

LA THEORIE DE L'ECHANGE JUSTE

Tome 1

Théorie et Principes



OLIVIER ROCCA

12/10/2024

Table des matières

Préambule	5
Dénomination du projet	6
Désignation des participants	6
Un système d'échange portant sur plusieurs niveaux de biens	6
Un système d'échange basé sur l'usage fonctionnel des biens	8
Un système d'échange durable qui abolit le droit de détruire	9
Classification statutaire des biens selon le droit d'usage.....	11
Enjeux et objectifs de la gestion statutaire des biens	12
Classification statutaire des monnaies en fonction du droit d'usage	13
Transférabilité statutaire du droit d'usage des monnaies	15
Hiérarchisation des statuts monétaires selon critère de la durabilité	17
Objet social pour une association de gestion statutaire des biens et des monnaies au service du développement durable	19
Un système d'échange organisé, inclusif et résilient	21
Un système d'échange basé sur des balances équilibrées de règlement	23
Considérer la monnaie comme un lien et pas seulement comme un bien.....	25
Le graphe pondéré, équilibré et décentralisé est l'instrument de la monnaie publique et de l'échange en réseau	27
Le graphe pondéré et équilibré est programmable par des algorithmes d'optimisation et d'équilibrage des échanges.....	28
L'importance de la programmation monétaire pour la coordination et l'organisation des transactions dans un circuit d'échange multi-agents	30
Le graphe équilibré est une construction transactionnelle qui fonctionne par la recherche de chemins plus que par les situations des agents	32
L'ajustement des transactions se fonde sur une logique relationnelle plus que matérielle quand son objectif ultime est le partage.....	34
Les grands modèles de développement économique et d'organisation économique peuvent être codés comptablement	35
Passer du contrat matériel au contrat relationnel	38
Les graphes représentent des objets totaux reliés dans l'espace.....	41
Formalisation de l'échange responsable en logique contradictoire	43
Analyse des formules logiques de l'échange responsable	44
Champ d'application des balances des paiements équilibrés.....	46
Impact des balances des paiements sur l'égalité des échanges	48
Référer le prix à la règle de l'égalité des échanges plus qu'à la valeur des biens est un critère de la recherche d'une transaction juste.....	50

L'échange juste est défini mathématiquement par les trois propriétés de l'équivalence : réflexivité, réciprocité, transitivité	51
Les trois propriétés mathématiques de l'équivalence ont une correspondance avec les deux premiers principes de la justice d'Aristote	53
Les trois catégories de droits humains sont corrélées aux trois principes de la Justice et par conséquent aux trois propriétés de l'équivalence.....	56
Les trois fonctions de la monnaie sont corrélées aux trois propriétés mathématiques de l'équivalence qui forment l'échange juste	57
La justice distributive et la justice commutative doivent être complétées par la justice intégrative pour que l'on garantisse un échange égal	59
Exemple de justice intégrative : dans un graphe monétaire équilibré, les opérations sont finançables au moyen d'une seule unité de compte.....	61
Les lois de Kirchhoff permettent de faire fonctionner des graphes transactionnels basés sur l'équilibre des balances des paiements	62
La remise à zéro du système d'échange à la fin de chaque cycle	63
Le renouvellement des capacités transactionnelles	65
Gestion des déséquilibres des échanges.....	66
Bénéfices de la gestion de différences	70
L'invention d'un open-capital.....	72
Les différences entre un système d'échange concurrentiel et coopératif.....	74
Formation des prix en situation d'échange équilibré.....	76
Consensus et échange équitable	78
La stratégie du donner-recevoir	80
Sociabilité de la relation d'équivalence.....	81
La pratique du don organisé.....	82
La transmission comme transitivité des dons	84
Le partage des ressources	85
Renouer avec la chaîne des temps	87
Programmation intertemporelle des activités	88
Indépendance des activités	89
Gouvernance des systèmes d'échange égalitaires.....	91
Règles égalitaires de répartition.....	92
Transformer des données en valeurs d'échanges.....	92
Sécurité du système de règlement coopératif	93
Représentation des transactions monétaires par les variables d'états	95
Inscription d'une transaction dans un graphe comme valeur potentielle	97
Exécution de la transaction d'un graphe comme valeur actualisée.....	97
Visibilité et incorruptibilité des transactions conservées dans un graphe.....	98

Poursuites judiciaires en cas d'inexécution d'une transaction	99
Contestation et règlement judiciaire des conflits	99
Pacification liée à la fonction de paiement multi-dimensionnelle	100
Ethique du système d'échange et de règlement par la valeur	100
Implémentation du système de règlement coopératif	101
Tokenisation des trois fonctions du système de règlement	104

Le contrat de gestion du droit d'usage monétaire

Un instrument pour la justice dans l'échange

Préambule

Un contrat de gestion du droit d'usage monétaire est une convention qui permet à une communauté de personnes d'organiser ses propres modes de règlements monétaires décentralisés et autonomes. La force et l'originalité de ce contrat est de faire reposer tout le mécanisme des règlements non plus sur des unités de compte monétaires, ni sur des infrastructures centralisées ou décentralisées de règlement, mais sur la sélection, la programmation et la réalisation de balances équilibrées de paiements à un niveau local et international. Pour mettre en œuvre cette solution élégante de règlement par égalisation des balances des paiements, le contrat recourt à une solution mathématique basée sur les graphes qui va permettre de visualiser les échanges.

Ce contrat a pour but de créer le premier *système de paiement coopératif et mutualiste* basé sur les concepts de l'économie du développement durable. Il propose pour la première fois dans l'histoire un modèle de monnaie publique, non exclusive et non rivale, réellement informationnelle et durable, qui permet aux agents de programmer leur système d'échange pour lui faire atteindre une balance individuelle et collective optimale. Dans l'optique d'un système de paiement coopératif et mutualiste, le contrat prévoit la possibilité de mettre en commun six facteurs : la monnaie, les objectifs, les ressources, les emplois, la gestion, l'organisation. Ces six facteurs déterminent le contenu du droit d'usage ainsi que sa portée générale pour chaque communauté.

Nous parlons d'un contrat dans la mesure où il se matérialise comme un acte juridique. Dans ce document, on retrouve les éléments constitutifs classiques des documents contractuels tels que le titre du contrat, la dénomination des parties, le préambule du contrat, le corps du contrat, les différentes clauses du contrat. On pourrait parler à son sujet d'un méta-contrat de programmation monétaire, économique et sociale qui est destiné à s'implémenter dans toutes les formes de contrats distribués ou de registres distribués, de logiciels de mappage distribués ou de plates-formes de graphes distribués, de réseaux d'échanges distribués ou de systèmes d'échange en *peer to peer*. On pourra l'implémenter comme un *fork* de Lightning Network, comme un *protocole de règles* à respecter pour réaliser une balance, comme une *key value indicator* des ambitions et des valeurs fondamentales d'une organisation, ou comme un *smart-contract* exécutable dans une blockchain.

L'ambition de ce contrat est de servir d'inspiration pour les travaux de conception des instruments de l'économie sociale, écologique et solidaire. Il peut être utilisé directement ou servir de contrat cadre pour l'élaboration d'une multitude de contrats applicatifs permettant de créer des graphes monétaires. Il s'agit d'un document open source et libre de droit que chacun peut utiliser et modifier en fonction de ses objectifs.

En montrant que *la fonction de paiement est un attribut humain*, le contrat lui reconnaît le caractère d'un droit fondamental, naturel et universel qui pourra servir de socle pour tous les droits économiques et sociaux.

Dénomination du projet

Le système de règlement coopératif et mutualiste aura pour nom « Programmable Money Transaction Graph » (graphe programmable de transaction monétaire) pour désigner la nouvelle capacité individuelle et collective de production, d'échange et de répartition des biens issue des règles de construction des balances des paiements.

Désignation des participants

Le contrat met en scène deux participants principaux :

L'organisation qui est la structure juridique coopérative ou mutualiste qui va gérer et contrôler l'utilisation des droits d'usages monétaires

Les agents qui sont des personnes physiques ou morales qui vont produire et échanger des choses de valeur au moyen des droits d'usages monétaires

Les organisations coopératives et mutualistes sont des organisations non rivales et non exclusives que l'on peut définir schématiquement soit comme des organisations dans lesquelles les agents ont des buts communs mais sont en concurrence sur les moyens (coopération), soit des organisations dans lesquelles les agents ont des moyens communs mais sont en concurrence dans leurs objectifs (mutualisme). Toutefois dans la pratique cette distinction n'est pas absolue et on trouvera souvent des organisations hybrides qui relèvent à la fois de la coopération et du mutualisme à des degrés plus ou moins divers et variés en fonction des contextes.

Les agents sont les personnes groupées sous la forme d'un réseau social, d'une ville, d'un village, d'une association, d'une société ou d'une communauté, qui vont produire et échanger des biens et services ou partager des ressources et des emplois au moyen du droit d'usage monétaire qui leur a été accordé.

Un système d'échange portant sur plusieurs niveaux de biens

Le contrat de droit d'usage monétaire modifie les règles classiques des échanges de biens, car il organise un échange portant sur quatre types de biens - les produits, les services, les ressources et les droits - là où habituellement les échanges ne portent que sur deux types de biens qui sont les produits et les services.

L'intérêt de cette approche réside dans la possibilité inédite de valoriser les ressources et les droits par l'intermédiaire d'un nouveau type de marché que nous appelons un marché de réciprocité, et qui ne peut pas fonctionner comme un marché classique, parce que la notion d'usage y joue un rôle central.

Afin de rendre compréhensible le fonctionnement de ces nouveaux marchés de réciprocité, il convient de spécifier les différents types de biens auxquels va s'appliquer le droit d'usage monétaire. Nous pensons que l'extension de l'échange à ces nouveaux biens concrétisera l'économie du développement durable.

La classification des produits pourrait inclure les catégories suivantes :

1. Biens matériels : Consommation, matières premières, biens durables.
2. Biens immatériels : Propriété intellectuelle, données, droits d'usage.
3. Biens environnementaux : Ressources naturelles, énergies renouvelables, recyclage.
4. Biens sociaux : Produits éthiques, inclusion, santé, culture.
5. Fonctionnalités économiques durables : Biens locaux, partagés, à cycle de vie prolongé.
6. Infrastructures durables : Transport, bâtiments écologiques.

7. Éducation et culture pour la durabilité : Matériel pédagogique, sensibilisation.
8. Recherche et innovation : Technologies propres, partage des connaissances.
9. Gouvernance durable : Produits de gouvernance, solutions communautaires.

Cette classification facilite l'organisation des échanges dans un réseau aligné sur les objectifs de développement durable (ODD) tout en rendant les pratiques économiques responsables et inclusives.

La classification des services pourrait inclure les catégories suivantes :

1. Services professionnels : Juridique, comptabilité, conseil.
2. Services techniques et technologiques : Développement informatique, ingénierie.
3. Services éducatifs et de formation : Professionnelle, académique.
4. Services créatifs et culturels : Design, production artistique.
5. Services logistiques et opérationnels : Maintenance, logistique.
6. Services sociaux et de bien-être : Santé, sports, accompagnement.
7. Services environnementaux : Durabilité, gestion des déchets.
8. Services de recherche et d'innovation : R&D, prototypage.
9. Services de gouvernance : Gestion de projets, médiation.

Les ressources peuvent être définies comme tous les postes comptables qui représentent des éléments de valeur mobilisables et transférables. Considérer les ressources comme des postes comptables permet de disposer d'un cadre uniifié pour développer des transactions traçables, transparentes et standardisées.

Toutes les grandes catégories de postes comptables sont potentiellement concernées :

1. Actifs : actifs immobilisés, circulants, numériques, divers, disponibilités.
2. Passifs : Dettes financières, dettes commerciales, provisions pour risque, engagements spécifiques.
3. Produits : Recettes d'exploitation, financiers, exceptionnels.
4. Charges : Dépenses d'exploitation, financières, exceptionnelles.
5. Spécifiques aux entreprises publiques : Subventions, dotations, engagements sociaux.

Pour modéliser cette approche, chaque ressource (qu'elle provienne de l'actif, du passif, du compte de résultat) peut être encapsulée comme un objet de valeur mobilisable et transférable dans le réseau.

Enfin, dans un réseau social d'échange et de partage de la valeur, les membres peuvent échanger des droits en plus des ressources. Ces droits représentent des attributions, permissions ou obligations spécifiques, et leur échange peut offrir une flexibilité supplémentaire dans la valorisation des interactions économiques.

Voici les principaux types de droits qui peuvent être échangés :

1. Droits d'usage : Concernent l'utilisation d'un bien ou d'une ressource, physique ou numérique.
2. Droits de propriété intellectuelle : Liés à l'exploitation totale ou partielle du droit d'auteur.
3. Droits financiers : Concernent des engagements financiers ou des créances.

4. Droits d'accès : Régissent l'entrée à des services, espaces ou informations.
5. Droits liés au temps de travail : Associés à la disponibilité ou à l'expertise des membres.
6. Droits environnementaux ou sociaux : Lient les échanges à des objectifs sociaux ou environnementaux.
7. Droits conditionnels ou optionnels : Permettent d'acheter ou d'utiliser une ressource sous conditions.
8. Droits liés à la gouvernance : Permettent de participer aux prises de décisions stratégiques.
9. Droits à des services futurs : Concernent des services ou produits disponibles ultérieurement.
10. Droits combinés : Intègrent plusieurs types de droits en un seul contrat.

Dans un réseau social d'échange et de partage de valeur, les droits échangés peuvent porter sur une multitude d'éléments : usage de ressources, propriété intellectuelle, accès à des services, engagements financiers, ou même gouvernance. Cela élargit considérablement le champ des interactions possibles et ouvre la voie à une économie collaborative riche et dynamique dans laquelle l'usage partagé devient facteur de prospérité.

Un système d'échange basé sur l'usage fonctionnel des biens

Une communauté de paiement peut être constituée :

- Soit pour produire, échanger et réutiliser des biens
- Soit pour produire, échanger et transformer des services
- Soit pour produire, partager et entretenir des ressources
- Soit pour produire, promouvoir et partager des droits

La valeur d'usage, dans un tel contexte économique, désigne la valeur des avantages économiques présents et futurs attendus de l'utilisation d'un bien, d'un service, d'une ressource ou d'un droit. Il s'agit de la valeur attribuée à l'utilisation réelle ou potentielle d'un bien, d'un service, d'une ressource (ressource naturelle, ressource culturelle) ou d'un droit. Cette valeur (utilité générale) est représentable comme une fonction d'utilité du produit ou du service, mais également et on l'oublie trop souvent, comme un usage fonctionnel.

- La fonction d'utilité individuelle est une démarche d'analyse productive qui consiste à rechercher et à caractériser les fonctions offertes par un produit pour satisfaire les besoins de son utilisateur. Ici, nous appelons produit tout bien, service, ressource ou droit sur lequel s'exerce l'action humaine.
- L'usage fonctionnel est une démarche d'analyse circulaire qui considère que les grands équilibres sociaux et écologiques seront mieux respectés si l'on privilégie l'usage à la possession, la vente d'un service plutôt que d'un bien, une solution immatérielle plutôt que matérielle.

Dans le cadre du contrat de droit d'usage, nous développerons principalement la notion d'usage fonctionnel sans jamais perdre de vue la notion de fonction d'utilité qui lui est complémentaire.

L'approche de l'usage fonctionnel revisite les cadres juridiques de la propriété et propose une nouvelle classification issue de la nécessité de tenir compte de l'interaction sociale et du caractère renouvelable des choses. L'usage fonctionnel vise à s'affranchir de l'approche de l'usage matériel qui est celle du code civil qui ne reconnaît les biens que sous la forme de meubles et d'immeubles (les animaux ayant par exemple été longtemps considérés comme des meubles) pour en déduire les régimes de la propriété. L'usage fonctionnel renouvelle l'analyse juridique des biens en fondant les définitions des biens sur les critères d'efficience

(économique), de convivialité (sociale) et de durabilité (environnementale), afin de pouvoir instaurer une gestion des biens basée sur les objectifs conjoints de développement économique, social et environnemental.

Alors que les biens répondent aux besoins par leur possession, et qu'ils consomment généralement des ressources matérielles et énergétiques significatives et souvent non renouvelables, les services répondent à un besoin par leur mise en œuvre directe, sans nécessiter de possession physique. Bien que les services consomment de l'énergie pour leur prestation et leur entretien, ils peuvent être conçus pour optimiser l'utilisation des ressources, notamment par la mutualisation ou la réduction des besoins en biens matériels. On l'oublie généralement, mais tous les biens sont transférables d'une catégorie vers une autre. Ainsi tous les produits sont transformables en services, ce qui augmente leur utilité fonctionnelle en leur permettant de répondre à des besoins spécifiques sans nécessiter d'accumulation (ex : dans la location ou le streaming).

Un système d'échange basé sur les ressources comptables transcende les limites actuelles de l'économie des biens et services pour plusieurs raisons : tout d'abord les ressources comptables permettent de suivre précisément les cycles de vie des biens, favorisant une utilisation optimale. Chaque ressource matérielle ou immatérielle est comptabilisée en fonction de son potentiel d'usage, de sa durée de vie et de sa valeur résiduelle. Dans ce cadre précis et uniifié, les échanges ne se basent plus sur la production et la consommation constante de nouveaux biens, mais sur l'entretien, le partage et le recyclage des ressources existantes. Dans ce système, il devient possible de considérer l'énergie comme une ressource comptable, en intégrant directement l'énergie consommée par un bien à son coût comptable afin de mesurer son empreinte énergétique. La valeur monétaire inscrite est liée aux ressources réelle (production, travail, énergie) et des droits d'usage (heures de travail, partage d'infrastructures). Cela permet de valoriser directement les contributions des agents.

Le passage de la ressource au droit se joue sur la question des différents modes de gestion de la ressource. Elle part de l'idée selon laquelle l'utilité marginale d'un bien (ainsi que son rendement énergétique) diminue au-delà d'un certain seuil quand on reste dans un usage exclusif et individuel, alors que cette utilité marginale augmente exponentiellement quand on met en place un usage collectif et partagé. La réflexion du droit économique et social vise précisément à établir une capacité collective de production, d'échange et de gestion sur l'ensemble des ressources qui fondent le fonctionnement de notre économie. On comprend ainsi qu'une telle définition du droit comme création d'une nouvelle capacité collective capable de satisfaire des besoins collectifs se détache totalement de la conception du droit qui prévaut dans l'Etat providence comme celui d'une assistance sociale incapacitante, et de la conception du droit qui prévaut dans la théorie libérale comme principe de propriété exclusive et rivale qui fait prévaloir les revendications égoïstes sur l'intérêt général.

Le concept d'usage fonctionnel introduit une disruption spectaculaire dans le traitement de la monnaie en cessant de la percevoir seulement comme un produit (la marchandise centrale du capitalisme) ou comme un service (le service bancaire du crédit et de la dette), afin de la considérer comme une ressource (monnaie de compte et monnaie de règlement) et comme un droit (droit d'accès au capital financier, droit d'usage partagé). Cela permet de poser l'idée d'une hiérarchie des biens corrélée à leur degré d'usage fonctionnel : Dans cette échelle, les biens à plus faible niveau d'usage fonctionnel seraient les produits, puis viendraient les services, puis les ressources et enfin les droits. Cette classification nous montre que la durabilité des biens est essentiellement liée à leur niveau d'universalité et au fait que chacun de ces biens progresse de la matière vers l'information.

Un système d'échange durable qui abolit le droit de détruire

Depuis des millénaires, les codes civils du monde entier définissent la propriété au travers de trois attributs qui sont le droit d'usage (usus), le droit de jouissance (fructus) et le droit de disposition (abusus). Or cette définition de la pleine propriété juridique renvoie en réalité à une seule catégorie de chose, celle des biens privés.

La notion de libre disposition (abusus) qui donne le droit à un propriétaire soit de détruire le bien (par consommation, par surexploitation, par négligence ou par brutalité) soit de l'aliéner (par la cession de la pleine

propriété à titre onéreux, par l'apport à titre onéreux) pose un véritable problème car elle est totalement contraire à ce que l'on pourrait attendre d'une gestion basée sur les principes de la durabilité.

- Le premier problème de cette définition est que l'abusus est constitutif d'un droit de détruire le bien dont on est le propriétaire. Et comme les codes civils ne distinguent pas les biens selon leurs typologies, un tel droit de détruire s'étend aujourd'hui aux autres choses et notamment les ressources naturelles.
- Le second problème est que cette définition qui ramène toute chose de valeur à la typologie des biens privés aboutit à considérer que l'utilisation de la monnaie a pour effet une destruction de valeur entre les mains de celui qui l'emploie. Dans cette approche matérielle la monnaie est un bien consomptible.
- Le troisième problème est que la présomption de consomptibilité qui porte sur la quasi-totalité des biens fongibles ou non fongibles aboutit à l'existence de règles comptables qui obligent les agents à amortir les biens, ce qui peut être considéré comme une obligation d'obsolescence programmée.

Afin de ne pas prolonger les confusions du code civil et de son approche matérielle et réductrice sur les choses de valeur, le contrat de droit d'usage monétaire considère qu'une économie du développement durable devrait, lorsque cela est possible, promouvoir une pratique de l'échange, de l'usage et de la jouissance des biens et à fortiori des services, des actifs et des droits, qui soit débarrassée de la notion de libre disposition (abusus).

- Apprendre à utiliser et à jouir d'une chose sans la détruire est plus valorisant qu'arriver à la détruire en la consommant ou en la jetant.
- Apprendre à entretenir, à renouveler, à réutiliser, à recycler, à reformer, à redistribuer une chose est un plus juste échange que se contenter d'acheter une chose.
- Apprendre à démembrer une chose pour en céder l'usage ou la jouissance sans pour autant aliéner sa propriété est une pratique plus riche que celle qui se limite à vendre une chose.
- Apprendre à procéder à des échanges à solde nul qui obligent chacun à équilibrer tout ce qu'il donne et tout ce qu'il reçoit est une pratique plus équilibrée vis-à-vis de l'environnement où rien n'est gratuit.

