cette confiance et de cette transparence, nous risquons de revenir à notre modèle actuel d'économie linéaire. ».*

85. Ces observations générales cadrent parfaitement avec certaines des grandes préoccupations exposées dans la note d'orientation, notamment en ce qui concerne le rétablissement de la confiance et de la transparence, et l'accent mis sur l'adoption de nouveaux comportements s'accorde très bien avec les principes sur lesquels repose l'application FeedUP, qui vise à éliminer le gaspillage de nourriture. Toutefois, ces principes (efficacité de l'utilisation des ressources et préservation de leur valeur, modification bénéfique du comportement) s'appliquent de la même façon à l'ensemble des ressources et pas seulement aux ressources alimentaires.

## **E. Les avantages et les inconvénients de la technologie de la chaîne de blocs**

86. Les avantages de la technologie de la chaîne de blocs sont les suivants :

- Il s'agit d'un registre numérique décentralisé, inaltérable et décentralisé ;
- Les transactions et les mouvements au sein d'une chaîne de blocs se font en toute transparence ;
- La chaîne de blocs fonctionne avec des ressources uniques, des combinaisons de ressources ou des réseaux de ressources (écosystème entier) ;
- La traçabilité est intégrée, et il est très difficile de corrompre ou de falsifier des données ;
- Un bloc ne peut pas être modifié sans que cette modification ne se répercute sur tous les blocs suivants de la chaîne ;
- Les transactions n'ont pas besoin d'être approuvées par un tiers ;

<sup>25</sup> Voir Mark Lancelott, Nic Chrysochou, Patrick Archard, PA Opinion, PA Consulting <https://www.pacon consulting.com/insights/blockchain-can-drive-the-circular-economy/>.

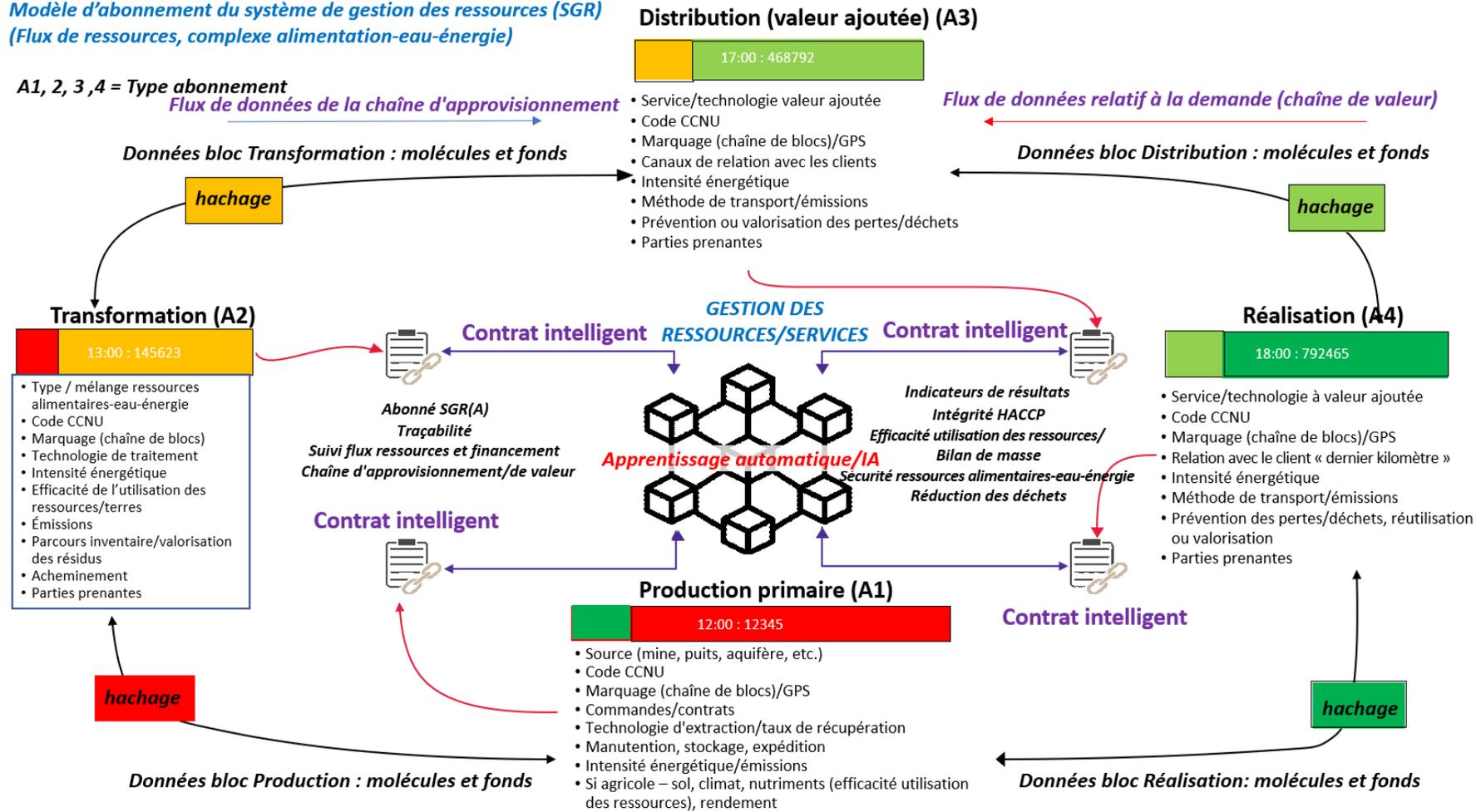
- Les contrats intelligents permettent de vérifier automatiquement les données saisies avant l'exécution :
    - Sans intermédiaire, ce qui garantit la transparence ;
    - Sans perte de temps ;
  - La chaîne de blocs peut être utilisée pour tous types de ressources :
    - Une programmation permet de modifier facilement le modèle ;
    - La chaîne de blocs promeut un mode de pensée et des comportements durables en matière d'« écosystème » des ressources.
87. Les inconvénients de la technologie de la chaîne de blocs sont les suivants :
- Les normes font défaut (du moins à ce jour) ;
  - Les utilisateurs la connaissent mal ;
  - Certains systèmes sont très gourmands en énergie et sont donc encore loin d'être respectueux de l'environnement.

Figure IV  
Représentation circulaire du modèle d'abonnement à la chaîne de blocs, par fonction

**Modèle d'abonnement du système de gestion des ressources (SGR)**  
*(Flux de ressources, complexe alimentation-eau-énergie)*

A1, 2, 3, 4 = Type abonnement

Flux de données de la chaîne d'approvisionnement



## VI. Conclusions et recommandations

88. Le présent document de réflexion donne des arguments plaidant en faveur du recours à la pensée systémique pour obtenir une économie durable, intégrée et plus circulaire. Une gestion des ressources durable et intégrée doit tenir compte des interactions qui existent entre l'alimentation, l'eau et l'énergie. Pour parvenir à davantage de circularité, il sera indispensable de dissocier les ressources du développement. Il faudra abandonner l'approche exclusivement axée sur les ressources, dans laquelle celles-ci ne sont considérées que comme des moyens de parvenir aux résultats sociaux et économiques souhaités, et les gérer différemment, de manière intégrée et systémique.