Ce contrat permet de créer une communauté de paiement en constituant des droits d'usage sans abusus sur les biens et la monnaie. Les droits d'usage permettent de conférer la jouissance des choses aux membres d'une communauté, sans pour autant laisser certaines personnes s'approprier exclusivement certaines choses pour les détruire. Les droits d'usage disposent que les agents sont dotés d'une fonction monétaire non rivale qui leur permet d'échanger leurs productions, sans qu'il ne leur soit nécessaire de s'endetter mutuellement.

Les échanges sur les ressources et les droits, tels que définis par le contrat de droit d'usage monétaire, rompent avec les pratiques classiques basées sur la consommation et l'aliénation. Ils introduisent une économie de l'usage, où la valeur repose sur la jouissance partagée, la gestion équilibrée, et la coopération entre les acteurs. En réalité, on peut considérer que les ressources et les droits englobent les produits et les services en nous les présentant sous une autre perspective : celle de biens dont la valeur augmente en fonction de l'usage.

On peut en conclure que c'est à la fois par la distinction entre les différents types de biens et par la modification des définitions classiques de la propriété que l'on sera en mesure de mettre en place de véritables pratiques basées sur le développement durable. L'objectif est de chasser certains principes mortifères qui subsistent dans les approches classiques des biens et de la monnaie afin de permettre aux agents de produire et échanger ensemble de façon pacifique et sans violence, conformément aux valeurs coopératives et mutualistes.

Classification statutaire des biens selon le droit d'usage

En économie, on peut classer les biens en fonction de deux critères : la notion de rivalité d'usage entre consommateurs, la consommation d'un bien par un consommateur limitant la capacité des autres à consommer le même bien, et la notion d'exclusion, qui renvoie à la capacité de s'accaparer un bien en en payant le prix et d'exclure de son usage toutes les autres personnes qui n'ont pas pu se l'approprier à temps. De cette classification établie par Paul Samuelson et développée ensuite par Vincent Ostrom et Elinor Ostrom découle le statut des différents biens selon leur exclusivité et leur rivalité, dont dépend leur degré de rareté et de consomptibilité. Cette présentation basée sur les interactions sociales et pas sur la nature matérielle des biens permet d'établir une correspondance entre la gestion des choses et les différentes formes de propriétés :

- Biens privés

En économie, un bien privé (ou bien privatif) est un bien rival et excluable. La possession d'un bien privé signifie que seul le propriétaire de ce bien (personne physique ou morale) peut déterminer quel est l'usage qui peut être fait de celui-ci. La rivalité d'un bien est le fait que la consommation d'un bien par une personne empêche quelqu'un d'autre de le consommer également. De plus, un bien est dit excluable si certaines personnes peuvent se faire restreindre l'accès à ce bien et si ce bien est destructible par son détenteur.

La notion de bien privé (qui est la seule pour laquelle on peut réellement parler d'un bien) s'applique parfaitement aux marchandises et produits manufacturés faisant l'objet d'une appropriation individuelle.

- Biens de groupes

Un bien de groupe ou « bien de club » ou « prestation à péage » est un bien à rivalité faible et à excluabilité forte. Dans la définition donnée par les économistes, le fait que l'accès soit conditionné à un paiement permet de considérer que les biens de groupe tout comme les biens privés répondent à une logique de marché. Toutefois les deux types de biens se distinguent par le fait que l'usage d'un bien de groupe n'a pas de caractère périssable, contrairement à l'usage d'un bien privé qui est toujours rattaché à un acte de consommation.

La notion de bien de groupe recouvre en réalité tous les types de prestations de services. Que l'on parle d'un abonnement à une chaîne cryptée, d'une autoroute à péage, d'une consultation chez le médecin ou des services d'un consultant informatique, il s'agit toujours d'une ressource non périssable sous réserve de son entretien.

- Biens communs

Un bien commun est un bien non excluable et rival. La première caractéristique de ce type de bien signifie que l'on ne devrait empêcher personne d'y avoir accès pour l'utiliser en mettant des barrières, péages, droits d'entrée, etc. La seconde spécificité signifie, quant à elle, que la quantité de bien disponible est limitée et que son utilisation par un individu ou une entreprise a souvent pour effet de réduire celle des autres.

Les biens communs sont des ressources, gérées collectivement par une communauté. Celle-ci établit des règles et une gouvernance dans le but de préserver et pérenniser cette ressource. Des logiciels libres aux jardins partagés, de la préservation des ressources halieutiques à l'énergie renouvelable, en passant par les connaissances et les sciences ouvertes ou les sociétés coopératives, les « Communs » sont partout ! En d'autres termes on peut définir les communs comme une ressource (bien commun), plus les interactions sociales (économiques, culturelles et politiques) au sein de la communauté prenant soin de cette ressource.

- Biens publics

En économie, un bien public est un bien non rival ou non excluable. La consommation de ce bien par un agent n'affecte donc pas la quantité disponible pour les autres agents (non-rivalité). Il est impossible d'exclure un agent de l'utilisation de ce bien, même s'il n'a pas participé à son financement. Un bien public pur étant un bien non rival et non excluable, il est impossible de faire payer l'accès à ce bien (non-excluabilité).

La notion de bien public mondial (ou bien public global) désigne des biens publics très étendus comme la qualité de l'air, la biodiversité, les infrastructures et services publics, l'accès à l'éducation, à une alimentation saine, au système de santé ; ainsi que la situation climatique mondiale. D'une façon générale, un tel bien possède la nature d'un droit humain. Ainsi, tous les droits non encore réalisés des 17 objectifs de développement durable (ODD) qui permettent de satisfaire aux objectifs des politiques d'intérêt général sont des biens publics.

Enjeux et objectifs de la gestion statutaire des biens

Nous définissons les organisations coopératives et mutualistes comme des organisations non rivales et non exclusives. Comment des organisations non rivales et non exclusives peuvent-elles s'occuper de biens dont la plupart sont soit rivaux, soit exclusif, soit rivaux et exclusifs ? Nous partons du principe de que telles organisations sont susceptibles d'apporter une atténuation à la violence qui résulte des approches rivales et exclusives en considérant que c'est la relation (ou l'interaction sociale) qui engendre les situations matérielles, et pas les situations matérielles qui sont explicatives des relations (ou de l'interaction sociale). Il s'agit là d'une question de méthodologie qui renvoie à deux approches opposées, d'ordre relationnelle ou matérielle.

L'autre réponse à cette question est que la classification des biens issue du travail des économistes n'est pas une donnée fixe mais une tendance. Or ce qui caractérise l'économie du développement durable, et ce qui la différencie de l'économie non durable, c'est l'existence d'un ensemble d'objectifs communs. L'économie du développement durable est une économie orientée qui justifie l'utilisation que nous faisons au sein de ce contrat d'un graphe orienté pour la représenter dans ses mouvements spatiaux et temporels de valeur. Dans cette nouvelle perspective, la classification des biens issue du travail des économistes doit être revisitée selon une échelle de valeur croissante qui part du bien privé (le plus impur et le moins durable), qui passe par le bien de groupe, puis par le bien commun, pour arriver enfin au bien public (le plus pur et le plus durable). Ainsi dans cette échelle de valeur basée sur les principes de l'économie du développement durable, le bien public devient pour la première fois dans l'histoire un objectif à atteindre et la richesse de la plus grande valeur.

Une gestion coopérative et mutualiste est une pratique transformatrice qui est orientée vers le bien public, c'est la réalisation des droits humains universels et fondamentaux dont on trouve un bon exemple dans les 17 objectifs de développement durable. Cette pratique transformatrice consiste à traiter les biens privés (marchandises) comme des biens de groupes (services), elle consiste à traiter les biens de groupes (services) comme des biens communs (ressources permanentes), elle consiste à traiter les biens communs comme des biens publics (droits et domaines inaliénables). Les différents types de biens sont mutables, ils n'ont pas de statut assigné, et toute transformation d'un type de bien vers une typologie plus durable est synonyme de création de valeur.

La mutabilité des biens n'est pas contigüe, et il est même possible d'être plus ambitieux en imaginant un saut direct depuis un bien ou un service à caractère fortement consommable directement vers la réalisation d'un droit humain général et inaltérable. Par exemple en produisant une ampoule qui abandonnerait le principe de l'obsolescence programmée pour être capable de produire de la lumière pendant mille ans. Ou en développant une prestation de service en développement informatique qui ne collabore qu'avec les projets qui ont un lien avéré avec un objectif de développement durable. Ou en renonçant à un brevet qui confère une exclusivité sur un médicament pour en faire bénéficier la population mondiale. Ou en réformant le management d'un projet innovant pour passer d'une gestion par société capitaliste basée sur la rivalité des actionnaires et l'exclusivité dans l'appropriation du capital technologique et des parts sociales à une société collaborative basée sur un contrat de participation traitant chaque personne de façon égale, loyale, transparente et conviviale.

C'est en se basant sur la mutabilité que ce contrat va tenter de poser les bases d'une monnaie publique qui permettrait de développer un droit d'usage monétaire collectif non destructeur et non aliénateur de la valeur comme cela est actuellement le cas pour toute la monnaie privée au regard de son traitement comme un bien consommable et appropriable par les individus. Il s'agira donc de voir dans quelles conditions le saut de la

monnaie privée vers la monnaie publique pourrait se réaliser, afin de disposer d'un instrument monétaire et financier qui soit plus conforme aux principes de l'économie du développement durable et humain.

Classification statutaire des monnaies en fonction du droit d'usage

La monnaie étant le miroir des biens, il semble assez logique que la classification que la science économique propose pour les biens lui soit applicable. Toutefois il apparaît qu'une telle analyse est totalement inédite car nous n'en trouvons trace nulle part dans la littérature spécialisée. Il s'agit cependant d'un sujet de première importance, car tout comme pour les biens, les différents types de monnaies sont ramenées actuellement à une seule forme qui est celle de la monnaie privée. Or ce réductionnisme pose des problèmes infinis car il apparaît comme une aberration, tant au niveau des droits économiques, sociaux et environnementaux des agents qu'au regard de la réalisation des objectifs de développement durable. En effet, si la seule monnaie reconnue par les institutions est la monnaie privée, cela signifie alors que tout le système monétaire et financier vit dans le déni des objectifs de développement durable malgré des discours rassurants pour nous convaincre du contraire.

Quand on se place dans une échelle de valeur qui est celle du développement durable, on part du principe que la forme la plus désirable de monnaie, c'est-à-dire la monnaie qui est la plus bénéfique à la fois en terme économique, social et environnemental, est la monnaie publique non rivale et non exclusive. A contrario, on part du principe que la forme la moins désirable de monnaie, c'est-à-dire la monnaie qui est la moins bénéfique à la fois en terme économique, social et environnemental, est la monnaie privée rivale et exclusive. Entre ces deux formes se trouvent les monnaies de club et les monnaies du commun, que nous regroupons sous le type des monnaies virtuelles et réelles, et qui sont plus ou moins bénéfiques selon une analyse au cas par cas. Une telle classification des monnaies en fonction de leur niveau de durabilité et plus en fonction de leurs émetteurs est intéressante car elle introduit un nouveau discours permettant de distinguer les monnaies par leurs statuts.

Les monnaies à statut privé sont les monnaies exclusives et rivales à fort degré de consomptibilité et à fort degré de rareté. On les représente habituellement sous la forme *account based* (monnaie scripturale) mais aussi sous la forme *coin based* (monnaie fiduciaire). Les monnaies fiat à statut privé englobent les 4 agrégats monétaires (M0, M1 M2, M3, M4) car ce qui est déterminant ici n'est pas la qualité de l'émetteur mais la typologie de l'usage monétaire. Dans tous les cas, elles prennent la forme d'une unité de compte appropriable de façon exclusive et rivale par les agents comme s'il s'agissait d'un produit. Ces monnaies privées se fondent sur le crédit, ce qui a pour conséquence un système d'endettement généralisé qui ne s'équilibre jamais. Elles fondent une pratique des échanges qui n'est pas basée sur l'usage monétaire et son appréciation mais sur l'usure monétaire et la dépréciation. Dans les faits, de telles monnaies ne financent quasiment que des biens matériels de grande consommation et des énergies non renouvelables. Leur statut de monnaie privée aboutit de manière assez systématique à une gestion centralisée sous l'emprise des banques centrales et parfois des Etats. La gestion de ces monnaies privées ainsi que leur distribution reposent sur des infrastructures administratives lourdes qui sont sans aucun doute les plus consommatrices d'énergie. La privacité et le culte du secret bancaire qui sont consubstantiels au statut de la monnaie privée autorise les agents à faire n'importe quoi dès lors qu'ils disposent d'une position de créancier. En sens inverse, les agents ayant une position de débiteur le sont souvent de manière perpétuelle par le jeu subtil des différences sur les taux de changes et sur les taux d'intérêts, véritables pièges financiers qui n'ont d'autres buts que de ruiner la partie la plus faible.

Les monnaies à statut de groupe sont les monnaies exclusives et non rivales à moindre degré de consomptibilité car essentiellement orientées vers le financement des services. Elles forment le groupe des monnaies virtuelles, définies comme « une unité de compte stockée sur un support électronique créée par une personne (physique ou morale) et destinée à comptabiliser les échanges ». La monnaie virtuelle n'est pas une créance sur l'émetteur et n'est pas émise contre la remise de fonds. Elle se distingue ainsi de la monnaie électronique. Ces monnaies virtuelles ont pour point commun d'être représentées par une unité de compte n'ayant pas de statut légal, de ne pas être régulées par une banque centrale et de ne pas être délivrées par des établissements financiers. Ainsi dans le Chartalisme de Knapp, on considère comme "*monnaie fiscale*" toute chose que l'Etat décide d'accepter

en paiement des impôts, que cette monnaie virtuelle ait ou non cours légal parmi les citoyens. Dans le groupe des monnaies virtuelles, on distingue deux catégories : la première désigne les monnaies des services exclusives et non rivales qui sont des monnaies virtuelles fermées avec un flux unidirectionnel pouvant être achetées avec de la devise légale mais non reconvertis en devise légale, qui sont des monnaies spécifiques n'ayant cours que dans l'espace d'échange de leurs émetteurs (exemple : les points de fidélités, les bons d'achat, les *tokens utility* des sites internet, les *tokens gaming* des jeux vidéo ou des plates-formes de paris). La seconde catégorie désigne les monnaies virtuelles d'actifs numériques ou physiques exclusifs et non rivaux, avec un flux bidirectionnel comportant un cours d'achat et de revente qui peut s'exprimer en monnaie classique (ex : les assets backed tokens, les wrapped tokens). Les monnaies d'actifs sont des jetons créés de façon endogène, comme récompense d'un processus décentralisé de validation, et auquel chacun peut accéder, soit en s'investissant dans des activités de minage, soit en s'investissant dans de la gouvernance de réseau.

Les monnaies réelles sont des instruments monétaires à statut de commun, non exclusifs et faiblement rivaux, principalement axés sur la gestion équitable et efficace des besoins, des capacités et des valeurs tangibles ou immatérielles d'une communauté. Elles utilisent une diversité d'unités de compte—telles que le temps, l'énergie, le travail ou l'information—and favorisent une circulation continue de la valeur pour soutenir la production, le partage, l'entretien et le renouvellement des ressources réelles. Souvent qualifiées de monnaies « contributives », elles ont pour caractéristique première d'être corrélées à la production, à la distribution, à l'entretien et au renouvellement d'une ressource réelle - d'ordre naturelle ou culturelle. Les monnaies comptables, qui sont non exclusives dans la capacité d'écriture, de lecture et d'interprétation monétaire, mais rivales dans la spécificité de leurs différents postes qui orientent les valeurs vers des usages ciblés et mesurables, constituent la matrice de gestion de toutes les ressources. Par leur capacité à transformer les ressources en valeurs reconnues, par les règles de numération et d'affectation des valeurs, elles jouent un rôle central dans la répartition de la richesse selon les critères de l'utilité et de l'équité, ce qui explique le caractère éminemment « participatif » de ces monnaies susceptibles de susciter un fort engagement. Contrairement aux monnaies privées et de groupe dans lesquelles la seule règle qui prévaut est l'accumulation, la monnaie comptable instaure une nouvelle règle du jeu basée sur l'ajustement des écritures et les balances. La plupart des monnaies de communs sont des outils dynamiques de régulation économique et sociale, car le principe fondamental qui les anime est l'interdiction de toute forme de thésaurisation et la circulation en flux continu de la valeur. C'est d'ailleurs ce principe d'annulation périodique de la valeur de la monnaie du commun (lié à ses cycles d'utilisations) qui lui confère son caractère de monnaie réelle et lui permet d'être en phase avec le temps.

La spécificité de la monnaie publique réside dans le fait qu'elle est immobilisée dans un système de règlement collectif, ce qui lui permet de servir de support stable pour établir et maintenir des relations monétaires équilibrées entre les agents économiques. Contrairement aux monnaies privées, où chaque unité est activement mobilisée par son détenteur pour des transactions ponctuelles et où sa disponibilité est conditionnée par des flux asymétriques (l'offre ou la demande de crédit, par exemple), la monnaie publique reste ancrée dans un réseau chiffré commun. Cette immobilisation signifie que chaque unité monétaire n'est pas continuellement transférée ou appropriée par des individus, mais reste inscrite comme une référence dans un système partagé, où son rôle est de faciliter la coordination des flux entrants et sortants de valeur. Cette stabilité permet aux agents de structurer leurs échanges de manière équilibrée. La monnaie publique sert ainsi d'instrument contractuel pour programmer, ajuster et égaliser les relations monétaires entre eux, sans générer de déséquilibres ou d'endettement réciproque. *Alors que la monnaie privée se présente comme un outil individuel comparable à un produit que les agents cherchent à s'approprier de façon exclusive et rivale pour maximiser leur faculté de transaction individuelle, la monnaie publique procède d'une nouvelle approche instrumentale qui prend la forme d'un graphe de relations monétaires auquel les agents accèdent de façon collective afin de coopérer pour trouver un équilibre qui va maximiser leur capacité d'échange collectif.* On peut considérer que la gestion collective de la monnaie privée basée sur la logique de l'accaparement individuel, les déséquilibres des balances des paiements et la gestion des déficits permanents la condamne à rester un outil incapable d'atteindre une véritable scalabilité, alors que la gestion collective de la monnaie publique basée sur

la contrainte de l'équilibre de la balance des paiements lui confère pour la première fois la qualité d'un instrument permettant aux agents de développer un échange scalable, sécurisé et décentralisé.

Transférabilité statutaire du droit d'usage des monnaies

La classification des droits d'usages monétaires selon les critères de l'exclusivité et de la rivalité permet de construire une échelle des valeurs allant de la forme monétaire la moins durable à la forme monétaire la plus durable. En se fondant sur les critères de l'exclusivité et de la rivalité pour distinguer des formes et des usages monétaires qui diffèrent fortement sans la moindre ambiguïté, il n'est plus possible de se référer à un modèle générique que l'on appellerait « la monnaie » pour conclure, comme le fait par exemple Jézabel Couppey-Soubiran dans la revue *Monnaie, Banque, Finance* (2012), que « la nature de la monnaie est ambivalente et c'est ce qui rend sa définition difficile. La monnaie revêt à la fois les caractéristiques d'un bien privé et d'un bien public, d'un bien rival et d'un bien réseau, d'un bien économique et d'un bien politique et social. Les fonctions de la monnaie ne sont que mieux comprises quand on cerne cette ambivalence ». *En effet, la caractérisation des différentes formes d'usages monétaires par les critères de l'exclusivité et de la rivalité aboutit à leur conférer des statuts distincts, que l'on nommera « monnaie privée », « monnaie de groupe », « monnaie de commun » (ou de ressource) et « monnaie publique », que l'on qualifiera par leurs degrés d'exclusivité et de rivalité.*

Dans le conflit violent qui oppose les émetteurs de monnaie (dotés de tous les priviléges et de tous les pouvoirs issus de leur monopole d'émission) et les utilisateurs de la monnaie (dénus de tout privilège, de tout droit et de tout pouvoir dans la gestion de leur monnaie), il est essentiel de comprendre que le choix statutaire revient entièrement à l'utilisateur, et que là se trouve le vrai pouvoir de réponse de l'utilisateur. Il revient donc à chaque utilisateur (considéré individuellement ou collectivement) de conférer à la monnaie le statut de son choix, parmi les quatre statuts possibles qui sont celui de la monnaie privée, celui de la monnaie de groupe, celui de la monnaie de commun (ou de ressource), et celui de la monnaie publique. Ici se trouve la vraie liberté et le vrai pouvoir des utilisateurs face aux émetteurs. En effet, les émetteurs pourront toujours chercher à renforcer leurs pouvoirs monétaires par toujours plus de priviléges, donc de rivalité, et toujours plus de centralisation, donc d'exclusivité, rien n'empêche jamais un utilisateur de prendre une monnaie privée, aussi mauvaise soit-elle de par son mode d'émission, pour en faire une monnaie dotée d'un statut plus ouvert, c'est à dire moins rival et moins exclusif. Transférer le droit d'usage monétaire revient donc à modifier le statut juridique de la monnaie, et ce pouvoir revient entièrement aux utilisateurs. Précisons ici que pour avoir une vision complète de ce sujet, il convient d'abandonner l'idée que cette question du changement de statut ne se joue qu'entre les monnaies privées (de type fiat) et les monnaies de groupe (de type crypto). *En considérant le principe de transférabilité dans sa totalité, rien n'empêche un utilisateur de prendre une monnaie à statut privé (par exemple une devise fiat) pour en faire une monnaie à statut de groupe (par exemple un token wrapé), rien n'empêche un utilisateur de prendre une monnaie à statut de groupe pour en faire une monnaie à statut de commun, et rien n'empêche un utilisateur de prendre une monnaie à statut de commun pour en faire une monnaie à statut public. Ainsi les statuts des monnaies sont évolutifs car aucune monnaie n'a de statut définitif.*

Les monnaies privées, comme les monnaies fiat des banques, sont des biens exclusifs et rivaux, tandis que les cryptomonnaies, qualifiées de monnaies de groupe, sont des biens exclusifs mais non rivaux. Ce passage des monnaies privées aux cryptomonnaies représente un progrès significatif en termes d'accès et de flexibilité dans l'usage monétaire. Les monnaies fiat des banques sont exclusives car leur création et leur gestion sont centralisées par des institutions financières qui exercent un contrôle strict sur leur émission, leur distribution et leur utilisation, ce qui en limite l'accès à des conditions spécifiques, comme la solvabilité ou l'acceptation par les réseaux bancaires. Elles sont également rivales, car chaque unité monétaire est strictement liée à un compte bancaire individuel, et son usage dans une transaction la rend immédiatement indisponible pour toute autre opération. En revanche, les cryptomonnaies, bien que restant exclusives à leurs détenteurs par le biais de clés privées et de mécanismes de validation par consensus, ne sont pas rivales. Une cryptomonnaie est la monétisation d'un actif et son processus d'émission ne repose pas sur la dette. Une même unité peut être utilisée pour représenter tout type d'actif, sans altérer sa nature ou son existence numérique. Cela marque un

progrès important car les cryptomonnaies, tout en maintenant une exclusivité nécessaire à leur sécurité, éliminent la rivalité dans leur usage, ce qui favorise une plus grande fluidité dans les transactions et une interopérabilité accrue au sein des réseaux numériques. De plus, elles offrent une transparence renforcée grâce à leur inscription dans des registres distribués, ce qui réduit les asymétries d'information et renforce la confiance dans leur gestion. Ce passage de monnaies privées, opaques et centralisées, à des monnaies de groupe, ouvertes dans leur validation et polyvalentes dans leur usage, constitue un progrès vers une économie numérique plus démocratique et efficace, où les individus et les communautés bénéficient d'un contrôle accru sur leurs interactions monétaires tout en réduisant les barrières institutionnelles traditionnelles.

Les monnaies comptables, qualifiées de non exclusives mais rivales, se distinguent des cryptomonnaies qui sont des biens exclusifs et non rivaux, par leur capacité à ouvrir l'accès à un droit d'écriture, de lecture et d'interprétation monétaire accessible à tous. Contrairement aux cryptomonnaies, dont l'usage est verrouillé par des mécanismes de validation centralisés et réservés aux détenteurs de clés privées, les monnaies comptables sont intrinsèquement ouvertes et permettent une participation collective dans leur gestion. Cependant, elles introduisent une rivalité spécifique dans leur usage : la valeur doit être inscrite dans des postes comptables précis (actif, passif, produits, charges), et ce choix conditionne directement la nature et la destination de la valeur transférée ou mobilisée. Alors que les cryptomonnaies sont uniformes et restent identiques quel que soit leur usage (paiement, réserve de valeur, échange), les monnaies comptables fragmentent la valeur en catégories fonctionnelles distinctes, ce qui en fait un outil économique plus contextuel et ciblé. Cette contextualisation renforce les droits économiques et sociaux en permettant une gestion des flux économiques plus transparente et adaptée aux besoins réels des acteurs, tout en promouvant des pratiques responsables telles que la réutilisation, le recyclage ou l'allocation optimisée des ressources. De plus, en rendant l'interprétation monétaire accessible à tous, les monnaies comptables démocratisent l'accès à la création de valeur économique, tout en introduisant une discipline comptable qui évite les excès et les abus souvent observés dans les systèmes monétaires uniformes et centralisés. Ainsi, lorsqu'elles sont appréhendées comme des monnaies du commun, les monnaies comptables satisfont plus largement que les cryptomonnaies les principes de la décentralisation, de la scalabilité et de la transparence. Elles permettent non seulement une meilleure redistribution des ressources mais aussi une adaptation dynamique aux objectifs de durabilité, marquant un progrès décisif par rapport aux monnaies de club comme les cryptomonnaies, limitées par leur exclusivité et leur homogénéité qui restreint fortement leur champ d'usage et les condamne à la spéculation.

La monnaie du commun, non exclusive et rivale, diffère de la monnaie publique, qui est non exclusive et non rivale, et le passage de l'une à l'autre constitue un progrès important en termes d'accessibilité et de gestion des flux économiques. La monnaie du commun est non exclusive car elle repose sur un droit d'écriture, de lecture et d'interprétation accessible à tous, ce qui permet une gestion collective et transparente de la valeur au sein d'une communauté. Cependant, elle est rivale dans son usage, car chaque unité monétaire doit être inscrite dans des postes comptables spécifiques (actif, passif, produits, charges), rendant chaque inscription exclusive à un usage particulier. Cela introduit une forme de concurrence dans les choix d'utilisation, où la destination de la valeur dépend des besoins spécifiques de l'utilisateur, ce qui en fait une monnaie contextualisée mais fragmentée. En revanche, la monnaie publique est à la fois non exclusive et non rivale. Elle est accessible à tous sans restriction, mais surtout, elle peut être utilisée simultanément et conjointement par plusieurs acteurs sans être fragmentée ou limitée à un usage unique. Ce caractère non rival signifie que l'utilisation de la monnaie publique par un acteur ne réduit en rien sa disponibilité pour d'autres, ce qui en fait un outil fluide et universel pour faciliter les échanges économiques. Le passage de la monnaie du commun à la monnaie publique représente donc un progrès, car elle met un terme à la suprématie de l'approche quantitative sur la monnaie en démontrant qu'une seule unité monétaire à usage partagé équivaut à des milliards d'unités monétaires à usage exclusif. Ce faisant, la monnaie publique instaure pour la première fois dans l'histoire humaine la monnaie comme un droit de règlement universel accessible à tous afin de promouvoir un système d'échange plus juste.

Selon le principe de la transférabilité monétaire, toute forme impure de monnaie peut évoluer vers une autre forme plus pure. Une monnaie de bien exclusive et rivale fortement centralisée peut évoluer vers une monnaie

d'actifs exclusive et non rivale beaucoup plus décentralisée comme cela se voit avec les stable coins. Une monnaie de club consommatrice de ressources peut devenir une monnaie d'actifs comme cela est le cas avec les programmes de fidélité qui traduisent les engagements écologiques des marques et incitent les clients à œuvrer pour une économie durable. Un service public hospitalier qui perçoit les dépenses de soins comme une charge financière peut évoluer dans son financement pour devenir un outil de protection et de renforcement de la santé publique qui appréhende le capital santé des citoyens comme un actif financier valorisable. Une ressource écologique telle que l'eau qui est gérée encore aujourd'hui comme un bien à péage (donc une monnaie de club) peut devenir un droit humain fondamental pour accéder au statut de bien universel représenté par une forme de monnaie publique permettant de conserver et de répartir équitablement cette ressource si précieuse pour l'ensemble de l'humanité. Ainsi toute forme monétaire imparfaite peut évoluer vers une forme plus parfaite qui culmine dans le statut de la monnaie publique à caractère non rival et non exclusif.

Hiérarchisation des statuts monétaires selon critère de la durabilité

Comment expliquer la hiérarchie des différents statuts monétaires par rapport aux objectifs de développement durable ? Pour le comprendre, nous devons nous représenter la monnaie comme une méta-institution d'allocation de ressources et comparer l'efficience des différents statuts pour procéder à cette allocation.

D'un point de vue théorique, la monnaie est souvent définie comme un bien économique particulier servant d'unité de compte, de moyen d'échange et de réserve de valeur. Toutefois, au-delà de ces fonctions classiques, la monnaie agit comme une méta-institution d'allocation de ressources : elle influence la manière dont les individus, les collectivités et les entreprises privées et publiques orientent leurs actions et leurs investissements. En ce sens, elle participe à la construction des rapports sociaux et économiques, dictant quelles ressources on mobilise et dans quel but. En dehors du classique but économique, on peut distinguer trois autres buts.

- Dimension sociétale : La monnaie détermine qui a accès à quoi, par quelles modalités de financement, et selon quelles règles (intérêts, prêts, endettement, participation... etc).
- Dimension environnementale : Selon les règles de création, de circulation et d'affectation monétaire, les agents peuvent être incités à préserver ou, au contraire, à surexploiter les ressources naturelles.
- Dimension de gouvernance : Les décisions liées à l'émission et à l'usage de la monnaie (privé, public, commun, groupe) influencent la transparence, la participation citoyenne, et la redistribution de la valeur dans la société et contribuent donc à la qualité globale du « bien vivre ensemble ».

Le développement durable, tel que formulé par les objectifs de développement durable (ODD), exige de dépasser la seule logique du profit financier immédiat pour intégrer l'ensemble des buts liés aux dimensions sociétale, environnementale et de gouvernance sans lesquelles on ne saurait parler d'un monde viable et vivable. En effet, la durabilité requiert la prise en compte d'externalités sociétales (éducation, santé, équité), environnementales (préservation des écosystèmes, réduction de la pollution, etc.) et de gouvernabilité (capacité des groupes humains à participer aux décisions collectives, respect des droits fondamentaux). A ce titre, le classement des différents statuts monétaires en fonction des critères de l'exclusivité et de la rivalité permet de distinguer les différentes formes monétaires par leur degré de partage et d'ouverture. Cet exercice de hiérarchisation monétaire est révélateur, car il nous montre où devrait se situer le débat sur la politique monétaire du développement durable en éliminant les thématiques sans importance pour nous permettre de nous concentrer sur l'essentiel. Le véritable enjeu ne se situe pas sur l'innovation technologique propre à chaque instrument monétaire (dans la mesure où ce sont les actifs sans valeur intrinsèque qui sont les plus aptes à jouer le rôle de monnaie), ni dans la consommation d'énergie propre à chaque instrument monétaire (dans la mesure où l'impact social et environnemental de la monnaie se situe avant tout dans la façon dont elle est employée et pas dans ses coûts de maintenance et de fonctionnement). Elle se situe beaucoup plus dans les

innovations d'usage qui permettront à l'instrument monétaire de transformer les comportements égoïstes et individualistes dans le sens d'une gestion de plus en plus partagée et intelligente des ressources.

La monnaie privée (exclusive et rivale) encourage la compétition pour l'accumulation individuelle de liquidités. Elle rend la valeur économique moins sensible aux enjeux de la solidarité et de l'environnement, car la maximisation du profit prime sur la coopération. La monnaie de groupe (exclusive mais non rivale) permet une forme de décentralisation (ex. : blockchain, cryptomonnaies), tout en maintenant un certain verrouillage (clés privées, gouvernance technique). Elle offre plus de flexibilité que la monnaie privée, mais reste axée sur des communautés ou réseaux spécifiques, limitant la prise en compte de la diversité des valeurs. La monnaie du commun (non exclusive et rivale) incite à l'expression de diverses finalités (économiques, sociales, environnementales) via la comptabilité transparente et décentralisée. La rivalité persiste, car chaque unité monétaire doit être affectée à un usage précis (postes comptables), ce qui encourage une gestion plus responsable des ressources et la reconnaissance d'objectifs non purement lucratifs (santé, culture, etc.). La monnaie publique (non exclusive et non rivale) vise un usage simultané et partagé de l'instrument monétaire, sans appropriation individuelle définitive. Elle favorise la coordination à large échelle pour orienter les ressources (énergies, infrastructures, capitaux) vers des buts d'intérêt général et de long terme, en évitant l'endettement perpétuel et les déséquilibres structurels. Ainsi, nous observons qu'au fur et à mesure qu'on se déplace de la monnaie privée vers la monnaie publique, on passe d'une conception particulière (repli sur la solvabilité et la rentabilité individuelle) à une conception collective (prise en compte de l'intérêt général et reconnaissance de la variété des priorités humaines : éducatives, écologiques, sociales... etc.).

Le philosophe Emmanuel Kant écrivait que des hommes rationnels gouvernés par des institutions folles deviennent fous alors que des hommes fous gouvernés par des institutions rationnelles peuvent devenir rationnels. Ce qui importe avant tout est de déterminer et de comprendre la règle du jeu économique et sociale. Dans les monnaies de niveau 1 et 2, c'est-à-dire les monnaies individuelles et de groupes, la règle qui prévaut est celle de l'accumulation. On pourrait même observer que la logique d'accumulation monétaire poussée par des stratégies de spéculation tous azimuts est encore plus importante dans les monnaies crypto que dans les monnaies fiat en raison de la volatilité plus importante des cryptomonnaies. Néanmoins, dans les monnaies de niveau 3 et 4 que nous appelons monnaie commune et monnaie publique, la règle du jeu change radicalement car ce n'est plus l'accumulation qui prévaut mais l'ajustement. En effet à ce niveau-là, les agents n'ont plus aucun problème d'accès aux liquidités, car ils peuvent monétiser instantanément tout type de valeur sans aucune limite quantitative ou qualitative, mais la seule condition pour que cette capacité monétaire soit effective est qu'ils ajustent leurs transactions en équilibrant leurs recettes et leurs dépenses. Globalement, on peut considérer que cette nouvelle règle du jeu basée sur l'ajustement de toutes les valeurs échangées va favoriser un système d'allocation des ressources bien plus harmonieux. C'est en fonction de cette contrainte harmonique fondée sur une approche conjonctive des postes comptables (complémentarité équilibrante) et pas sur une approche disjonctive de ces mêmes postes comptables (antagonismes déséquilibrants) que nous pensons que les monnaies commune et publique sont des instruments adaptés pour les ODD.

En libérant les hommes de l'obsession de l'accumulation et de l'appropriation monétaire, les monnaies de niveau 3 et 4 vont devenir des instruments de l'expressivité et de la représentativité des valeurs. Plus la monnaie est partagée et ouverte (moins rivale, moins exclusive), plus elle est susceptible de rendre visibles et quantifiables des externalités positives (ex. : réduction d'empreinte carbone, actions sociales), qui demeurent souvent invisibles dans un système monétaire purement marchand. En permettant à différents types de transactions et d'engagements (culture, environnement, éducation, santé) d'être reconnus comme de la « valeur » à part entière, la monnaie du commun et la monnaie publique encouragent une allocation des ressources plus soutenable. Les formes monétaires basées sur un usage partagé (monnaie publique) ou collectif (monnaie du commun) limitent la thésaurisation et favorisent une circulation continue, ce qui réduit les bulles spéculatives et encourage le réinvestissement dans des projets à impact positif. Le développement durable suppose d'embrasser la complexité : chaque acteur (qu'il s'agisse d'un individu, d'une communauté, d'une entreprise ou d'une institution publique) ne recherche pas seulement un gain monétaire mais également des

valeurs telles que l'éthique, la résilience écologique, la cohésion sociale et la qualité de vie. Or cette complexité est d'autant plus grande lorsque l'instrument monétaire se détache des formes matérielles (un bout de papier, une pièce en métal) pour prendre des formes symboliques qui la rapprochent du fonctionnement du langage. A ce titre, le graphe mathématique constitue un instrument monétaire à la fois simple (car toute forme de transaction est représentable par des flèches) et extraordinairement complexe (car se fondant sur la rigoureuse théorie mathématique des catégories), ce qui en fait un langage apte à exprimer n'importe quelle valeur.

Hiérarchiser les statuts monétaires – du plus exclusif au plus partagé – revient à faire le lien entre l'infrastructure monétaire et la diversité des valeurs soutenues par la société. Autrement dit, en choisissant des formes de monnaie qui reconnaissent et promeuvent des critères environnementaux et sociaux, on crée un levier puissant pour soutenir la transition vers une économie plus juste et plus responsable. Cela ouvre un nouveau terrain de recherche et d'expérimentation pour l'innovation institutionnelle. Les coopératives, les mutuelles, les monnaies locales ou contributives nous prouvent déjà qu'il est possible d'expérimenter de nouvelles logiques monétaires où la « valeur » ne se limite pas au profit. Mais la réflexion sur les différents statuts monétaires va plus loin dans le sens du renforcement de l'autonomie collective. Les collectivités, les associations et les utilisateurs peuvent faire évoluer le statut d'une monnaie (la « requalifier ») pour l'orienter vers une finalité plus durable. Cela pourrait permettre une accélération de la réalisation des ODD. En mettant la monnaie au service de l'écologie et de la solidarité et pas seulement au service de l'économie et de la finance, on crée des mécanismes d'incitation et de mesure (via la comptabilité, les indicateurs d'impact) qui facilitent l'atteinte des objectifs de long terme. En somme, l'architecture monétaire est un catalyseur de la durabilité : plus elle soutient des usages collectifs, plus elle reflète la diversité des finalités humaines. Cette inclusion de la pluralité des valeurs au cœur de la monnaie est une étape déterminante pour construire une économie résiliente et respectueuse de l'environnement, répondant pleinement aux enjeux du développement durable.

En définitive :

Plus la monnaie est conçue comme un bien rival et exclusif (monnaie privée), plus l'allocation des ressources tend à se centrer sur le profit individuel, au risque de négliger la soutenabilité écologique et la justice sociale.

Plus la monnaie se rapproche d'un statut non rival et non exclusif (monnaie publique), plus l'allocation peut tenir compte d'objectifs collectifs : réduction de la pauvreté, préservation des ressources, égalité d'accès, etc.

Objet social pour une association de gestion statutaire des biens et des monnaies au service du développement durable

Il découle de ce qui précède que l'objet social des organisations coopératives et mutualistes de paiement vise à créer un système d'échange généralisé et orienté par l'échelle des valeurs du développement durable.

L'objet social des organisations coopératives et mutualistes de paiement est de concevoir, mettre en œuvre et opérer un système de gestion statutaire des biens et des monnaies, destiné à organiser les échanges économiques des personnes privées et publiques sur la base de la valeur produite, partagée et réinvestie dans des engagements mesurables pour la réalisation des objectifs de développement durable (ODD).

Ces organisations structurent leur mission autour des principes suivants :

1. *Gestion statutaire des biens et des monnaies :*

Chaque bien (privé, de groupe, commun ou public) et chaque monnaie (privée, de groupe, de commun ou publique) est classifié selon son statut économique et social ainsi que son impact sur la durabilité.

Les organisations opèrent un processus dynamique de requalification qui permet de :

- Rehausser les biens et les monnaies vers des typologies plus durables en transformant leurs usages (exemple : biens privés requalifiés en biens communs ou publics).
- Optimiser la gestion de leur statut en fonction de leur contribution mesurable aux ODD.
- Structurer chaque bien ou monnaie par des droits d'usage programmables, transparents et traçables.

2. *Droit d'usage monétaire universel :*

Instaurer un cadre contractuel qui attribue à chaque acteur un droit d'usage monétaire basé sur :

- L'équilibre de la balance des paiements, garantissant que les flux entrants et sortants de chaque agent restent harmonisés.
- La non-exclusivité, permettant à tous les participants d'accéder aux droits d'écriture, de lecture et d'interprétation monétaire.
- L'alignement des données comptables, économiques et financières sur le socle des valeurs fondamentales des sociétés privées et publiques.

3. *Système de paiement durable :*

Développer une infrastructure de paiement fondée sur une monnaie publique accessible, qui :

- Permet de faciliter les règlements sans transférer définitivement les unités monétaires.
- Soutient la création de relations économiques équilibrées et stables entre les participants.
- Aligne les échanges sur des objectifs économiques, sociaux et environnementaux spécifiques.

4. *Mécanismes d'évaluation et d'incitation :*

Fournir des outils techniques pour mesurer les contributions aux ODD, suivre les engagements des agents, et attribuer des incitations adaptées. Cela inclut :

- Un système d'indicateurs permettant de relier chaque transaction à un objectif précis de durabilité.
- La redistribution des droits d'usage monétaire en fonction des résultats obtenus.
- La mesure de la corrélation entre les valeurs et les actions.

5. *Reclassification dynamique et programmable :*

Déployer un cadre technologique permettant :

- La requalification des biens et des monnaies au fur et à mesure de leur contribution à des usages plus collectifs et durables.
- L'automatisation des règles d'équilibre des flux financiers pour réduire les gaspillages et optimiser les ressources disponibles.
- La représentation des transactions au moyen de bases de données orientées graphe permettant de privilégier la recherche de chemins.

Ces organisations créent ainsi une économie régulée par des choix statutaires, où les biens et les monnaies cessent d'être des instruments de rivalité ou d'accumulation, pour devenir des leviers stratégiques d'ajustement et de conciliation complexe des différentes valeurs au service du développement durable. Ce modèle promeut

une gouvernance économique partagée, une utilisation optimisée des ressources, une gestion collective des transactions et une mobilisation collective des acteurs vers des résultats concrets et mesurables.

Un système d'échange organisé, inclusif et résilient

Pour réaliser leur objet social et pouvoir agir sur la transformation des biens et des monnaies vers des formes de moins en moins exclusives et rivales donc de plus en plus durables et équitables, les organisations coopératives et mutualistes doivent fonctionner comme un groupe d'échange inclusif des biens et des monnaies.

La compréhension de l'échange inclusif doit être référée à la hiérarchie des statuts monétaires. Dans leur fonctionnement, les statuts monétaires de niveau supérieur sont adossés aux statuts monétaires de niveau inférieur. C'est par un tel adossement que les statuts monétaires de niveau supérieur acquièrent l'ensemble des caractéristiques monétaires. Pour expliquer cette interdépendance, nous allons donner trois exemples.

Premier exemple concernant les monnaies privées et les monnaies de groupe : Si l'on prend comme point de départ de cette réflexion qu'une monnaie possède l'ensemble des caractéristiques monétaires si elle possède cumulativement les trois fonctions d'Aristote (instrument d'échange, de mesure de la valeur et de conservation de la valeur), alors on peut partir du principe que seule la monnaie privée possède à elle seule toutes les caractéristiques monétaires. Les autres statuts monétaires ont besoin de s'adosser sur un autre statut pour rassembler toutes les fonctions de la monnaie. Tel est par exemple le cas des monnaies de groupe (comme les monnaies de jeu, point de fidélité et les cryptomonnaies) à qui il manque la fonction de mesure de la valeur et qui doivent par conséquent être libellées en monnaie privée (comme l'euro ou le dollar) pour être comptabilisées. Dans une telle perspective, nous dirons que par une opération d'inclusion, le groupe monnaie privée – monnaie de groupe possède toutes les caractéristiques monétaires en termes de fonctions.