89. Comme indiqué dans le présent document (sect. V.B, par. 74), les avantages apportés par plusieurs systèmes de la chaîne de blocs actuellement utilisés à des fins commerciales sont clairement quantifiables. En effet, cette technologie permet de mieux mettre en évidence la valeur des ressources, de faciliter la mise en place d'un nouveau système de tarification et d'échange des ressources naturelles, de préserver et de renforcer la valeur des ressources tout au long de leur parcours et d'inciter le public à adopter des comportements circulaires. Ainsi, les flux d'argent et de ressources convergent dans la chaîne de blocs, offrant de ce fait une solution systémique, dans laquelle les ressources sont considérées comme un service, pour palier bon nombre des faiblesses les plus flagrantes et des externalités négatives indésirables du modèle socioéconomique linéaire de la gestion des ressources. En confiant à un « contrat intelligent » adossé à la chaîne de blocs la tâche de marquer et de suivre les flux de ressources (exercice que les êtres humains n'exécutent généralement pas très bien), les personnes peuvent être réaffectées à des aspects plus importants de la gestion des ressources dans l'économie circulaire, tels que la recherche d'avantages pour l'environnement, la société et la bonne gouvernance.

90. Plus précisément, le présent document propose trois modèles qui offrent des moyens complémentaires d'appliquer la proposition centrale du troisième document de réflexion<sup>26</sup>, à savoir définir la mission éthique et économique de la gestion des ressources comme étant la fourniture d'un bien public susceptible à la fois de faciliter la transition vers l'économie circulaire et d'appuyer le fonctionnement de cette dernière. Ces modèles se résument à :

- a) Ressource en tant que service : répondre aux besoins en ressources essentielles en tant que service et bien public (fig. II) ;
- b) Système d'approvisionnement en ressources : garantir l'approvisionnement en ressources, en particulier en matériaux essentiels sur le plan économique ou social (ou les deux) dans le cadre d'un réseau intégré de ressources (fig. III) ;
- c) Chaîne de blocs et modèle d'apprentissage automatique ou d'intelligence artificielle aux fins de la gestion des ressources : si l'on utilise la technologie de la chaîne de blocs pour caractériser les flux de ressources et d'argent en tant qu'éléments non fongibles de l'économie circulaire et pour rendre ces flux transparents et traçables, il est possible d'atteindre plusieurs objectifs clefs énoncés dans la note d'orientation, comme l'élimination des flux illicites de ressources et de fonds<sup>27</sup>. En combinant la technologie de la chaîne de blocs à l'apprentissage automatique et à l'intelligence artificielle aux fins de l'utilisation des contrats intelligents dans les chaînes d'approvisionnement et de valeur couvertes par le Système de gestion des ressources, la capacité d'éliminer les pertes et le gaspillage évitables va de soi, ce qui permet une mise en correspondance beaucoup plus étroite entre les besoins

<sup>26</sup> Voir « Redefining resource management as a public good: The UNRMS as a transition vehicle to the circular economy » (Redéfinir la gestion des ressources pour en faire un bien public : le Système des Nations Unies pour la gestion des ressources, vecteur de la transition vers l'économie circulaire), à consulter à l'adresse <https://unece.org/sed/documents/2021/04/working-documents/redefining-resource-management-public-good-unrms-transition>.

<sup>27</sup> Recommandation 17 de la note d'orientation de l'ONU intitulée « Transforming Extractive Industries for Sustainable Development » (Transformer les industries extractives pour les mettre au service du développement durable), Nations Unies, New York, 25 mai 2021 [https://www.un.org/sites/un2.un.org/files/sg\\_policy\\_brief\\_extractives.pdf](https://www.un.org/sites/un2.un.org/files/sg_policy_brief_extractives.pdf).

en ressources et l'offre de ressources – en particulier de matières premières essentielles –, et ce d'une manière durable, transparente d'un point de vue financier et équitable (fig. IV).

91. Les trois modèles décrits ci-dessus ne sont pas exhaustifs. Ils représentent néanmoins trois aspects essentiels de la gestion durable et intégrée des ressources. Lorsqu'ils sont appliqués, par exemple, dans le cadre du Système de gestion des ressources, les parties prenantes devraient pouvoir bénéficier en continu d'un approvisionnement sûr et souple en ressources matérielles nécessaires au développement durable, tout en apportant d'importants avantages tangibles et intangibles à la population et à l'environnement grâce à une gestion plus stable et cohérente des ressources. De cette façon, l'approvisionnement équitable en ressources pourrait être assuré sans perturber les délicats équilibres environnementaux et sociaux, tout en réduisant le risque de conflits liés à l'accès aux ressources rares ou essentielles.