Second exemple concernant les monnaies comptables et les monnaies privées et de groupe. Les monnaies comptables sont des unités de mesure utilisées pour enregistrer et suivre les transactions financières. Elles ne circulent pas nécessairement comme moyen d'échange indépendant, mais servent plutôt à exprimer la valeur des transactions réalisées avec d'autres formes de monnaie, qu'elles soient privées ou de groupe. Par exemple, dans une entreprise, la monnaie comptable peut être le dollar ou l'euro, tandis que dans un jeu vidéo, une monnaie comptable interne pourrait être utilisée pour suivre les points ou crédits des utilisateurs. Ainsi nous voyons bien que les monnaies comptables n'existent pas par elles-mêmes mais qu'elles sont toujours adossées aux monnaies privées et de groupe, et que c'est au regard de l'ensemble qu'on obtient les trois fonctions.

Troisième exemple concernant le rapport de la monnaie publique avec les monnaies comptables, de groupe et privées. En partant de l'idée que le graphe monétaire est une monnaie publique, nous observons que la mise en œuvre du graphe monétaire ne peut se faire qu'en l'adosant à l'un des trois statuts qu'il englobe, à savoir la monnaie comptable, ou de groupe, ou privée. Ce n'est qu'à une telle condition que le graphe monétaire réunit toutes les fonctions de la monnaie et possède toutes les caractéristiques monétaires. Ainsi le graphe pondéré et équilibré confère à la monnaie comptable la fonction de règlement qui lui manque (instrument d'échange), il confère à la monnaie de groupe la fonction de fixation des prix qui lui manque (mesure de la valeur) et enfin, il confère à la monnaie privée la fonction de partage du droit d'usage qui lui manque (conservation de la valeur). Parmi les quatre statuts monétaires, la monnaie publique mise en œuvre dans les graphes mathématiques représente à la fois l'instrument le plus abstrait et le plus efficient en terme de transformation monétaire.

L'attitude opératoire et fonctionnelle s'oppose directement à la chosification des phénomènes monétaires, état d'esprit qui est à l'origine de nombreuses erreurs d'analyse. A une époque où la plupart des agents économiques pensent qu'il n'existe qu'une seule forme de monnaie qu'ils relient à la monnaie privée et aux monnaies de banque, et où beaucoup pensent encore que seules les pièces en argent et en or mériteraient d'être appelées monnaie, on conçoit que l'approche fonctionnelle et opératoire élargit considérablement le nombre des instruments capables de jouer un rôle monétaire. Or parmi tous ces instruments, il est vraisemblable que le graphe pondéré et équilibré soit le plus performant, non seulement en raison de son

caractère de monnaie publique non rivale et non exclusive, mais également en raison de son aptitude à apporter des améliorations significatives au fonctionnement de toutes formes monétaires qu'il englobe. Il ne sera pas anodin de remarquer qu'historiquement, l'offre d'instruments monétaires nouveaux et performants contribue au développement de l'organisation économique et sociale des pays où elle se produit.

L'un des aspects les plus importants de la performance du graphe est qu'il constitue une monnaie programmable et un instrument d'échange programmatique permettant de sortir des échanges en temps réel auxquels voudraient nous cantonner les échanges en monnaie privée et bancaire. Avec le graphe monétaire s'inaugure une nouvelle approche constructiviste des rapports d'échange basée non plus sur les biens monétaires (pièces, billets, dépôts), mais sur les relations monétaires. On appellera « consensus monétaire » l'ensemble des règles du jeu qui fixent les rapports de valeur dans les relations monétaires. Sachant que par définition, les consensus représentent une situation ou une décision optimale par rapport à un ensemble de contraintes préexistantes, nous dirons que le but du système d'échange monétaire est de produire périodiquement des consensus sur l'allocation optimale des ressources entre tous les agents au regard d'un ensemble de contraintes qui caractérisent un état du monde à un moment précis. L'équilibre contradictoire entre un état de l'offre et un état de la demande est la solution qui est utilisée par le marché pour répondre à cette question. Toutefois, la construction des consensus peut et doit être généralisée au moyen de plusieurs balances permettant de proposer un équilibre contradictoire sur tous les termes importants de l'échange.

L'exemple du marché est un cas intéressant permettant de montrer comment on peut passer d'un ordre spontané à un ordre organisé par une balance faisant office de règle des échanges. La théorie de l'équilibre général cherche à expliquer comment, dans une économie composée de nombreux marchés interconnectés, un ensemble de prix peut se former de manière à équilibrer simultanément l'offre et la demande sur tous ces marchés. Elle repose sur l'idée que tous les agents économiques (ménages, entreprises, etc.) font des choix optimaux en fonction de leurs contraintes et préférences, et que ces choix interagissent pour déterminer un équilibre global. Cet équilibre général étant posé comme un axiome, une hypothèse théorique ou un mécanisme d'incitation non contraignant, il n'est que très rarement atteint et vérifié dans les faits. Cela explique pourquoi la théorie néo-classique définit la fonction d'excès et d'insuffisance de demande $Z(P)$ pour un vecteur de prix P : $Z(P) = Z+(P) - Z-(P)$ dans lequel $Z+(P)$ fournit la quantité par laquelle la demande dépasse l'offre, et $Z-(P)$ donne la quantité par laquelle l'offre dépasse la demande. Dans cette approche basée sur l'ajustement spontané des quantités d'offre et de demande par rapport aux prix, nous ne sommes pas face à une organisation de marché, mais face à quelque chose de beaucoup plus désorganisé et sporadique qui ressemble à un système émergent dans lequel un état général résulte des multiples interactions locales.

Prenons maintenant l'hypothèse d'un marché dans lequel les agents ont une conception systémique des rapports d'échange et désirent mettre en place une monnaie programmatique basée sur une règle commune. Le consensus monétaire entre les agents conduit à la décision collective que la règle pour tous leurs échanges sera basée sur la balance offre \equiv demande dans laquelle l'équilibre de l'offre et de la demande n'est plus posé comme un axiome ou un mécanisme d'ajustement facultatif, mais comme une contrainte ou comme une loi d'équilibre contrôlée par une balance équilibrée de paiement. Dans un tel cas, le marché ne reposera plus sur un ordre spontané mais sur un ordre prédictif que l'on peut formaliser par : $D(P) = O(P)$ ou encore $Z(P) = 0$. Cette écriture synthétise l'exigence fondamentale du modèle : l'ajustement dynamique des prix doit (et pas devrait) annuler tout excès de demande ou d'offre, assurant ainsi que l'économie reste en équilibre au niveau agrégé. On voit ainsi que l'organisation de marché ne repose pas tant sur une autorité centrale ou sur une économie planifiée que sur une règle d'échange commune acceptée par tous et faisant office de loi pour les agents. Appelons économie conjonctive les organisations économiques qui se construisent à partir de règles communes (contrainte forte) leur permettant de fonctionner de façon programmatique, et appelons disjonctives les situations économiques issues d'axiomes ou d'incitations (contrainte faible) dans lesquelles les ajustements sont des phénomènes imprévisibles, impermanents, sporadiques et toujours susceptibles de se renverser.

Un système d'échange basé sur des balances équilibrées de règlement

Qu'est-ce qui permet au droit d'usage monétaire de se réaliser conformément à sa loi ?

Pour répondre à cette question, nous allons définir 3 modes d'échanges afin de pouvoir les distinguer.

- Le troc est un échange portant sur des quantités d'objets.
- La vente est un échange portant sur des quantités de monnaie.
- L'échange compensatoire est un échange portant sur des quantités de valeurs.

L'échange compensatoire se réalise sur la base de valeurs équivalentes mesurées par un prix. Dans l'échange compensatoire, c'est la complémentarité des besoins et des capacités qui constitue la différence que l'on recherche. Une telle approche implique un réseau de réciprocité, non plus un marché concurrentiel.

Ainsi, il est important de rappeler que dans le contrat de droit d'usage monétaire, le prix n'est pas seulement une fonction d'évaluation des biens, des services, des actifs et des droits, il est également une fonction de règlement par lequel les propositions de prix deviennent exécutables quand elles s'équilibrivent mutuellement.

Le règlement du droit d'usage monétaire ne s'effectue ni par l'échange direct de biens, ni par la simple circulation de monnaie, ni même par la fixation des prix, mais repose fondamentalement sur l'équilibre des balances des paiements entre les agents. Ainsi, la monnaie publique peut être définie comme un système où la balance des paiements est universellement équilibrée. De cet équilibre universel découle un réseau structuré de 13 balances trinitaires, chacune représentant une interaction spécifique entre les agents économiques.

Les treize balances trinitaires de l'économie conjonctive proposent une révision profonde des fondements économiques traditionnels, remplaçant la logique disjonctive par une approche qui met en avant la réciprocité et l'interdépendance. Elles visent à surmonter les limites d'un système basé sur la compétition et l'accumulation, pour adopter un cadre où les interactions humaines et économiques se complètent et s'équilibrivent. Le modèle conjonctif repose sur la complémentarité des besoins et des capacités, sur un partage du droit d'usage monétaire entre tous les agents et dans lequel ce n'est donc plus la monnaie qui est le but ultime de l'échange, mais bien la valeur que l'on échange au moyen de l'usage de la monnaie commune.

- La *balance trinitaire créances ≡ dettes* redéfinit ces termes en lien avec les besoins et les capacités. Les besoins deviennent des créances sociales à satisfaire, tandis que les capacités sont des dettes à mobiliser pour répondre aux besoins. Ce modèle assure une meilleure coordination entre les besoins réels et les capacités disponibles, évitant ainsi les déséquilibres structurels et les situations de surendettement. On peut également voir cette balance comme un instrument de cohésion sociale.
- *Balance trinitaire situation ex-ante ≡ situation ex-post* : La situation ex ante correspond au temps de la créance alors que la situation ex post correspond au temps de la dette qui limitent les possibilités transactionnelles des agents. La situation ex-statis comme tiers inclus dépasse ces deux dimensions en conférant aux agents une capacité transactionnelle basée sur la programmation monétaire dans un graphe. Elle ouvre donc un nouveau temps qui est celui de la construction du consensus monétaire au sein d'un réseau d'échange et de partage de la valeur basé sur la réciprocité.
- *Balance trinitaire compter ≡ mesurer* : Compter est une opération arithmétique qui accumule des unités distinctes, tandis que mesurer établit des relations proportionnelles entre ces unités. Dans une logique de groupes comme tiers inclus, la comptabilité devient une structure relationnelle où chaque élément numérisé appartient à un ensemble cohérent et contextualisé. Ainsi, compter et mesurer s'articulent à travers des systèmes où les quantités prennent sens par leurs relations, permettant une évaluation dynamique et intégrée des flux économiques et sociaux.
- *Balance trinitaire uniformité ≡ hétérogénéité* : L'uniformité standardise les critères et les processus pour garantir la cohérence et la comparabilité, alors que l'hétérogénéité valorise les singularités et les

contextes spécifiques. La diversité comme tiers inclus permet d'articuler ces deux pôles en intégrant des normes adaptatives qui préservent l'identité des éléments tout en les harmonisant au sein d'un cadre commun. Cela crée un équilibre dynamique entre structure et flexibilité, assurant à la fois stabilité et résilience aux systèmes économiques et sociaux.

- *Balance trinitaire échange marchand ≡ échange non marchand* : L'échange marchand repose sur l'échange bilatéral, la vente et le profit, tandis que l'échange non marchand privilégie la réciprocité, la transmission, le partage et le don. L'échange génératif comme tiers inclus introduit une dynamique où la valeur produite dépasse la simple transaction et nourrit un écosystème économique élargi. Ainsi, les échanges marchands et non marchands interagissent de manière complémentaire, créant des circuits de valeur enrichis qui favorisent une économie soutenable et inclusive.
- *La balance trinitaire besoins ≡ capacités* introduit le concept de corrélation entre les besoins et les capacités. Contrairement à l'économie disjonctive qui dissocie besoins et capacités, le modèle conjonctif considère que les besoins et les capacités se génèrent mutuellement et qu'on peut les traiter comme des valeurs s'équilibrant autour d'un centre neutre. Cette vision permet de concevoir les besoins fondamentaux comme des droits monétisables, où la valeur créée correspond à une capacité collective de satisfaction des besoins et pas seulement à un chiffre d'affaires.
- *La balance trinitaire ressource ≡ emploi* place la ressource monétaire dans un cadre de réciprocité où chaque création de monnaie est liée à une création de valeur. Dans un système où les emplois et les ressources sont gérés comme des valeurs équivalentes et substituables les unes aux autres, les ressources sont utilisées dans des projets qui permettent une juste répartition des emplois, favorisant ainsi la coopération et la création de biens publics. Elle évite les dérives inflationnistes en garantissant que la monnaie émise est toujours adossée à la valeur des emplois qu'elle finance.
- *La balance trinitaire coûts ≡ prix* établit une relation contradictoire nouvelle entre ces deux notions qui fournissent une clef de financement. En distinguant le coût comme les ressources nécessaires pour produire un bien ou un droit, et le prix comme la valeur conférée à la distribution d'un bien ou d'un droit, elle propose une approche qui permet d'équilibrer une gestion durable des capacités avec la satisfaction de tous les besoins, sans que cela conduise nécessairement à faire des déficits.
- *La balance trinitaire tarification ≡ monétisation* propose un modèle où la monnaie n'a pas de rareté intrinsèque, devenant un simple outil de mesure de la valeur des biens et services échangés. En supprimant la recherche de profit au profit de la juste évaluation de la valeur, ce modèle favorise des échanges équitables et élimine la spéculation. Il repose sur une transparence et une compréhension commune des valeurs échangées, renforçant la stabilité économique et l'inclusivité des échanges.
- *La balance trinitaire actifs ≡ passifs* réévalue la nature des actifs et des passifs en intégrant les besoins fondamentaux comme des ressources valorisables. Les actifs deviennent des leviers de développement, permettant la monétisation de projets sociaux et écologiques. Ce modèle favorise une gestion durable des ressources en équilibrant les amortissements avec les investissements à long terme.
- *La balance trinitaire exploitation ≡ régénération* met en avant le principe selon lequel toute utilisation productive des ressources doit être strictement compensée par leur renouvellement ou restauration. Plutôt que d'encourager une exploitation illimitée menant à l'épuisement, ce modèle intègre des mécanismes de régénération qui permettent de restaurer et d'enrichir le capital naturel, social, économique et humain. Ainsi, chaque processus d'exploitation se transforme en une opportunité de renforcer les différentes capacités collectives, garantissant la pérennité des richesses partagées.
- *La balance trinitaire excédent ≡ déficit* repose sur le constat que l'excédent représente l'accumulation de ressources au-delà des besoins immédiats, tandis que le déficit traduit un manque nécessitant un apport extérieur. Sans mécanisme d'ajustement, ces déséquilibres génèrent des tensions économiques

et sociales. La compensation comme tiers inclus établit une dynamique d'équilibrage où l'excédent d'un agent ou d'un système sert à résorber le déficit d'un autre, assurant ainsi la circulation des ressources et une répartition plus juste et fonctionnelle des richesses.

- La *balance trinitaire utilité ≡ équité* met en avant la relation contradictoire mais complémentaire entre ces deux notions. En s'appuyant sur la mesure et le classement des préférences, elle rend possible la recherche d'un état de consensus optimal dans lequel la décision collective cherche à maximiser l'enrichissement de la majorité tout en minimisant l'appauvrissement de la minorité.

Dans la pratique du graphe monétaire pondéré et équilibré, la construction des balances est cruciale car ce sont ces balances qui fournissent la règle générale que les agents doivent suivre pour organiser leurs échanges. En adoptant cette approche programmatique et constructiviste, les organisations coopératives et mutualistes peuvent non seulement améliorer leur performance économique, mais aussi contribuer activement à la construction d'un monde plus équitable et résilient conformément aux objectifs du développement durable.

Considérer la monnaie comme un lien et pas seulement comme un bien

Sous l'inspiration des approches consommatrices et accaparatrices de la monnaie privée, la tendance dominante dans les sciences économiques est de considérer la monnaie comme un bien périssable autrement dit comme une marchandise pouvant être détruite et remplacée indéfiniment. Une telle conception se trouve au cœur de l'activité bancaire qui crée et détruit de la monnaie en permanence au moment de l'octroi d'un crédit et de son remboursement. Sachant que la totalité de la masse monétaire qui circule actuellement provient des activités de crédit bancaire, cela donne une idée de l'ampleur des pratiques monétaires et financières qui s'orientent délibérément vers une conception non renouvelable des rapports économiques.

Concernant les monnaies de groupe, on s'éloigne un peu de l'approche par la marchandise, ne serait-ce que parce que de tels types de monnaies se fondent plutôt sur les services et la gestion des actifs, toutefois l'intense spéculation qui règne dans ces systèmes laisse à penser que les agents économiques les utilisent ou bien cherchent à les utiliser comme s'il s'agissait en grande partie de biens consommables.

Le point commun de ces approches monétaires est qu'elles considèrent la monnaie comme une matière au lieu de la considérer comme une information. Ainsi les banques nous parlent à longueur de journée de la tendance historique à la dématérialisation de la monnaie, mais dans les faits elles traitent la monnaie comme un bien matériel que l'on doit s'approprier exclusivement et concurrentiellement pour pouvoir accéder aux échanges.

Historiquement, la monnaie est née à partir des matières précieuses dont on mesurait la valeur par le poids, et beaucoup de personnes considèrent aujourd'hui que la monnaie ne peut accomplir sa fonction de réserve de valeur que si elle est frappée dans de l'or ou de l'argent. Le fait que les quantités d'or et d'argent ne puissent pas soutenir les besoins de liquidités propres au développement industriel ne trouble pas ces personnes.

Cette erreur matérialiste est particulièrement flagrante quand on interroge les personnes sur le fonctionnement des réseaux d'échange. Par exemple dans un réseau électrique, les gens sont convaincus que l'électricité ce sont des électrons qui circulent dans un fil, alors que nous savons aujourd'hui que la circulation de l'électricité repose essentiellement sur les champs électromagnétiques. Autre exemple dans un réseau bancaire, la plupart des personnes considèrent que les transferts monétaires se font au moyen de tuyaux dans lesquels une quantité de monnaie est envoyée d'un point A vers un point B comme le ferait un réseau hydraulique, alors qu'en réalité les transferts de valeurs monétaires se réalisent instantanément et informationnellement par un changement de l'état comptable des agents. Voilà pourquoi le seul réseau capable de soutenir la comparaison avec un réseau monétaire est le réseau électrique parce que comme l'explique brillamment J.Z Young dans *Doubt and Certainly in Science*, l'électricité n'est pas quelque chose qui passe ou qui est contenu dans un corps, mais un état observable quand deux ou plusieurs corps ont une certaine relation dans l'espace et le temps.

Le langage que nous utilisons en économie et en finance est incapable de rendre compte de ce savoir sur le fonctionnement réel d'un réseau. La notion d'unité de compte qui figure parmi les trois fonctions fondamentales de la monnaie définies depuis Aristote peut avoir du sens dans un système d'échange basé sur les valeurs discrètes, mais il n'en a plus aucun dans un système d'échange basé sur les valeurs continues.

Dire que la monnaie publique se constitue comme une fonction monétaire continue, c'est revendiquer le fait que le support monétaire ne joue plus qu'un rôle symbolique, tandis que la structure relationnelle des états comptables compensés au moyen de cette monnaie devient l'enjeu central de l'échange coopératif.

Afin de conférer à l'unité de compte monétaire la plus petite importance possible et désencombrer l'échange de l'objet monétaire comme relique inutile de l'attachement à la marchandise, nous estimons que la constitution d'un usufruit monétaire conjoint et simultané représente une solution technique de bien meilleure qualité que celle consistant à vouloir créer des unités de monnaies complémentaires sans cesse contestées et contestables.

En rupture avec ces approches et dans le but de ne plus encourager les agents à percevoir la monnaie comme une matière rare (et une fin) en soi, le statut de la monnaie publique aboutit à considérer que la monnaie n'est pas un bien mais un lien. L'existence d'une monnaie-lien n'est pas une chose nouvelle car il s'agit d'une forme monétaire dont on trouve la trace archéologique avant l'ère industrielle chez les peuples premiers.

Renoncer aux unités de compte, cela n'implique pas de renoncer à avoir un compte. A la question « est-il possible de procéder à des échanges monétaires sans disposer au préalable d'une certaine quantité d'unités de comptes ? », la réponse est oui, car il suffit de partager au moins une seule et unique unité de compte entre les agents en représentant ce qui se passe « entre » et non pas « chez » les agents au moyen d'un graphe monétaire.

Il s'agit donc de sortir de la conception marchande de la monnaie trouvant son origine dans la parabole du troc qui décrit l'élection d'une « marchandise intermédiaire » qui va jouer le rôle de valeur de référence et d'équivalent universel dans le cadre d'une économie d'échange de biens. Dans une économie de réseau basée sur les échanges symboliques de propositions de prix, il n'est plus nécessaire de faire appel à la « marchandise intermédiaire » pour procéder à un échange monétaire. Il en découle que la sortie de l'économie de marché libérale et étatiste (peu importe le nom qu'on lui donne) et l'entrée dans une économie de réseau coopérative et mutualiste n'est possible que si l'on renonce à ce qui fonde la logique de l'économie de marché : la marchandise. Concrètement, un tel renoncement se traduit par le choix d'un système d'échange monétaire dans lequel on supprime purement et simplement la fonction d'unité de compte. Un tel choix est motivé par le renoncement à ce qui nous rattache à l'approche matérielle des échanges et à la compréhension qu'il est désormais préférable de construire les échanges sur une autre approche que nous appellerons relationnelle.

Un système monétaire qui renonce aux unités de compte pour leur préférer un système d'échange de prix basé sur une approche relationnelle est une conception plus symbolique et moins physique des échanges car elle repose au final sur les seules ressources du langage mathématique qui est à la fois neutre, rigoureux, précis, expressif, prouvable, démontrable, programmable et universel. Il en découle une configuration monétaire propice à l'émergence de la monnaie publique non exclusive et non rivale qui perçoit l'origine des transactions monétaire non pas dans les biens, dans les services ou les ressources minières, mais essentiellement dans les opérations du langage qui demeure quoi qu'on en dise l'attribut humain le plus sûr, le plus riche, sacré et inaliénable. Ainsi nous pouvons poser le principe fondamental dans l'économie de réseau que la monnaie sera d'autant plus connective et intelligente qu'elle arrivera à se constituer sous la forme d'un langage pur.

Dans une telle perspective, la monnaie désigne une opération du langage sur les biens dont elle mesure la valeur. La monnaie permet de mettre en mouvement les biens afin de les échanger, mais elle permet tout autant de les immobiliser afin de les conserver. La monnaie est un langage universel à condition de ne posséder aucune valeur en soi qui viendrait corrompre sa fonction d'instrument de mesure de la valeur. En effet, la monnaie exprime symboliquement la valeur des biens matériels ou immatériels qu'elle représente. Elle est un « médium » purement symbolique et informationnel des valeurs qui a pour vocation de favoriser la circulation des valeurs dans l'ensemble de la société. L'universalité de la monnaie est la garantie absolue de sa

transparence, de sa performance, de son utilité, de son équité et finalement de son accessibilité pour tous les hommes dans le monde indépendamment de leur situation géographique, historique, sociale ou économique.

Une telle approche de la monnaie comme langage universel se différencie fortement de celle de la banque centrale qui considère la monnaie comme une marchandise infinie que l'on peut créer indéfiniment par une politique de multiplication exponentielle des unités de compte. L'inégalité et l'injustice entre les hommes commence lorsqu'on considère que la monnaie est un nominal ayant une valeur en soi (une « unité de compte », une « valeur discrète », « une valeur pleine et entière »), c'est à dire lorsqu'on considère la monnaie comme un bien, un service, un actif ou une ressource, et pas comme un langage chiffré neutre et universel dont la fonction est d'opérer sur les biens, les services, les actifs, les ressources. Comme nous le verrons dans le paragraphe suivant, la monnaie universelle est une construction sociale, une règle commune de coordination économique indifférente à la situation patrimoniale des agents qui s'exécute au moyen d'un graphe.

Le graphe pondéré, équilibré et décentralisé est l'instrument de la monnaie publique et de l'échange en réseau

Changer d'instrument pour changer de monde. Tout l'enjeu de notre époque est de passer d'une monnaie privée de marché basée sur l'utilisation des comptes bancaires et des unités de compte monétaires à une monnaie publique de réseau basée sur l'usage de règles communes d'échange de prix et sur un support commun pour construire et visualiser les transactions. Le réseau est l'instrument de la monnaie publique ou plus exactement son support, tout comme le marché est l'instrument de la monnaie privée ou son support.

Le contrat de droit d'usage monétaire vise à fournir un instrument de règlement permettant aux agents de développer des communautés de paiement coopératives et solidaires fonctionnant en réseau. L'efficacité de ce dispositif de règlement se fonde entièrement sur une *réseautique*, que nous définissons comme l'ensemble des méthodes et des solutions, des activités et des techniques destinées à construire, paramétrier, gérer, exploiter et utiliser des réseaux de télécommunication ou des réseaux d'ordinateurs destinés à faciliter les règlements. Or il est une discipline centrale dans le domaine des mathématiques modernes qui dérive de la *Théorie des Catégories* et qui possède déjà un développement extrêmement puissant et vaste ; c'est la *Théorie des Graphes*.

La *Théorie des Graphes* est la discipline mathématique et informatique qui étudie les graphes, lesquels sont des modèles abstraits de dessins de réseaux reliant des choses ou des agents. Tous les modèles se construisent avec seulement deux éléments fondamentaux : des sommets (aussi appelés nœuds ou points, en référence aux polyèdres) et des arêtes (aussi appelées liens ou lignes) entre ces sommets. Les arêtes sont parfois non-symétriques (les graphes sont alors dits orientés) et sont appelées des flèches ou des arcs. Les algorithmes élaborés pour résoudre des problèmes concernant les questions de cette *Théorie des Graphes* ont de nombreuses applications dans tous les domaines liés à la notion de réseau (réseau social, réseau informatique, réseau économique, télécommunications, etc.) et dans bien d'autres domaines (par exemple génétique) tant le concept de graphe, à peu près équivalent à celui de relation binaire est général, large et complexe.

Il existe de très nombreuses variantes parmi les différents types de graphes, mais ceux qui intéressent les systèmes de transactions monétaires ont des caractéristiques bien spécifiques que l'on définit ainsi :

- Il s'agit de graphes orientés

Un graphe orienté est un graphe dans lequel les arêtes possèdent une orientation que l'on représente par des flèches reliant un ou plusieurs nœuds.

Il est intéressant de relever ici que les trois propriétés de la relation d'égalité mathématique peuvent être représentées sous la forme de graphes orientés :

- la réflexivité est représentée par une flèche allant et revenant sur un même nœud,
- la réciprocité est représentée par deux flèches allant en sens inverse entre deux nœuds,

- La transitivité est représentée par trois flèches allant dans un certain sens entre trois nœuds.

Ceci est fondamental car cela signifie que les graphes orientés possèdent les qualités structurales pour construire tout système d'échange économique, monétaire et financier.

- Il s'agit de graphes valués

Un graphe valué est un graphe dans lequel chacune des flèches présente une valeur transactionnelle.

Cette valeur prend généralement la forme d'un nombre réel.

Les graphes valués servent à modéliser les situations dans lesquelles les liens entre les nœuds contiennent des informations chiffrées. Concernant les transactions, cela peut concerner la valeur, le délai de réalisation, le code du lieu, la nomenclature d'une transaction, d'un bien, d'un service, d'un compte, d'une opération....

Les graphes valués permettent de programmer des transactions en utilisant n'importe quel type de valeur chiffrée comme référence : monétaire, temporelle, énergétique, spatiale, informationnelle, pondérale.

C'est sur la base du graphe valué que l'on peut définir le système d'échange comme un réseau de relations chiffrées et la monnaie comme un lien chiffré entre tous les membres d'une communauté d'échange.

- Il s'agit de graphes chemins

Dans un graphe orienté, un chemin est une suite d'arêtes consécutives reliant plusieurs nœuds.

La longueur d'un chemin est le nombre d'arêtes du chemin, ou bien, dans le cas d'un graphe pondéré, la somme des poids des arêtes. Dans le cas du graphe transactionnel qui est orienté, pondéré et équilibré, les chemins symétriques en valeur et en sens s'annulent ce qui permet aux transactions d'être exécutés.

L'équilibre du graphe transactionnel se base soit sur l'équilibre des pondérations indépendamment des chemins parcourus, soit sur l'équilibre des pondérations basé sur la forme cyclique des chemins parcourus.

En mathématiques, dans le cadre de la théorie des graphes, un chemin hamiltonien d'un graphe orienté ou non orienté est un chemin qui passe par tous les sommets une fois et une seule. Un cycle hamiltonien est un chemin hamiltonien qui est un cycle. Un échange cyclique à solde nul est un graphe qui a un cycle hamiltonien

- Il s'agit de graphes équilibrés

La transaction élémentaire du graphe est une flèche pondérée reliant un nœud à un autre nœud pour indiquer un transfert de valeur monétaire ou non monétaire. Un nœud dont la flèche pondérée pointe vers un autre nœud donne de la valeur. Un nœud qui est pointé par la flèche pondérée d'un autre nœud reçoit de la valeur.

La balance des paiements fait le cumul de toutes les valeurs données et reçues au niveau de chaque nœud afin de déterminer s'il se trouve dans un état de solde comptable débiteur, créditeur, ou équilibré.

Un graphe est équilibré quand toutes les valeurs données et reçues au niveau de chaque nœud (loi des nœuds) ou au niveau de la totalité du réseau d'échange (loi des mailles) s'annulent. Cet équilibre de la balance des paiements n'est pas tributaire du nombre d'arêtes mais de leur orientation et de leur pondération.

Le graphe pondéré et équilibré est programmable par des algorithmes d'optimisation et d'équilibrage des échanges

Pour optimiser les échanges au sein d'un réseau social de partage et d'échange par la valeur, où chaque participant cherche à équilibrer ses balances de paiements via des graphes de transactions, plusieurs algorithmes peuvent être utilisés. Ces algorithmes doivent permettre à chaque nœud (participant) de trouver les meilleurs chemins pour optimiser les échanges tout en équilibrant les flux entrants et sortants.

Voici les principales approches et algorithmes qui peuvent être utilisés pour atteindre cet objectif :

- *Algorithme de Ford-Fulkerson (Flux maximal et flux à coût minimal)*

L'algorithme de Ford-Fulkerson est utilisé pour résoudre les problèmes de flux maximal dans les graphes, ce qui consiste à maximiser le flux entre un nœud source et un nœud cible tout en respectant les capacités des arcs du graphe. Cet algorithme peut être adapté pour équilibrer les flux monétaires entre les nœuds du réseau, garantissant que les ressources circulent de manière optimale tout en respectant les contraintes imposées par les capacités de transaction qui peuvent parfois limiter la bonne circulation des flux.

Cet algorithme peut être utilisé pour trouver les chemins optimaux entre les nœuds où le flux de valeurs (paiements) peut être maximisé sans excéder les limites de capacités de transfert entre les agents. Cela aiderait à déterminer comment les valeurs peuvent circuler entre les participants de manière équilibrée et efficace.

- *Algorithme de Dijkstra (Chemin le plus court)*

L'algorithme de Dijkstra est utilisé pour trouver les chemins les plus courts entre un nœud source et un nœud cible dans un graphe pondéré. Dans le contexte des échanges monétaires, les "distances" entre nœuds peuvent être interprétées comme des coûts ou des délais de transaction, et l'objectif est de minimiser ces coûts tout en maintenant un équilibre des flux monétaires.

L'algorithme peut aider chaque nœud à trouver le chemin optimal pour équilibrer sa balance des paiements en minimisant le coût des transactions ou en maximisant l'efficacité de l'échange. Cet algorithme est particulièrement utile pour organiser les échanges directs ou indirects entre les participants.

- *Algorithme de Flot de coût minimal (Minimum Cost Flow Algorithm)*

Cet algorithme résout le problème du flot de coût minimal, qui consiste à acheminer un certain flux à travers un graphe de manière à minimiser les coûts associés tout en respectant les capacités des arcs.

Cet algorithme permettrait de trouver les flux de paiements optimaux qui équilibreront toutes les balances tout en minimisant les coûts liés aux transactions (que ce soit des frais, du temps, ou des ressources utilisées). Il peut s'agir d'un excellent outil pour équilibrer les échanges globaux dans le réseau tout en garantissant des coûts optimaux pour chaque participant. Il conseillerait les administrateurs et les utilisateurs en les aidant à trouver la meilleure solution d'allocation des ressources dans chaque situation temporelle particulière.

- *Algorithme de l'Optimal Transport*

L'algorithme de transport optimal permet de résoudre des problèmes d'allocation ou de distribution de ressources entre des "sources" et des "destinations", tout en minimisant le coût total de transport ou de distribution. Il est très utilisé pour résoudre des problèmes d'équilibre où des ressources doivent être redistribuées de manière équilibrée entre plusieurs participants.

Dans un réseau social de partage et d'échange, cet algorithme peut être appliqué pour redistribuer les flux monétaires (ou valeurs) de manière à minimiser les déséquilibres entre les participants. Il optimise la manière dont les ressources (monnaies, services, biens) sont échangées pour assurer un équilibre parfait des paiements.

- *Algorithme de Bellman-Ford (Chemins optimaux avec poids négatifs)*

L'algorithme de Bellman-Ford est capable de trouver les chemins les plus courts dans des graphes, même lorsque les poids des arêtes sont négatifs (ce qui peut représenter, dans ce cas, des bénéfices ou des coûts négatifs). Il peut être utile dans les systèmes où certains échanges créent un surplus de valeur ou un profit négatif à rééquilibrer, ou dans les systèmes où certains acteurs ont accumulé beaucoup de dettes.

Cet algorithme est pertinent lorsque certaines transactions ou échanges entre participants peuvent avoir un coût négatif ou un profit, et que l'objectif est d'optimiser les échanges tout en prenant en compte ces facteurs. Il est particulièrement adapté aux systèmes de réciprocité avec des flux de valeur fluctuants.

- *Algorithmes de Consensus distribués (Byzantine Fault Tolerance, Algorithmes de type Paxos ou Raft)*

Dans un système d'échange décentralisé où plusieurs nœuds doivent prendre des décisions sur les transactions à réaliser, les algorithmes de consensus distribués sont essentiels. Ces algorithmes permettent aux différents participants de convenir d'une même version des balances de paiements ou des flux de transactions malgré des latences, des erreurs ou des défaillances dans le réseau.

Ces algorithmes permettent de garantir que tous les participants au réseau ont la même version des informations sur les transactions, ce qui est crucial pour assurer l'intégrité et la transparence du système. Dans un réseau d'échange décentralisé, cela évite les erreurs dans le calcul des balances des paiements et garantit une synchronisation parfaite des flux entre les nœuds.

- *Algorithme de Proximal Policy Optimization (PPO) – Apprentissage par renforcement*

Dans les réseaux sociaux et économiques dynamiques, l'utilisation de techniques d'apprentissage par renforcement comme l'algorithme PPO peut aider les participants à prendre des décisions optimales en temps réel. Ces algorithmes utilisent des données sur les transactions passées pour ajuster les stratégies de chaque nœud et améliorer l'équilibre des paiements au fil du temps.

L'algorithme PPO peut être utilisé pour permettre à chaque nœud de s'adapter aux changements constants dans le réseau (nouvelles transactions, nouveaux participants). En apprenant des interactions précédentes, chaque nœud peut optimiser ses échanges et trouver des solutions plus efficaces pour équilibrer ses paiements et améliorer la coopération avec d'autres nœuds.

Conclusion :

Le bon fonctionnement du réseau social de partage et d'échange par la valeur devrait assez logiquement reposer sur une combinaison d'algorithmes pour optimiser les transactions et équilibrer les flux de paiements entre ses participants. Chaque algorithme peut être appliqué à différentes étapes de la gestion des échanges : Ford-Fulkerson pour maximiser les flux, Dijkstra pour minimiser les coûts, et les algorithmes de consensus pour garantir l'intégrité et la synchronisation. En intégrant ces techniques, le réseau devient capable de s'adapter et d'évoluer tout en maintenant un équilibre durable des paiements et des transactions. Nous voyons à travers cela combien un réseau social d'échange et de partage par la valeur requiert une approche informationnelle et programmatique de l'usage monétaire pour être pleinement efficient.

L'importance de la programmation monétaire pour la coordination et l'organisation des transactions dans un circuit d'échange multi-agents

L'idée d'un langage monétaire distinct des devises (ou biens privés à caractère monétaire) est la clef de la monnaie programmable et intelligente. Cette monnaie programmable n'est plus un objet matériel mais un objet informationnel. On ne la construit plus à partir des concepts de l'économie ou de la finance, mais seulement au moyen d'un langage mathématique universel fait de points et de flèches. Ce langage mathématique s'appelle le langage des catégories et il provient d'une discipline structurale appelée « Théorie des Catégories ». « La théorie des catégories commence avec l'observation que la totalité des opérations et des propriétés économiques et financières peuvent être simplifiées et unifiées, modélisées et codées, construites et exécutées au moyen de dessins regroupant les ensembles de flèches et de points sous la forme de graphes orientés et valués.

La capacité programmatique exceptionnelle du graphe transactionnel provient en premier lieu du fait que la monnaie transactionnelle utilisée par le graphe constitue la première monnaie réellement informationnelle

dans l'histoire humaine, c'est-à-dire une monnaie qui n'a plus de contrepartie physique systématique, qui ne recherche plus sa garantie ou sa sécurité dans les métaux précieux, et qui trouve sa cohérence, sa sécurité, sa garantie, sa preuve, sa valeur, son efficience, dans la structuration mathématique qui la définit de façon claire, rigoureuse, universelle, et que nous formaliserons plus loin sous le terme de « relation d'égalité ». Dans une telle perspective, la pratique décentralisée du graphe de transaction rompt avec les pratiques matérielles de l'argent qui n'enregistrent les transactions que sous la forme de la comptabilité, et prenant acte des avancées de la technologie informatique, elle vise à programmer les transactions par la puissance de calcul.

La capacité programmatique provient en second lieu du fait que le graphe transactionnel se construit en temps différé et pas en temps réel. On a souvent entendu que le temps c'est de l'argent. Les systèmes fiat et crypto se livrent actuellement à une course à la vitesse aussi dangereuse qu'insensée. L'argument avancé est que la vitesse des transactions va permettre désengorger le réseau et lui faire atteindre la scalabilité. A l'inverse des tendances actuelles, le graphe transactionnel est un système de paiement en temps différé. L'enjeu d'un système de paiement en temps différé est de se positionner à la fois dans la bonne gestion des traces produites mais également dans le contrôle de la production des traces. Le graphe transactionnel a pour fonction de définir les règles du jeu pour que chaque agent gère à bon escient les traces monétaires, créées et détruites par ses échanges avec les autres agents, dont il aura peut-être besoin demain pour défendre ses intérêts. Ce temps différé de l'usage est la spécificité du système de paiement coopératif et l'enjeu majeur de l'échange.

La programmation du droit d'usage monétaire a pour objectif de produire de la coordination entre les agents. De facto, on peut distinguer deux types différents de coordinations programmatiques mettant en jeu de la puissance de calcul que nous appellerons coordination transactionnelle et coordination multimodale :

- Coordination transactionnelle :

Sachant que la brique de base pour la construction du graphe transactionnel est l'opération unilatérale de règlement entre chaque agent et pas l'opération bilatérale d'achat / vente entre deux agents, l'objectif du mécanisme de coordination transactionnel sera de parvenir à un ajustement transitif des règlements entre tous les agents en les aidant à équilibrer tous leurs échanges par un solde nul de la balance des paiements.

Ce problème de coordination peut être assez simple quand il n'y a que trois agents, mais il peut vite devenir très complexe quand on a une multitude d'agents dans le réseau d'échange. Afin d'aider les agents à obtenir les meilleures solutions transactionnelles d'égalisation généralisée des balances des paiements, il sera vraisemblablement nécessaire de recourir à un algorithme. Cet algorithme de gestion des arcs valués d'un graphe pourrait s'apparenter à celui de détermination du plus court chemin ou bien à celui du problème du flot maximal. Mais il se pourrait également qu'il s'agisse d'un algorithme plus complexe de la famille NP-complet.

Le problème de cet algorithme sera le suivant : Compte tenu d'un graphe de transaction dans lequel les nœuds sont des agents et les arcs sont des transactions, et dans lequel on place une contrainte qui oblige chaque agent à égaliser ses flux entrants et sortants de valeurs avec tous les autres agents au terme d'une période, existe-t-il un algorithme de complexité polynomiale pour calculer le plus petit nombre de transactions et la plus petite valeur à rajouter à une situation actuelle de flux déséquilibrée pour parvenir à égaliser tous les flux ? On pourrait également demander à cet algorithme de proposer plusieurs solutions en classant les principales solutions d'égalisation des flux par ordre décroissant de rajout de nombre de flux et de valeur de flux.

- Coordination multimodale :

La programmation d'un système transactionnel basé sur les propositions de prix et l'équilibre des balances des paiements trouverait dans la sémantique de Kripke un instrument de symbolisation particulièrement bien adapté. En effet, la logique de Kripke se présente sous la forme d'une logique modale qui est un type de logique formelle qui étend la logique propositionnelle avec des spécifications sur les modalités. Une modalité spécifie les qualités du vrai et du faux. Par exemple, une proposition comme « la prestation de A vaut 100\$ » peut être précédée d'une modalité qui va transformer et spécifier sa signification : Il est nécessaire que la prestation de A vaille 100\$. Il est possible que la prestation de A vaille 100\$. Il est impossible que la prestation de A vaille 100\$.

Il est incertain que la prestation de A vaille 100\$. Aujourd’hui, cette prestation vaut 100\$. En ce lieu cette prestation veut 100\$. Demain, les gens pensent que cette prestation vaudra 100\$. Il est certain que cette prestation vaut 100\$. Il est prouvable que cette prestation vaut 100\$... Il existe une grande variété de logiques modales comme la logique temporelle, la logique spatiale, la logique dynamique, la logique énergétique, la logique doxastique (des croyances), la logique déontique (morale), la logique épistémique (des connaissances), la logique aléthique, la logique contradictoire de type Héraclitéenne, la logique non contradictoire de type Aristotélicienne, qui permettent de traiter et valider les différentes catégories de propositions de valeurs.

Il est important de retenir que lorsqu’un terme ou un concept fait l’objet d’un discours ou d’un raisonnement logique, il devient alors programmable et acquiert une dimension opérationnelle et exécutive fondée sur les instructions logiques. La programmabilité constitue un mode de pensée propre qui reflète les progrès des discours de la logique dans les différents domaines matériels ou immatériels dans lesquels on l’applique.

En programmant les rapports de valeur selon les termes de la logique modale, nous nous donnons les moyens de fonder une épistémologie de l’échange économique et du capitalisme social non plus sur la nécessité et l’impossibilité mais sur la possibilité et la contingence. Comme la logique modale est la clef de la construction des propositions de valeurs et comme celles-ci sont à l’origine des mondes que nous créons, il y a un grand intérêt à rattacher la résolution des problématiques riches et complexes de co-développement économique, écologique et social à leur programmabilité. La programmation sémantique permet d’approfondir l’expression des propositions qui sous-tendent le tracé des graphes et les solutions d’équilibre des échanges de valeurs.

- Coordination programmatique

Ce troisième type de coordination est peut-être le plus important. *Son point de départ est de considérer le graphe transactionnel comme étant l’équivalent d’un programme informatique. En effet, le programme ne se réduit pas à l’écriture d’un code en langage machine comme beaucoup le pensent souvent. Un programme est une méthodologie de pensée qui consiste à résoudre des problèmes ou à effectuer des tâches complexes à l’aide d’un ordinateur.* En ce qui concerne le graphe transactionnel, son caractère d’objet programmatique et programmable provient du fait qu’il constitue une méthodologie complète de validation des transactions selon les trois critères de la prouvabilité, de la décidabilité et de la réalisabilité. Il en résulte que pour être complètement programmable, un graphe transactionnel (et donc toutes les transactions qui sont contenues en lui) doit pouvoir répondre à une logique de prouvabilité (il doit être démontrable), à une logique de décidabilité (il doit permettre de faire des choix) et à une logique de réalisabilité (il doit être entièrement calculable). Il est intéressant de noter que ces trois logiques sont des opérateurs modaux rattachés à la logique modale.