92. Les États pourraient jouir d'une économie moins vulnérable grâce à un approvisionnement en matériaux plus sûr. Dans le secteur financier, on pourrait voir apparaître de nouveaux instruments d'investissement tels que les obligations vertes et des possibilités d'investir dans des jeunes entreprises à forte croissance intéressées par l'économie circulaire et spécialisées dans les domaines liés aux questions d'environnement, de société et de gouvernance, ce qui permettrait de réduire les risques à court et à long terme en regagnant la confiance des parties prenantes. Les entreprises, quant à elles, pourraient améliorer leur réputation en rendant compte des progrès accomplis dans la réalisation des objectifs de développement durable et ainsi se faire mieux accepter par la société. Les populations gagneraient à adopter des comportements circulaires, qui, grâce à la transparence induite par la chaîne de blocs, favoriseraient l'utilisation efficace des ressources. Le modèle circulaire incite également encore davantage à considérer les ressources comme un bien public tout au long de la chaîne de valeur.

93. Le Groupe de travail de la réalisation des objectifs de développement durable recommande l'élaboration de lignes directrices et de pratiques optimales applicables à ces trois modèles et leur intégration au Système de gestion des ressources, comme indiqué dans la recommandation 15 de la note d'orientation de l'ONU.

94. Pour développer ces modèles, il conviendra d'établir des partenariats avec les entités compétentes de la CEE et d'autres organismes tels que les commissions économiques régionales de l'ONU.

95. L'application de ces modèles au Système de gestion des ressources permettra de garantir la conformité de ce dernier avec la Classification cadre des Nations Unies, tout en maintenant un équilibre et une homogénéité entre les différentes pratiques de gestion des ressources qui existent dans le monde et en assurant un haut degré d'adaptabilité et de traçabilité dans la gestion des besoins et des priorités locales et régionales au sein d'un système unique approuvé par l'ONU.

## Remerciements

Ce document de réflexion a été établi par le Groupe de travail de la réalisation des objectifs de développement durable relevant du Groupe d'experts de la gestion des ressources. Le Groupe de travail remercie Kenz Hilton, Shaw Chifamba, Julian Hilton, Malika Moussaid, David Elliott et Harikrishnan Tulsidas pour leurs contributions.

## Références

1. Arthur, W. B., 2021. « Foundations of Complexity Economics », *Nature Reviews Physics*, février 2021, vol. 3 p. 136, à consulter à l'adresse <https://www.nature.com/articles/s42254-020-00273-3>.
2. Newman, M. E. J., 2003, « The Structure and function of complex networks ». *SIAM Review*, vol. 45, nombreuses références. <http://www-personal.umich.edu/~mejn/courses/2004/cscs535/review.pdf>.

3. NetLogo : <https://ccl.northwestern.edu/netlogo/> : un progiciel gratuit et puissant de modélisation multiagents, doté d'une vaste bibliothèque de modèles.
  4. Le Santa Fe Institute dispose d'une mine d'informations sur les systèmes complexes, notamment d'excellents cours en ligne gratuits : <https://santafe.edu/>.
  5. Certains articles de Wikipédia fournissent un aperçu des systèmes complexes et renvoient vers de nombreuses autres références.
  6. Science des réseaux : [https://fr.wikipedia.org/wiki/Science\\_des\\_r%C3%A9seaux](https://fr.wikipedia.org/wiki/Science_des_r%C3%A9seaux).
  7. Agent-based model (en anglais uniquement) : [https://en.wikipedia.org/wiki/Agent-based\\_model](https://en.wikipedia.org/wiki/Agent-based_model).
  8. Système complexe : [https://fr.wikipedia.org/wiki/Syst%C3%A8me\\_complexe](https://fr.wikipedia.org/wiki/Syst%C3%A8me_complexe).
-