On en déduit qu’une transaction n’est prouvable, décidable et réalisable que si on peut la modéliser abstrairement sous la forme d’un graphe. Tout graphe bien construit est le programme des transactions qu’il contient. On peut faire le rapprochement entre la construction d’un graphe qui n’utilise que des arcs orientés (flèches) pour spécifier les transactions entre les nœuds, et le calcul propositionnel constructiviste et intuitionniste qui dans sa forme minimale construit des formules à partir de propositions atomiques avec l’implication → comme unique connecteur. Il est d’ailleurs intéressant de remarquer que la logique constructiviste et intuitionniste tout comme le graphe fondent leurs approches sur le rejet du principe du Tiers Exclu, ce qui les amène à utiliser la contradiction comme instrument de démonstration et de validation.

Le graphe équilibré est une construction transactionnelle qui fonctionne par la recherche de chemins plus que par les situations des agents

Un échange équilibré est un échange à somme positive parce que les besoins et les capacités échangés sont différents et vont permettre à chaque agent d’avancer sur son chemin. A l’inverse, échanger un objet identique est un échange à somme nulle, et réaliser un échange déséquilibré est un échange à somme négative. Afin d’identifier dans quel type d’échange on se situe, il est indispensable de recourir à une balance des paiements.

Ce terme est ancien (il renvoie à l'image de la balance) toutefois la logique de l'échange équilibré peut s'avérer complexe surtout quand on a été habitué toute sa vie à ne rechercher que l'échange déséquilibré (soit en maximisant ses créances comme un capitaliste, soit en maximisant sa dette comme un socialiste).

Le principe de la balance des paiements est utilisé au niveau macro-économique pour comptabiliser les échanges entre les Etats (résidents et non-résidents), mais il n'est pas encore utilisé au niveau micro-économique pour comptabiliser les échanges entre des personnes physiques ou morales sur un territoire donné. Toutefois, les sciences économiques et de gestion font couramment référence aux balances : que l'on parle de balances courantes à l'échelle mondiale ou à l'échelle des comptes de bilan ou de résultat d'une entreprise, ou que l'on parle des conditions d'efficience d'un marché dont l'objectif est de réunir une offre et une demande de produits sur un prix médian, l'idée qui prévaut n'est pas celle d'un équilibre. Aujourd'hui les balances commerciales ne servent qu'à comptabiliser les entrées et les sorties, et hormis les contraintes formelles portant sur l'équilibre des écritures, personne ne cherche à équilibrer ses transactions.

A ce titre, il convient de distinguer deux approches opposées de l'échange optimal : le contrat matériel dont la visée est privatiste et concurrentielle, et le contrat relationnel dont la visée est publique et coopérative.

- Contrat matériel

Le contrat matériel désigne une structure d'échange bilatérale qui prend soit la forme d'un échange « bien contre monnaie » (achat / vente), soit la forme d'un échange « bien contre bien » (troc).

Prenons un système d'échange composé de 3 agents A, B, C. Si l'agent A transfère une valeur de 50 sous la forme d'un bien vers l'agent B, la seule manière pour équilibrer cet échange bilatéral sera de créer une obligation pour l'agent B de transférer de façon immédiate une valeur équivalente vers l'agent A, soit sous la forme d'un bien d'une valeur de 50, soit sous la forme d'une somme monétaire de 50.

Nous ne mentionnons pas la possibilité pour l'agent A de solliciter un crédit à l'agent C pour que celui-ci se substitue à lui pour procéder au règlement de l'agent B, dans la mesure où nous considérons que ce type d'opération ne va pas équilibrer la situation de tous les agents. En effet, une dette subsiste après l'opération entre l'agent A et l'agent C. Mais il est intéressant d'observer que dans cette approche ternaire basée sur une intermédiation financière, la transaction s'apparente à un graphe cyclique qui commence et termine au même sommet (la banque) dans la mesure où elle seule est en mesure de compenser ses flux de crédit et de débit.

Parce qu'il ne fait qu'équilibrer chaque opération prise séparément, le contrat matériel peut aboutir à de graves déséquilibres tenant au fait que les crédits des uns font des dettes des autres, et que l'excédent des uns produit le déficit des autres. Chaque agent étant incité à maximiser soit ses créances soit ses dettes, cela va induire une compétition pour vendre et exporter plus que les autres, ou bien pour acheter et importer plus que les autres. Nous sommes alors dans un jeu collectif à somme nulle qui produira une richesse immense pour certains et un océan de pauvreté pour l'immense majorité des autres sans qu'à aucun moment les politiques de redistribution de nature fiscale ne permettent de rétablir un équilibre vicié dès l'origine par le choix du type de balance.

- Contrat relationnel

Le contrat relationnel désigne une structure d'échange unilatérale, bilatérale et multilatérale qui prend la forme de propositions de transferts de valeurs qui doivent être équilibrées au niveau de chaque agent.

Ce système de règlement coopératif et mutualiste équilibré se matérialise sous la forme d'un graphe transactionnel ayant les propriétés suivantes : *il est orienté, valué, multi-arc, chemin, et équilibré*.

Prenons un système d'échange composé de 3 agents A, B, C. Si l'agent A transfère une valeur de 50 sous la forme d'un bien vers l'agent B, les différentes façons pour équilibrer cette transaction sont :

- Flécher une transaction de A vers B, de B vers C et de C vers A (résolution complète)
- Flécher une transaction de A vers B et de B vers A (résolution complète)

- Flécher une transaction de A vers B et de C vers A (résolution partielle)
- Flécher une transaction de A vers B, et de B vers C (résolution partielle)
- Flécher une transaction de A vers B, une transaction de A vers C ; une transaction de C vers A, une transaction de C vers B, une transaction de B vers C (résolution complète)
- Flécher une transaction de A vers B, une transaction de B vers C, une transaction de C vers A, une transaction de A vers C (résolution complète)

Dès lors que la structure d'échange ne repose plus sur une dyade réciproque mais sur des triades transitives et cycliques, on constate que les possibilités d'ajustements deviennent quasiment infinies entre les agents.

Dans la mesure où l'équilibre de la balance des paiements de ne se fait plus au niveau de chaque opération prise isolément et anonymement, mais au niveau de chaque nœud ou agent considéré dans l'ensemble de ses transactions avec les autres nœuds ou agents, on aboutit à une pratique comptable orientée vers la production d'un solde nul des valeurs de tous les flux entrants et sortants par lesquels les agents échangent et coopèrent.

Dans cette situation d'équilibre général où la capacité d'échange n'est plus déterminée par la capacité à générer des excédents commerciaux, mais bien au contraire par la capacité à n'avoir aucun excédent ni déficit, il est assez intéressant d'observer que chaque agent devient le support d'un graphe cyclique (un nœud par lequel commencent et se terminent l'ensemble des opérations portant sur des flux de valeurs), comme si chaque agent devenait l'équivalent d'une banque à partir du moment où il se contraint à équilibrer ses flux.

L'ajustement des transactions se fonde sur une logique relationnelle plus que matérielle quand son objectif ultime est le partage

Alors que l'équilibrage du droit d'usage posait la question du plus petit nombre de transactions à rajouter et / ou de la plus petite valeur à rajouter pour accélérer la production d'un graphe équilibré, l'ajustement du droit d'usage pose quant à lui la question du plus grand nombre de transactions à rajouter et / ou de la plus grande valeur à rajouter pour enrichir la production d'un graphe équilibré. Dans le premier cas on parlera de l'optimisation d'un système d'échange alors que dans le second cas on parlera plutôt de l'optimisation d'un système de partage. Cette seconde perspective est une possibilité nouvelle induite par le fonctionnement des graphes dont il est intéressant de discuter tant sa pratique et sa philosophie diffèrent de celle du marché.

- Contrats matériels

Dans les contrats matériels, le partage a très mauvaise presse parce qu'on le perçoit comme une pratique qui a pour conséquence de limiter les capacités des individus. Ainsi dans un système économique et financier basé sur la détention d'une quantité limitée d'unités de comptes, toute redistribution est une activité qui consiste à prendre aux uns pour donner aux autres. Dans les disciplines traitant de l'allocation des ressources, on dispose toujours d'une quantité limitée de richesse et d'une quantité beaucoup plus grande de demandes, de besoins et de revendications qui obligent à procéder à des sélections et à effectuer des choix et des arbitrages. Cette perception matérielle et limitée de la richesse caractérise le fonctionnement de toute la science économique, définie comme la science de la production, de l'échange et de l'attribution des biens rares et utiles.

L'allocation des ressources productives est le processus par lequel les facteurs de production disponibles dans une économie sont alliés (ou affectés) aux différents usages économiques possibles.

L'allocation des ressources est un concept économique qui concerne l'utilisation des ressources rares et utiles et notamment les facteurs de production (travail, capital, matières premières) pour satisfaire à court et long terme les besoins et les demandes de la population. Cette allocation sert également à financer des services non marchands comme la justice, la police, certaines infrastructures communes (voirie...) indispensables au fonctionnement de la société. La mesure de l'allocation des ressources se fonde sur la valeur d'utilité individuelle et collective, or celle-ci renvoie toujours à plusieurs usages économiques et sociaux possibles.

Comment la mesure-t-on ? C'est sur cette question que l'économie n'apporte pas de réponse claire dans la mesure où la valeur d'utilité n'est jamais prise en compte pour procéder à une allocation de ressources.

Cet arbitrage se fait par la force qui est celle du pouvoir d'achat et du pouvoir de taxation :

- Par le biais du pouvoir d'achat dans des marché régis par la loi de l'offre et de la demande privée
- Par le biais du pouvoir réglementaire dans des administrations régies par la loi de la taxation publique
- Par le biais de l'impouvoir écologique lié à l'existence d'une limite dure en terme de ressources biologiques

L'allocation des ressources se fonde donc comme on le voit sur un rapport de forces permanent entre les agents régis par la nécessité matérielle et par les règles d'un système économique et financier qui fonde sa conception des rapports de valeur, non pas sur l'utilité mais sur la pénurie et la limitation des moyens d'échanges.

- Contrats relationnels

Dans les contrats relationnels, il n'est pas nécessaire de prendre aux uns pour donner aux autres quand on veut procéder à l'équilibrage ou à l'ajustement d'un graphe portant sur des biens, des services ou des ressources. En effet, on va préférer offrir aux agents la possibilité de rajouter ou de supprimer des transactions, c'est-à-dire de procéder à une création, à un alignement, à un transfert ou à une annulation de certaines valeurs monétaires. Dans une telle perspective, partager ne signifie plus se priver de ressources ou prendre aux uns pour donner aux autres, mais cela prend une tout autre signification liée à l'apparition d'un objectif commun à tous les agents :

- Ajustement coopératif : développer les relations transactionnelles les plus nombreuses et les mieux pondérées possible afin de produire collectivement le plus fort gain d'équilibre.
- Ajustement mutualiste : développer les relations transactionnelles les moins nombreuses et les moins pondérées possible afin de produire collectivement le plus faible coût d'équilibre.

Cet ajustement ne se fait ni au moyen de l'argent ni au moyen des taxes, mais essentiellement par des propositions de prix qui en s'ajustant les unes avec les autres permettent de trouver un prix d'équilibre qui n'est pas le prix de tel ou tel bien, service, ressource ou actif considéré isolément (comme le fait actuellement le marché), mais le prix d'équilibre global qui résulte de l'ensemble des transactions qui ont été nécessaires afin de pouvoir construire au niveau de chacun et de tous les agents une balance équilibrée des paiements.

L'élasticité des relations transactionnelles permet aux réseaux de s'adapter aux besoins des différents utilisateurs et de fonctionner dans une logique d'abondance. En utilisant ces relations, les réseaux peuvent être facilement redimensionnés en fonction des événements qui les affectent. Par exemple, si un réseau a besoin d'être agrandi pour prendre en charge un plus grand nombre d'utilisateurs ou un plus grand nombre de besoins, les flèches transactionnelles pondérées peuvent être utilisées pour ajouter des nœuds et des liens au réseau. De même, si un réseau a besoin d'être rapproché pour réduire les coûts ou pour améliorer les performances globales, les relations transactionnelles peuvent être utilisées pour supprimer des nœuds et des liens.

Les grands modèles de développement économique et d'organisation économique peuvent être codés comptablement

Chaque grand type d'organisation économique et sociale se fonde sur une règle spécifique de gestion de la balance des paiements qui permet de la définir, de la programmer et d'en comprendre l'impact.

Globalement, on va distinguer deux grands types d'organisations économiques et sociales selon l'état de déséquilibre ou d'équilibre de la balance des paiements. A l'intérieur de ces deux grands types, on va distinguer des organisations économiques et sociales opposées mais aussi complémentaires en fonction de leurs vecteurs de maximisation et de minimisation. Tout comme pour les biens, les organisations économiques et sociales peuvent être caractérisées et différencier en fonction d'un type d'interaction sociale prédominant.

Il est intéressant d'observer que ces interactions sociales définissent des rôles sociaux ainsi que des positions économique et financières totalement corrélées aux règles de fonctionnement des balances.

- Pour les contrats matériels :

En maintenant une distinction stricte entre créancier et débiteur, le contrat matériel fige les engagements dans une relation unilatérale et exclusive. Chaque agent assume une position déterminée de créancier ou de débiteur, ce qui a pour conséquence des rapports d'obligation. Cette structuration garantit la stabilité des flux contractuels en générant des inégalités et en excluant toute notion de réciprocité dans les échanges.

- Tout système comptable qui vise à maximiser les créances et à minimiser les dettes des agents est un système comptable fondé sur une *relation de compétition*.

Traduit en langage de graphe, *nous dirons qu'une organisation de marché privé est un graphe de stock dont l'objectif est de maximiser les stocks de créances des agents*. Même s'il est vrai que les organisations privées possèdent une balance des paiements équilibrée au niveau des créances et de dettes de tout leur système d'échange (seconde loi de Kirchhoff), tel n'est pas le cas au niveau des agents (première loi de Kirchhoff) dont les rapports reposent essentiellement sur des balances des paiements déséquilibrées et asymétriques en raison du mécanisme comptable de report indéfini des soldes qui fonde les notions de créance et de dette.

Le fait de chercher à maximiser les créances et à minimiser les dettes est un jeu à somme nulle mis en place par les banques qui conditionnent la capacité d'échange des agents au fait d'avoir un solde de compte qui soit le plus créditeur et le moins débiteur possible, sans jamais oser s'avouer que dans un tel jeu à somme nulle, les crédits des uns sont les débits des autres, et les gains des uns font les pertes des autres.

On parle à ce sujet de marché monétaire, de marché financier, de marché de l'immobilier, de marché alimentaire comme autant de systèmes d'échanges dont l'alpha et l'oméga sont la solvabilité et la rentabilité qui réduisent les conditions d'entrée et de sortie de l'échange à la maximisation des soldes créditeurs des agents.

- Tout système comptable qui vise à maximiser les dettes et à minimiser les créances des agents est un système comptable fondé sur une *relation d'assistance*.

Traduit en langage de graphe, *nous dirons qu'une organisation de marché public est un graphe de stock dont l'objectif est de maximiser les stocks de dettes des agents*. Les organisations publiques vérifient la seconde loi de Kirchhoff car elles disposent d'une balance des paiements équilibrée au niveau de la somme des créances et des dettes sur la totalité du système d'échange. Mais elles ne vérifient pas la première loi de Kirchhoff car elles ne contraignent pas les agents à avoir des transactions à valeurs égales. Elles les contraignent au contraire à maintenir indéfiniment leurs dettes au moyen de balances des paiements déséquilibrées et asymétriques comme le montre par exemple le fonctionnement des systèmes de règlements internationaux.

Le fait de chercher à maximiser les dettes et à minimiser les créances est un jeu à somme nulle mis en place par les banques centrales pour créer la monnaie fiat qui représente toujours une créance sur l'émetteur au niveau des agents. A toutes les échelles, la logique de maximisation des dettes et de minimisation des créances caractérise le fonctionnement des organisations publiques dont la comptabilité orientée dépense les incite à dépenser sans compter. Ainsi, les états providence financent l'aide sociale par de la dette (maximation du déficit public) et conditionnent l'octroi des aides sociales au fait pour chaque agent d'avoir un solde créditeur de la balance des paiements le plus faible possible (donc des revenus extrêmement faibles).

Le système d'assistance est en réalité un marché centralisé de distribution des aides sociales qui satisfait les besoins des générations présentes et créé une dette monstrueuse pour les générations futures.

- Pour les contrats relationnels :

En proposant aux agents d'avoir une position de balance des paiements et non plus seulement une position de créancier ou de débiteur, en les amenant à se comporter comme des équilibriseurs des créances et des dettes,

des entrées et des sorties, des coûts et des bénéfices de tout le réseau pour la plus grande coprospérité de tous en chacun, la communauté de règlement coopérative et mutualiste confère un rôle nouveau aux agents car ceux-ci ne sont plus seulement les parties du contrat d'échange mais les pairs du système d'échange.

- Tout système comptable qui vise à minimiser les débits et à minimiser les crédits des agents est un système comptable basé sur une relation de *mutualisme*.

Traduit en langage de la théorie des graphes, *nous dirons qu'une organisation d'échange mutualiste est un graphe de flux dont l'objectif est de minimiser le coût des flux*. Sur le plan algorithmique, ce type d'organisation mutualiste en réseau va chercher soit à produire un équilibre des flux en minimisant la somme des valeurs nécessaires pour atteindre un tel équilibre, soit à produire un équilibre de flux dont l'objectif est de minimiser le travail ou la ressource nécessaires pour produire une tâche que l'on accomplit habituellement en mobilisant plus de travail ou plus de ressources. Globalement, on peut poser comme principe que ce besoin de minimiser les coûts par leur mutualisation correspond à des organisations économiques, écologiques et sociales qui souhaitent développer des productions basées sur l'efficience, la sécurité, la solidarité et le partage.

Une organisation mutualiste basée sur un graphe de transaction équilibré et à moindre coût serait à coup sûr un système d'échange très utile pour les entreprises et les communautés qui ont besoin de partager des biens, des services et des ressources de manière à la fois équitable et efficiente. Des applications économiques et sociales de ce type d'organisation mutualiste des échanges pourraient être le partage équitable et efficient des coûts dans certains services publics, des frais dans une communauté rurale et des dépenses de soins de santé.

- Tout système comptable qui vise à maximiser les crédits et à maximiser les débits des agents est un système comptable basé sur une *relation de coopération*.

En ayant recours au langage de la théorie des graphes, *nous dirons qu'une organisation d'échange coopératif est un graphe de flux dont l'objectif est de maximiser le bénéfice des flux*. Sur le plan algorithmique, ce type d'organisation va soit chercher à produire un équilibre des flux dont l'objectif est de maximiser le bénéfice des transactions entre les agents selon un principe de coprospérité, soit vouloir instaurer une règle qui permet de s'assurer que les ressources limitées de toutes sortes sont allouées, gérées et déployées de façon aussi efficace que possible, ce qui dès lors maximise la richesse au sens large. Globalement, on peut poser comme principe que ce besoin de coopérer afin de maximiser le bénéfice des échanges ou le bénéfice produit par les échanges correspond à des organisations économiques, sociales et écologiques qui souhaitent acquérir de la performance, de la puissance, de la scalabilité, du soutien, du résultat dans leurs activités.

Un bon exemple est un projet d'infrastructure qui implique la construction d'un réseau de transport. Un graphe de plus long chemin peut être utilisé pour maximiser la valeur des ressources et des informations partagées entre les agents impliqués dans le projet. Dans le même ordre d'idée liée à une création de richesse, un graphe de plus court chemin peut être utilisé pour équilibrer le flux de passagers entre les lignes de transport en réduisant le coût et la distance des déplacements afin de maximiser la valeur du réseau de transport.

- Tout système comptable qui vise à combiner la décroissance des activités non durables et la croissance des activités durables est un modèle de développement fondé sur une *relation de multi-stabilité*.

Loin de toute opposition rigide entre croissance et décroissance, le système économique peut être repensé selon une dynamique qui intègre la coopération et le mutualisme comme des forces complémentaires plutôt que contradictoires. Dans cette perspective, le mutualisme et la coopération ne sont pas des alternatives concurrentes mais des approches compatibles et synergiques permettant d'optimiser la répartition des flux économiques et écologiques. Cette logique contradictoire du tiers inclus repose sur la réallocation des ressources, un principe fondamental qui consiste à minimiser certaines activités (celles non durables, polluantes ou inefficaces) et maximiser d'autres (celles qui créent de la valeur tout en préservant les ressources).

La réallocation implique une gestion différenciée des activités économiques. Il ne s'agit pas simplement de chercher la maximisation des flux monétaires ou productifs, mais de déterminer quelles activités doivent être

réduites ou supprimées (celles qui sont non durables, inefficaces ou destructrices), et quelles activités doivent être amplifiées (celles qui créent une véritable valeur ajoutée, qu'elle soit économique, sociale ou environnementale). Autrement dit, la croissance et la décroissance doivent être orchestrées simultanément de manière systémique : réduire la consommation d'énergies fossiles tout en investissant dans les énergies renouvelables, limiter la production de déchets tout en augmentant les cycles de recyclage et de valorisation, ralentir certaines activités spéculatives tout en favorisant l'investissement productif à long terme.

- Tout système comptable qui vise à combiner la croissance du capital économique et la non-décroissance du capital écosystémique est un modèle de développement fondé sur *une relation d'ultra-stabilité*.

La reproduction de la valeur consommée ou utilisée est un concept commun aux approches économiques et écologiques. On retrouve cette logique dans les modèles macroéconomiques de croissance qui incorporent un coefficient pour la dépréciation du capital qui doit être compensée à chaque période par une partie de l'épargne. On peut rappeler la teneur du concept de revenu selon John Hicks : le revenu d'une collectivité durant une période donnée doit être entendu comme la consommation maximale compatible avec le maintien du capital productif pendant cette période, c'est à dire la part du revenu brut encore disponible une fois que l'usure du capital a été compensée par des dépenses de restauration appropriées et nécessaires.

Le concept de non-décroissance du capital écosystémique se fonde sur la reproduction de la ressource en vue de son maintien. Ici reproduction ne veut pas dire perpétuation à l'identique ; il ne s'agit pas de figer l'environnement, mais de lui conserver son organisation fonctionnelle de base et sa capacité à évoluer d'une façon qui conserve ses régulations et une diversité suffisante des ressources qu'il abrite.

La non-décroissance du capital écosystémique pourrait servir de définition générale au développement durable, ce qui nous amène vers la question essentielle : au nom de quelle justification l'approche économique de l'environnement ne devrait-elle pas se situer dans le cadre d'une décision première, celle d'inscrire le développement économique de l'humanité dans un environnement dont les contraintes de reproduction seraient structurellement prises en compte, au même titre que celles des facteurs économiques « classiques » ? Pourquoi se positionner vis-à-vis de l'environnement d'une façon qui paraîtrait aberrante si on l'adoptait envers le capital productif ? Pourquoi ne pas les traiter équitablement, c'est-à-dire de manière égale ?

Passer du contrat matériel au contrat relationnel

L'objectif premier de l'économie conjonctive est de changer notre rapport à la monnaie en proposant de compléter la vision concurrentielle des rapports de valeurs basée sur les notions de rivalité et de captation exclusive de la monnaie par la vision coopérative et mutualiste des rapports de valeurs gouvernée par les notions de droit d'accès et d'usage partagé de la monnaie. Pendant toute notre réflexion, nous allons approfondir ces deux thèmes dans l'ensemble de leurs conséquences économiques, financières, juridiques, écologiques et sociales, en montrant combien cette nouvelle approche conjonctive serait bénéfique.

Passer d'une économie disjonctive consommatrice de ressources à une économie conjonctive transformatrice de ressources suppose un renouvellement des termes de l'échange. Afin de développer une intelligence comportementale, juridique et éthique permettant de traduire contractuellement le passage de l'économie disjonctive à l'économie conjonctive et mettre en place de bonnes pratiques pouvant aboutir à la généralisation du concept de monnaie publique basée sur le partage universel du droit d'usage monétaire, nous allons différencier deux types d'échanges que tout oppose : l'échange relationnel et l'échange matériel.

L'échange matériel (ou discret) organise une simple transaction entre des parties qui, en principe, n'entretiendront aucun lien significatif après l'échange des consentements et l'exécution des obligations. Pour Macneil, dans un échange matériel, les parties procèdent à un échange décontextualisé sans égard à leur identité respective, c'est « l'union spontanée et instantanée » de deux volontés abstraites, qui se rencontrent dans un « coup de foudre » sans songer à bâtir un avenir commun. Ainsi en est-il du contrat de vente avec

exécution instantanée survenant lors d'échanges ponctuels : le transfert de la propriété de la chose commune s'opère de manière immédiate et en principe irrémédiable au moment même où une somme d'argent est payée en échange. Selon Macneil, l'archétype de l'échange matériel est l'accord conclu « *on the spot* » et dans un « *one shot* », à l'instar du contrat de vente d'une chose commune, comme de l'essence à une pompe.

A l'inverse, l'échange relationnel suppose un projet de coopération et s'échelonne dans le temps, souvent pour une durée indéterminée. Les parties à un tel échange ne sont pas les créanciers et débiteurs d'un objet prédéterminé, mais apparaissent comme des partenaires dont les intérêts ne sont pas définitivement fixés à l'entame de la relation, mais peuvent évoluer en fonction des circonstances survenant au cours de celle-ci. Pour ces partenaires, la réussite du projet commun prime sur d'autres considérations à court terme et l'ajustement des prestations respectives au profit de la réalisation de l'objectif partagé l'emporte en principe sur le contenu des obligations prévues de manière abstraite au départ. Alors que l'échange matériel est impersonnel, l'échange relationnel, sans être nécessairement *intuitu personae*, suppose un engagement des partenaires, donc une forme de coopération qui valorise le développement du partenariat autant que l'objet de la relation.

L'ouverture sur le futur et la perspective d'une collaboration façonnent la manière dont les relations se développent. Dans l'échange matériel, la poursuite des intérêts privés converge spontanément autour de l'échange ; dans l'échange relationnel, la relation vise à créer une véritable communauté d'intérêts par ajustement des attentes. La communication dans ce second mode d'échange est plus approfondie et implique le partage d'attentes et préférences plus subjectives, alors qu'elle se limite à la transmission d'informations objectives (précontractuelles, éventuellement en cours d'exécution) dans le modèle de l'échange matériel. Le contexte est déterminant dans l'échange relationnel, alors que le texte (ou la lettre) du contrat joue un rôle plus important dans l'échange matériel. Le premier vise avant tout à planifier la relation qui doit se déployer à l'avenir, le second entend garantir le respect d'un accord passé. De multiples normes non juridiques guident les ajustements dans la relation à long terme qui se fonde sur la confirmation continue de la confiance entre partenaires, alors que la norme juridique est centrale en cas d'échange strictement matériel.

En définitive, l'inscription dans la durée et les interactions entre partenaires, mais aussi les aléas liés à celles-ci, sont caractéristiques du contrat relationnel. Tandis que le modèle matériel repose sur un échange ponctuel des consentements et l'exécution simultanée ou à tout le moins rapide et programmée des obligations, le modèle relationnel suppose une relation qui se déploie dans le temps entre des parties qui apparaissent comme des partenaires autour d'un projet commun, ce qui suppose qu'une confiance se soit installée entre eux

L'aspect relationnel et matériel que nous avons différencié pour les besoins de cette présentation sont sans doute inhérents à tout contrat. Mais ils seront plus ou moins accentués selon que l'échange se rapproche du modèle matériel ou du modèle relationnel. Dans le cas qui nous concerne, le fait que le partage du droit d'usage monétaire repose sur un graphe de transaction équilibré qui permet de représenter l'ensemble des relations monétaires des agents sous la forme d'arc orientés et pondérés et leur permet de s'affranchir à la fois des obligations de détention préalable de trésorerie personnelle et des obligations terminales de rentabilité apporte des éléments décisifs qui font pencher le contrat vers une forme d'échange plus relationnelle que matérielle. La dimension relationnelle est particulièrement forte dans l'obligation faite aux agents d'égaliser les flux entrants et sortants dans leurs échanges, car une telle contrainte aboutit à une gestion reliée des créances et des dettes, des ressources et des emplois, des dépenses et des recettes qui met un terme à la gestion séparée et opposée des flux entrants et sortants qui prévaut dans le modèle matériel de la comptabilité en partie double. Une telle contrainte instaure de facto un rapport de solidarité entre les agents qui va leur apporter des garanties sur la stabilité et la pérennité du système d'échange auquel ils participent, ce qui signifie paradoxalement que c'est au moyen d'une contrainte supplémentaire sur le système d'échange que l'on maximise la capacité des agents.

Pour comprendre la diversité des échanges concrets, on peut opposer deux idéaux-types au sens de Max Weber, à savoir deux catégories théoriques qui ne se retrouvent jamais intégralement dans la pratique, mais à la lumière desquelles on peut étalonner l'analyse des échanges empiriques. Reprenant pour partie le travail de

synthèse réalisé par Catherine Delforge à partir des pôles matériel et relationnel, le tableau ci-dessous le complète pour décrire deux types abstraits appelés le contrat-obligation et le contrat-relation.

Contrat-obligation <i>(transaction ponctuelle)</i>	Contrat-relation <i>(opération durable)</i>
<i>Echange simplifié entre deux contractants qui opère une permutation en principe immédiate de biens (ou un échange de services) ne nécessitant pas la construction d'une relation dans la durée.</i>	<i>Opération complexe entre partenaires (par son objet, les actifs mis en œuvre, la durée, le degré d'incertitudes affectant sa réalisation, etc.) qui vise la réalisation d'un objectif s'inscrivant dans la durée et qui nécessite un comportement coopératif.</i>
<i>Contrat impersonnel entre créanciers et débiteurs (avec forte interchangeabilité des parties)</i>	<i>Contrat « personnel »¹³ entre partenaires privilégiés (peu d'interchangeabilité avec d'autres personnes)</i>
<i>Caractère ponctuel de l'échange (avec possibilité de récurrence des permutations)</i>	<i>Caractère durable de la relation</i>
<i>Focus sur les objets (ou services) échangés</i>	<i>Focus sur le projet à construire</i>
<i>Contrat réifiée (valorisant les obligations)</i>	<i>Contrat « personnifié »¹⁴ (valorisant la relation)</i>
<i>Composition d'intérêts en principe divergents (poursuite des intérêts privés qui convergent autour de l'échange)</i>	<i>Création d'une communauté d'intérêts (par ajustement des attentes)</i>
<i>Indépendance par rapport aux actions des parties</i>	<i>Interdépendance des actions des partenaires</i>
<i>Réciprocité vue comme équivalence immédiate des prestations</i>	<i>Réciprocité résultant des contributions spécifiques partagées au cours de la relation</i>
<i>Coordination mécanique des comportements à un moment donné</i>	<i>Coopération recherchée dans le déroulement de la relation</i>
<i>Communication limitée à l'échange d'informations objectives (pré-contractuelles ou au cours de l'exécution)</i>	<i>Communication approfondie, y compris des attentes plus subjectives, pour assurer l'ajustement permanent de la relation</i>
<i>Echange formalisé dans le texte du contrat</i>	<i>Relation plus informelle affectée par le contexte changeant</i>

Il y a une fécondité explicative de la théorie relationnelle pour comprendre et organiser le partage du droit d'usage monétaire. La monnaie a été appréhendée essentiellement comme un bien par le droit des contrats, mais jamais comme un lien entre les agents. En dépit de ses lacunes, la théorie des contrats relationnels a une force explicative qui sera utile pour conceptualiser un droit d'usage monétaire qui entreprend de se refonder exclusivement sur la force des liens. Ainsi permet-elle d'appréhender la relation de travail plus justement que la figure du contrat du code civil (sauf à occulter peut-être le rapport de pouvoir) ; elle trouve aussi une bonne application à la relation conjugale, qui s'inscrit dans la durée et repose sur la confiance entre partenaires. La théorie relationnelle s'applique donc bien aux contrats-statuts, à travers lesquels un individu acquiert une identité (de travailleur d'époux), une place dans la société, à laquelle un statut, c'est-à-dire un ensemble de droits et d'obligations, est associé. Elle peut de même être appliquée en dehors des relations interpersonnelles intimes, notamment aux relations d'affaires qui supposent une plateforme d'organisation et de planification de la relation pour le long terme. C'est donc l'inscription dans le temps, permettant la construction d'une relation basée sur la confiance et requérant une dimension organisationnelle, qui caractérise le modèle relationnel. Le contrat relationnel est l'instrument pertinent pour construire des communautés de gestion d'actifs ou des

communautés de paiement basés sur la coopération et le mutualisme. Le graphe constitue la représentation visible de la structure juridique et monétaire de l'économie des liens qui prend le pouvoir sur les biens.

Les graphes représentent des objets totaux reliés dans l'espace

L'une des formulations les plus intéressantes selon nous du droit d'usage est celle de l'équation symbolique qui nous fournit à la fois le chemin et le but des transformations humaines tant au niveau des individus que des groupes sociaux : *il s'agit de permettre progressivement le passage d'objets partiels juxtaposés dans le vide à des objets totaux en relation dans l'espace et dans le temps*. Dans cette équation symbolique dont chaque terme compte se trouve tout l'enjeu d'un changement de comportement à la fois économique et social, écologique et politique que l'on pourrait situer au niveau d'un impératif civilisationnel : celui-ci consiste à changer nos modes de pensée afin de sortir d'une pensée limitativement matérielle afin de nous initier à une pensée extensivement et intensivement relationnelle. L'idée que tout phénomène, chose, transaction ou situation puissent être alternativement appréhendés sous l'angle matériel ou sous l'angle relationnel constitue l'axiome de base d'une telle réforme de la pensée ainsi que son principal exercice d'entraînement.

Einstein écrivait : « Un problème sans solution est un problème mal énoncé ». Nous n'avons peut-être pas réussi à repenser l'argent pour le moment, mais la partie n'est pas encore terminée. Il serait grand temps pour-nous de changer notre perspective et concentrer notre énergie créatrice sur le contrat social, écologique et économique (intran) plutôt que sur l'argent (output). A ce titre, beaucoup de gens ne sont pas des maximalistes bitcoin / crypto car ils ont compris que celui qui est derrière le livre blanc de bitcoin a choisi de se concentrer sur le système de paiement en tokens plutôt que sur l'interaction humaine. Beaucoup savent depuis le tout premier jour que c'est un angle mort de la philosophie de bitcoin en raison de leur expérience personnelle au sein des systèmes bancaires et financiers. Mais le jeu humain est toujours ouvert pour repenser nos rapports monétaires, ce qui signifie d'abord repenser le « new deal numérique ». La voie royale pour arriver à produire le changement de comportement dont dépend le changement des actions est de revenir à l'équation symbolique de la monnaie qui nous apprendra à l'appréhender non comme un bien mais comme un lien.

Si l'on se réfère au triangle d'impossibilité monétaire que nous avons expliqué dans l'un de nos précédents articles, aucune monnaie ne peut actualiser simultanément les 3 fonctions d'unité de compte, d'instrument d'échange et de mesure de la valeur. Dans les monnaies de graphes de stock telles que les fiats et les cryptos, ce sont les fonctions d'unité de compte et d'instrument d'échange qui sont prédominantes tandis que la fonction de mesure de la valeur est totalement détraquée (en raison notamment des disproportions irrationnelles entre les différentes valeurs). Dans les monnaies de graphes de flux comme ceux que nous proposons dans les systèmes de règlements coopératifs et mutualistes, ce sont les fonctions d'instrument d'échange et d'instrument de mesure de la valeur qui sont prédominants, tandis que la fonction d'unité de compte est supprimée et remplacée par une fonction de proposition de prix. Il découle de tels choix que les monnaies de stock et de flux ont une nature profondément différente : les premières sont matérielles, situationnelles et de nature privée tandis que les secondes sont relationnelles, transactionnelles et de nature publique.

- Nous appelons monnaie privée ou monnaie d'utilité privée toute approche matérielle des instruments monétaires basée sur le caractère exclusif et rival de l'appropriation des unités de compte.

Les objets partiels juxtaposés dans le vide décrivent parfaitement le fonctionnement des unités de compte dont les valeurs relatives fluctuent de manière chaotique au gré des tendances du marché, et dont l'accumulation maximaliste est une règle matérielle régissant le rapport des agents et leurs capacités d'échange.

L'approche matérielle est celle des organisations basées sur les relations de compétition mercantile et d'assistance administrée en vue de l'appropriation des moyens de règlement. Elle repose sur la pénurie et la centralisation, et sur la séparation et l'opposition entre les comptes (comptabilités en partie simple et double).

Le principe comptable de fonctionnement de ces approches matérielles est celui de l'enregistrement des transactions passées pour leur valeur historique, ce qui explique que de tels systèmes soient extrêmement conditionnés par les situations patrimoniales des agents pour évaluer leur droit au financement.

Elle est représentée par les systèmes monétaires *token based* et *account based*.

- Nous appelons monnaie publique ou monnaie d'utilité publique toute approche relationnelle des instruments monétaires basée sur le caractère non exclusif et non rival des transactions.

Les objets totaux en relation dans l'espace et dans le temps est une description qui convient aux graphes transactionnels dont on affirmer qu'ils sont susceptibles de devenir un fait social et économique total en raison de l'inclusivité, de la sécurité et de la scalabilité rendues possibles par l'équilibre des balances.

L'approche monétaire relationnelle est celle des organisations basées sur les relations de coopération et de mutualisme ; elle repose sur l'abondance et la décentralisation des moyens de règlements, ainsi que sur la connexion et la complémentarité entre les comptes (comptabilité en partie triple et visibilité des transactions).

Le principe comptable de fonctionnement de ces approches relationnelles est celui de la programmation opérationnelle et financière des transactions passées, présentes et futures, dans une approche intertemporelle par laquelle la capacité d'échange et de financement des agents se construit avec et pas contre les autres.

Elle est représentée par les systèmes monétaires basés sur les mappages et les *graphes de transaction*.

- Nous appelons transférabilité de la monnaie privée à la monnaie publique toute transformation de nos modes de pensée, de nos comportements et de nos instruments d'échanges qui vise à nous apprendre à percevoir le monde relationnellement et à résoudre nos problèmes par la pensée relationnelle.

Dans une telle perspective, la monnaie devient une relation chiffrée entre un, deux, trois ou une multitude d'agents et on ne peut plus la différencier de la transaction qui lui sert de support. Une transaction monétaire est une opération qui a pour effet de modifier l'état du réseau des relations chiffrées entre les agents.

Un système monétaire est le réseau de l'ensemble des relations chiffrées entre les agents qui transporte et conserve toutes les opérations des agents par le recours à différentes solutions techniques et comptables.

Le consensus d'équilibre est un mode de règlement décidé par une communauté d'agents demandant que chacun équilibre ses transactions pour que le coût énergétique, social et économique des transactions soit nul.

L'instrument mathématique qui permet de représenter graphiquement toute forme de transaction monétaire sous la forme d'une relation chiffrée s'appelle un graphe de transaction. Il s'agit d'un langage universel dans ses structures et suffisamment rigoureux pour représenter les opérations monétaires les plus complexes.

Le point important à retenir est que toute forme monétaire matérielle telle que les fiat monnaies et le crypto monnaies est immédiatement convertible (au sens de la transférabilité) en une forme monétaire relationnelle dès lors qu'on l'utilise dans le cadre d'un graphe équilibré. Les agents ne les utiliseront plus comme des unités de comptes appropriables et rares mais comme les références à des propositions de prix qui leur permettront de procéder de manière illimitée à des échanges coopératifs et collaboratifs basés sur l'équilibre des paiements.

La distinction entre les deux statuts de monnaie privée et publique doit finalement nous aider à comprendre qu'aucune monnaie n'est par nature publique ou privée ; mais elle le devient par destination en fonction du type d'organisation économique et sociale dans laquelle les personnes veulent l'utiliser. Ainsi que l'on parle d'une devise fiat ou d'une cryptomonnaie, chacune peut être utilisée comme monnaie privée ou comme monnaie publique indépendamment du type d'organisation qui la vue naître. Cela signifie donc que le statut des usages monétaires n'est pas déterminé par les émetteurs mais seulement par les récepteurs de la monnaie.

Formalisation de l'échange responsable en logique contradictoire

Qu'est-ce qu'un échange « responsable » ? Il s'agit essentiellement d'un échange capable de « répondre », en articulant ensemble des forces, des tendances, des valeurs antagonistes. Plus exactement, il s'agit d'un échange qui s'inscrit dans le *principe contradictoire* et celui du *tiers inclus*, par opposition à un autre type d'échange qui s'inscrirait dans le principe de *non-contradiction* et dans celui du *tiers exclus*. Ces notions sont très importantes car le principe contradictoire est une médiéte ou voie moyenne qui se fonde sur la capacité à relier des dimensions et des valeurs opposées par leur annulation réciproque. Il revient à la balance des paiements d'organiser l'équilibre des forces et des valeurs antagonistes mobilisées par la réciprocité des échanges.

Selon la règle fondamentale de la dialectique aristotélicienne, tout discours qui aboutit à une contradiction est irrationnel et doit être abandonné. La dialectique hégélienne voit au contraire dans l'apparition du contradictoire le moteur de l'Histoire. Appliqué au discours *monologal* (qui précisément n'est pas réciproque comme le serait un dialogue), l'application du principe de non-contradiction se traduit par une exigence de cohérence. Ainsi toutes les sciences économiques, sociales et juridiques, ainsi que tous les instruments tels que les comptes, les bilans, les contrats, les titres, s'inscrivent dans une logique non-contradictoire qui les maintiennent hors du champ de la conscience et par conséquent hors de l'échange « responsable ». Cela est d'autant plus trompeur que la logique non contradictoire fonde la prétention de l'esprit à l'objectivité.

Il existe deux formes de réciprocités à ne pas confondre : celle qui s'applique aux objets et aux opérations (un donné pour un rendu, qui pourrait servir de définition à l'échange bilatéral de type marchand), et celle qui s'applique aux sujets et aux transactions. Or seule cette deuxième forme de réciprocité mettant l'humain au centre de la transaction correspond à ce que l'anthropologie désigne par la réciprocité primordiale, autrement dit la réciprocité d'origine ou la réciprocité native entre tous les êtres humains. Car seule cette deuxième forme de réciprocité peut répondre à la définition du rôle conféré aux agents dans le développement durable, qui est celui d'équilibrer des forces antagonistes pouvant porter sur des polarités différentes telles que tradition et modernité, ruralité et urbanité, culture et nature, développement économique et protection écologique...

La logique contradictoire est fondatrice du concept de Justice. Or selon le philosophe Husserl, c'est la Justice qui fonde la conscience, et pas la conscience qui fonde la Justice. Introduire de la Justice donc de la responsabilité dans les questions économiques financières et monétaires va donc consister à remplacer des formes de gestion des valeurs basées sur une logique non contradictoire (comme le font si bien les chambres de gestion de titres par exemple) par des formes de gestion des valeurs basées sur une logique contradictoire. Cela revient à accorder à la conscience la capacité de faire « correspondre » les valeurs antagonistes mobilisées par la réciprocité native entre les hommes. Cela suggère que la réciprocité native puisse un jour figurer dans la liste des droits naturels et fondamentaux sous la forme de la fonction « contradictorielle » ou fonction de paiement.

La « responsabilité » n'est pas qu'une notion déontique (raison morale), mais elle est surtout une notion pragmatique (raison pratique). Il ne s'agit pas seulement d'un discours informatif porté par une recherche de vérité objective qui nous explique par A + B tout ce qu'il faut dire et faire sur la matière (basé sur le principe d'exclusion et de non-contradiction), mais il s'agit essentiellement d'un discours performatif à valeur subjective qui nous montre par A*B de nouvelles manières d'agir et de parler dans la matière (basé sur le principe de non-exclusion et sur la logique contradictionnelle). On comprend alors que l'équilibre de la balance est beaucoup plus qu'une simple fonction de compensation ou de vérification comptable, mais qu'elle constitue le siège du contradictoire et par extension celui de la conscience de chaque agent faisant l'expérience de la matière au travers du double mouvement antagoniste de donation et de réception de ses différentes valeurs.

Posons le formalisme logique suivant :

\supset = Implique (conjonction)

$N \neg\supset$ = N'implique pas (disjonction)

$e R$ = Recevoir

$\bar{e} N-R$ = Ne pas Recevoir

e D = Donner e

ē N-D = Ne pas donner

e ⊥ = Balance (équilibre entre les termes)

ē N-⊥ = Non Balance (non équilibre des termes)

Règle pour les balances équilibrées : Produit Logique (ET inclusif)

Cas 1 : Egalité Stricte

R → ⊡⊥ → D Recevoir implique de donner

D → ⊡⊥ → R Donner implique de recevoir

N-R → ⊡⊥ → N-D Ne pas recevoir implique de ne pas donner

N-D → ⊡⊥ → N-R Ne pas donner implique de ne pas recevoir

Cas 2 : Egalité Non Stricte

R → N-⊡⊥ → D Recevoir n'implique pas de ne pas donner

D → N-⊡⊥ → R Donner n'implique pas de ne pas recevoir

N-R → N-⊡⊥ → N-D Ne pas recevoir n'implique pas de ne pas donner

N-D → N-⊡⊥ → N-R Ne pas donner n'implique pas de ne pas recevoir

Règle pour les balances non équilibrées : Somme Logique (OU exclusif)

Cas 1 : Inégalité absolue

R → ⊡⊥ → R Recevoir implique de recevoir

D → ⊡⊥ → D Donner implique de donner

R → ⊡⊥ → N-D Recevoir implique de ne pas donner

D → ⊡⊥ → N-R Donner implique de ne pas recevoir

Cas 2 : Inégalité relative

R → N-⊡⊥ → D Recevoir n'implique pas de donner

D → N-⊡⊥ → R Donner n'implique pas de recevoir

N-R → N-⊡⊥ → D Ne pas recevoir n'implique pas de donner

N-D → N-⊡⊥ → R Ne pas donner n'implique pas de recevoir

Les termes « Recevoir » et « Donner » sont interchangeables et peuvent tout aussi bien signifier « Crédit » et « Débit », ou « Posséder » et « Utiliser », dans la mesure où ce qui importe le plus ici ce sont les rapports logiques d'affirmation et de négation, d'implication et de non-implication entre les termes. Nous reconnaissions au travers de ces quatre organons les deux graphes de la coopération et du mutualisme (pour les graphes égalitaires) et les deux graphes de la compétition et de l'assistance (pour les graphes inégalitaires). Ainsi nous constatons de façon opérationnelle que le contradictoire apparaît au cœur de chaque balance comme une forme de réciprocité générale qui se produit à la fois comme une règle objective (que l'on peut coder logiquement) mais aussi comme un foyer du sens (qui en donne la valeur et en mesure l'application).

Analyse des formules logiques de l'échange responsable

Afin de montrer que les principes de la logique contradictoire et non contradictoire ne renvoient pas seulement

à d'abstraits concepts philosophiques mais qu'ils ont des implications bien réelles dans notre réalité et dans le fonctionnement de notre monde actuel, nous allons faire un commentaire plus détaillé sur les quatre premières propositions logiques de la règle des balances équilibrées et de la règle des balances non équilibrées. De tels commentaires auront le mérite de ne laisser planer aucun doute sur l'antagonisme absolu qui existe entre ces deux approches de la fonction de règlement, et permettront de montrer que les balances des paiements ne renvoient pas seulement à des principes d'égalisation arithmétique, mais à des propositions logiques qui structurent nos systèmes économiques et financiers et produisent leurs propriétés intrinsèques.

Dans les systèmes économiques et financiers basés sur la logique contradictoire, les transactions sont valuées, orientées, distinctes, sommables (selon les deux lois de Kirchhoff de bonne gestion des circuits), contrôlables en tout point du réseau, visibles, publiques, et non opposables aux tiers qui forment la communauté chargée de procéder à leur validation et de veiller au respect des règles du consensus. Dans le langage des graphes, on représente atomiquement une transaction au moyen d'un arc valué et orienté qui prend la forme d'une flèche correspondant au connecteur de « l'implication » dans les logiques constructiviste et intuitionniste. Cela est cohérent quand on sait que les graphes équilibrés tout comme la logique constructiviste et intuitionniste se construisent sur le principe du tiers inclus qui conditionne l'accessibilité de tous à la fonction de paiement.

On peut en déduire que dans les systèmes économiques et financiers basés sur la logique non contradictoire, les transactions sont valuées mais non orientées, ce qui les rend opaques, indiscernables, confidentielles (au nom de la loi du secret bancaire), non contrôlables, non sommables séparément ce qui ne laisse apparaître que des soldes créditeurs et débiteurs, dénuées d'objectif et par conséquent de sens et de valeur, constamment cachées par la seule crainte que tout cela se sache, en un mot non-visibles et relevant exclusivement du régime de la propriété privée. Le droit possède un terme assez fort pour exprimer une telle approche quand il énonce que les transactions publiées sont opposables aux tiers, c'est-à-dire qu'elles s'imposent à tous et y compris à tous ceux qui ne les ont pas signées. On retrouve ici dans sa quintessence la logique du tiers exclus qui confirme que les systèmes économiques et financiers du capitalisme se fondent sur une identité non contradictoire.

Etudions à présent les formulations de la logique de non-réciprocité et de réciprocité :

La phrase "si dette alors dette" se réfère à une pratique courante dans les graphes de transaction déséquilibrés où une personne donne plus d'argent qu'elle n'en reçoit. Dans le monde de la finance, cela signifie que lorsqu'une personne ou une entreprise contracte une dette, elle est tenue de la rembourser à la fois sur le capital emprunté mais également sur le montant des intérêts qui excèdent parfois de très loin le montant du capital emprunté. C'est à partir d'une telle mécanique que les institutions financières internationales ont mis en place les conditions du déficit et de la dette publique des Etats en leur demandant de payer des taux d'intérêts prohibitifs alors que les financements leur servent à financer des activités d'intérêt général non rentables. « Si dette alors dette » signifie également que la dette doit être remboursée à temps et intégralement, et que le créancier peut exercer des recours en cas de non-paiement. La dette implique des obligations et des responsabilités du débiteur vis-à-vis du créancier. Il s'agit d'une contrainte légale et d'une nécessité.

La phrase «si créance alors créance » se réfère à un graphe de transaction déséquilibré dans lequel une personne reçoit plus d'argent qu'elle n'en donne. Cela signifie que les créances s'augmentent d'elles-mêmes par le jeu des intérêts composés et des frais qui s'accumulent au fil du temps. Tout comme l'argent attire l'argent ou le capital attire le capital, il y a une concentration des richesses qui s'opère au niveau macro-économique et qui est encouragée par les règles du jeu qui poussent les agents à rechercher des situations excédentaires, à prêter leur argent au plus haut prix et à maximiser leurs gains sur les autres agents et souvent à leur détriment.

Dans un graphe équilibré, la proposition logique « si créance alors dette » signifie que le solde total des créances et des dettes d'un graphe de transaction équilibré doit être égal. Cela signifie que pour l'ensemble des transactions de chaque agent, le montant des créances doit être égal au montant des dettes. Cela peut être vérifié en additionnant toutes les créances et en additionnant toutes les dettes de chaque agent. Si le solde total des créances et des dettes est égal, le graphe de transaction est considéré comme équilibré. Cela signifie

également que les créanciers et les débiteurs ont des obligations réciproques les uns envers les autres. On peut affirmer que leur capacité d'échange est finalement sans limite dès lors qu'ils équilibrivent leurs transactions.

Dans un graphe équilibré, la formule « si dette alors créance » signifie que lorsqu'un graphe est équilibré, la dette et la créance sont liées. Par exemple lorsqu'une personne contracte une dette vis-à-vis d'une autre, il est nécessaire que cette personne contracte également une créance vis-à-vis d'une tierce personne. Ainsi nous comprenons que la réciprocité n'est pas la seule condition de construction d'un graphe égalitaire. La transitivité constitue le triangle de base pour la réalisation d'un graphe égalitaire. Un graphe est considéré comme sommet-transitif si tous ses triangles sont similaires. La thèse de Berge propose l'utilisation des décompositions de graphes afin de résoudre des problèmes algorithmiques sur toutes les triades. Les réseaux orientés peuvent être explorés à l'échelle de la triade, et plus particulièrement le chemin transitif entre une pluralité d'acteurs.

Dans un graphe non équilibré, la formule « créancier si pas débiteur » signifie qu'une personne qui a plus de créance que de dette sera considérée comme solvable, qu'une entreprise qui a plus de créance client que de dettes sera considérée comme en bonne santé financière, qu'un pays qui exporte plus qu'il n'importe sera considéré en meilleure santé économique que s'il importe plus qu'il n'exporte. Dès lors, une personne ayant un compte créancier sera incitée à ne pas dépenser son argent pour ne pas devenir débiteur. Dans une logique de non-réciprocité, il n'est pas possible de faire usage de l'argent et d'en garder la propriété privée. Cette impossibilité ruine la confiance et l'optimisme en incitant les gens à limiter au maximum leurs transactions.

Dans un graphe non équilibré, la formule « débiteur si pas créancier » signifie que si une personne n'a pas une position de créancier, elle est nécessairement débiteur. Or les personnes ayant des comptes débiteurs se retrouvent généralement dans l'incapacité de procéder à des transactions. En effet dans une économie sans réciprocité, seul un compte créancier dispose d'une capacité transactionnelle. Donc la seule possibilité pour un débiteur d'accéder à la transaction est de s'endetter davantage, ce qui engendre des conséquences négatives telles que l'augmentation des frais de transaction, la diminution de la liquidité, l'augmentation des risques de crédit, l'augmentation des taux d'intérêt, l'augmentation des assurances, l'augmentation des litiges.

Dans un graphe équilibré, la formule « pas de débit pas de crédit » constitue le point de départ et le point d'arrivée pour une balance à solde nul qui va équilibrer les flux entrants et sortants de tous les agents. C'est parce que la balance équilibrée des paiements élimine la contrainte de la solvabilité (à l'entrée) et de la rentabilité (à la sortie) qu'elle arrive à libérer le potentiel transactionnel des agents vers son plus haut niveau de réalisation. L'équilibre de la balance des paiements est posé comme règle initiale et terminale contraignante pour construire des transactions équilibrées, et pas comme une règle idéale qu'il serait souhaitable de respecter. Dès lors, cela permet de proposer aux agents de jouer un nouveau rôle dans leurs transactions qui ne sera plus celui de débiteur ou de créancier, mais celui de débiteur et de créancier réunis dans la fonction de balance.

Dans le graphe équilibré, la formule « pas de crédit pas de débit » est un consensus de validation des opérations dans les balances équilibrées des paiements. Il signifie qu'il n'y a pas de dépenses sans recettes, et pas de recettes sans dépenses. Par exemple, si une entreprise fait 10 000 \$ de ventes, cette opération ne pourra pas être validée ni mise en exécution si elle ne fait pas 10 000 \$ d'achats pour équilibrer ses transactions. En finance, le « consensus de balance entre les crédits et les débits » pourrait devenir une règle essentielle pour maintenir la stabilité financière. Les blockchains sont une technologie qui pourraient utiliser cette proposition logique pour garantir la bonne répartition des transactions enregistrées dans la base de données numérique infalsifiable. La proposition logique "pas de débit pas de crédit" pourrait être utilisée dans la révision de l'approche standard du risque de crédit afin d'assurer une gestion équilibrée des dettes et des engagements.

Champ d'application des balances des paiements équilibrés

La gestion des moyens de paiement est la préoccupation principale d'une organisation de marché privé ou public basée sur une approche matérielle des rapports de valeurs. La gestion de la balance des paiements caractérise l'activité d'une organisation d'échange coopératif et mutualiste basée sur une approche

relationnelle des rapports de valeur. *Les balances des paiements reposent toujours sur un couple de valeurs contradictoires qui peuvent être générées de façon séparée et opposée, auquel cas c'est l'approche matérielle de la comptabilité en partie double qui prévaut, soit être générées de façon reliée et complémentaire, auquel cas c'est le principe de la comptabilité en partie triple qui prévaut.* Alors que dans l'approche matérielle, la gestion de la balance des paiements se réduit à un échange uniforme des valeurs sous le seul format de l'enregistrement des quantités monétaires, il semblerait que dans l'approche relationnelle, la gestion de la balance des paiements aboutisse à une différenciation des moyens et des fins par lesquels les transactions se réalisent.

Ce qui ressort du paragraphe précédent sur le formalisme logique des balances des paiements, c'est que les balances déséquilibrées sont des balances basées sur *le principe d'identité* (la créance implique la créance, la dette implique la dette) ce qui les conduit à une logique de séparation (principe d'exclusion) et d'uniformisation des différents éléments qu'elles sont amenée à traiter. Or ce manque de diversité est synonyme de mort quand on se place dans une optique de développement durable. A contrario, les balances équilibrées sont des balances fondées sur le *principe de reciprocité* (la créance implique la dette, la dette implique la créance) ce qui les amène logiquement à une logique de connexion (principe de non-exclusion) et de diversification des différentes valeurs qu'elles sont amenée à traiter. Cela explique pourquoi les balances non équilibrées sont adaptées pour un développement industriel très matérialiste qui ne valorise que la performance de la sphère économique et financière coupée du monde, tandis que les balances équilibrées sont pertinentes pour introduire de la diversité dans nos approches matérielles afin de pouvoir gérer toutes les dimensions d'ordre économique, sociétale politique, écologique, émotionnelle, spatiale, temporelle qui participent au développement durable.

Le choix d'une balance des paiements est déterminée par son champ d'application.

Cela s'adresse :

- Aux mouvements de valeur par la balance des entrées et des sorties
- Aux partages de valeur par la balance des coûts et des bénéfices
- Aux transmissions de valeur par la balance du donné et du reçu
- Aux transactions sur les biens par la balance des achats et des ventes
- Aux transactions sur les services par la balance du prêté et du rendu
- A la gestion des ressources par la balance des contributions et des attributions
- A la gestion des droits par la balance des valeurs et des actions
- Aux impacts par la balance des internalités et des externalités
- Aux stocks par la balance des produits et des charges
- Aux productions par la balance du capital et du travail
- Aux capacités par la balance des ressources et des emplois
- Aux besoins par la balance de la consommation et de l'épargne
- Aux investissements par la balance du risque et de la performance
- Aux résultats financiers par la balance des recettes et des dépenses
- Aux règlements financiers par la balance des créances et des dettes
- Aux cycles naturels par la balance des préservations et des exploitations
- Aux ODH par la balance de l'utilité économique et de l'équité sociale

- Aux ODD par la balance de l'action matérielle et de l'action temporelle
- Au Bonheur National Brut par la balance de la satisfaction et de la résilience
- Au Produit Intérieur Brut par la balance de importations et des exportations
- Aux échanges internationaux par la balance des déficits et des excédents

L'innovation de l'économie de la coprospérité et du développement durable repose sur le choix de placer les personnes et pas seulement les opérations au centre de la gestion de l'équilibre de la balance des paiements. Cela explique en grande partie la raison pour laquelle le choix d'une balance spécifique est liée à de multiples considérations d'ordre politique, économique, écologique et social. Le choix et la programmation d'une balance sont déterminés par des critères d'intensité (ou gestion des tensions internes du groupe) des critères d'extensité (ou gestion de la taille du groupe et du réseau, celle du niveau d'égalité), des critères d'intracité (ou gestion d'un territoire local) comme des critères d'extracité (ou gestion des espaces internationaux) ce qui relève sa nature politique d'instrument de production, d'échange, et de répartition des richesses.

Le choix d'un type de balance définit le fonctionnement d'une communauté de paiement, l'orientation de son système d'échange, le consensus sur ses valeurs et ses usages. Tout le management horizontal de type holocratique peut se résumer à la programmation de la balance des paiements et de pacification des groupes humains. Selon le type de balance choisie, l'objectif de la communauté de paiement sera de stimuler la richesse des individus, de développer les échanges locaux, de promouvoir le commerce, de constituer des actifs, de faciliter les transactions internationales, de proposer des modes de règlements alternatifs contre l'endettement... Voilà pourquoi le graphe de transaction est un instrument de règlement particulièrement souple, modulable, polyvalent et ouvert pouvant fonctionner dans des contextes aussi diversifiés qu'un village africain, une multinationale, une confédération d'Etats, une ville, une blockchain ou un registre distribué.

Impact des balances des paiements sur l'égalité des échanges

L'organisation des groupes d'échanges se fait selon trois paramètres :

- Le domaine des échanges : créance / dette ; ressource / usage ; dépense / recette...
- L'objectif des échanges : maximisation / minimisation / optimisation.
- La balance des échanges : solde nul et égal ou solde non nul et inégal.

L'impact du droit d'usage est principalement et originellement déterminé par les conséquences du choix de la balance des paiements sur les domaines d'applications et sur les objectifs de l'échange.

Les simulations informatiques que nous avons effectué à ce sujet au moyen d'une intelligence artificielle (ChatGPT) nous montrent que pour un même domaine d'application et une même orientation en terme d'objectif de gestion, le fait de choisir entre une balance des paiements équilibrée ou une balance des paiements déséquilibrée produit des effets positifs ou négatifs diamétralement opposés à un niveau très important.

Bien que de telles simulations informatiques n'apportent pas une démonstration ou une preuve aussi incontestable qu'une théorie scientifique, et bien que de nombreuses investigations seraient encore nécessaires à un niveau macro-économique pour corroborer totalement ou partiellement les résultats obtenus par ces simulations informatiques, elles fournissent une première indication claire qui va nous pousser à nous interroger afin de proposer une explication sur ce qui pourrait conduire à un résultat aussi catégorique.

Comment expliquer que le choix entre un solde nul des balances de paiements des agents et un solde excédentaire ou déficitaire puisse avoir des conséquences diamétralement opposées ?

Il existe une conséquence manifeste et indiscutable qui est corrélée au choix d'une balance des paiements : c'est le fait de se situer dans un échange égal ou inégal. Cette observation provient du fait expérimental que les

échanges nationaux et surtout internationaux se fondent sur un ensemble d'antagonismes (ou états contradictoires) dans les rapports économiques, sociaux, écologiques, culturels et politiques que les balances des paiements sont chargées de gérer... et de régler. Toutefois comme nous l'avons déjà expliqué plus haut, les méthodes de règlements proposées par les deux balances équilibrée et déséquilibrée sont diamétralement opposées, si bien que chacune d'elle conduit à une forme d'échange qui est lui aussi diamétralement opposé.

Nous posons donc comme principe que :

1—La balance déséquilibrée des paiements produit un *échange inégal* qui est un facteur massif de déstabilisation économique et financière tant à l'échelle micro que macro.

En termes mathématiques, un graphe de transaction déséquilibré peut être représenté par un graphe orienté dans lequel la somme des valeurs des arcs entrants est différente de la somme des valeurs des arcs sortants pour au moins un nœud du graphe. Il en résulte une mauvaise répartition des transactions, avec une concentration de l'activité sur certains nœuds (les créateurs, les excédentaires) et une réduction voire une absence d'activité pour l'immense majorité des autres (les débiteurs, les déficitaires). Cette mauvaise répartition des transactions au sein du système engendre des inégalités de richesses, de pouvoirs, de capacités, d'informations et produit les conditions pour un échange économique et social inégal. *La théorie des jeux* a démontré scientifiquement que les asymétries d'information économique et les déséquilibres du pouvoir de négociation peuvent affecter les résultats des échanges et avoir un effet négatif sur tout le système.

Un graphe transactionnel déséquilibré peut avoir des conséquences sur le fonctionnement du système économique. Un tel déséquilibre peut engendrer des monopoles et des oligopoles qui vont entraver la concurrence et réduire la qualité et la quantité des produits et services offerts aux consommateurs. Cela peut entraver la capacité des agents à négocier des transactions équitables et à obtenir le meilleur prix pour leurs produits et services. Cela peut limiter la capacité des agents à diversifier leurs sources de revenus et à trouver des opportunités de croissance. Cela peut réduire la capacité des agents à obtenir des informations précises et à éviter les erreurs de transaction. Cela peut altérer la capacité des agents à évaluer leurs risques et à prendre des décisions éclairées. Cela peut diminuer la capacité des agents à établir des relations de confiance et à éviter les conflits. Cela peut décourager la capacité des agents à rechercher ensemble des solutions innovantes.

2—La balance équilibrée des paiements produit un *échange égal* qui constitue un facteur large et massif de stabilité économique et financière tant à l'échelle micro que macro.

Un graphe de transaction équilibré est un type de réseau qui permet à chaque agent d'échanger des biens ou des services avec les autres agents, directement et sans avoir à passer par un tiers. Chaque agent est connecté à un autre agent par une transaction, et chaque transaction est équilibrée, ce qui signifie que chaque agent reçoit autant qu'il donne. Le fait de ne pas obliger les agents à équilibrer réciproquement leurs transactions mais au contraire de leur donner la possibilité d'équilibrer transitivement leurs transactions démultiplie les possibilités de règlements financiers et d'échanges en permettant au réseau de se déployer à grande échelle. Par exemple, si un agent A donne un bien à un agent B, et que l'agent B donne un bien de valeur équivalente à l'agent C, cette condition sera suffisante pour conclure que l'agent B a réalisé un équilibre local de sa balance des paiements.

Un réseau basé sur une balance équilibrée des règlements crée les conditions d'un échange égal entre les agents car chaque agent reçoit autant qu'il donne. Cela signifie que chaque agent est traité de manière égale et que personne ne peut être exploité. De plus, le fait que chaque transaction soit équilibrée signifie que chaque agent est libre de choisir ce qu'il veut échanger et avec qui il veut échanger, ce qui signifie que chaque agent est libre de choisir ses propres termes de l'échange. De telles conditions sont favorables pour la stabilité, la cohérence et l'efficience du système économique car il s'agit d'un jeu à somme positive où aucun agent ne peut accumuler de la ressource ou une capacité de règlement au détriment ou contre les autres agents.

3- Les notions d'échange égal et inégal doivent être repensées à partir des balances des paiements qui sont leurs causes véritables et qui fournissent la modélisation mathématique permettant de les appliquer.

Jusqu'à présent, les notions d'échange égal ou inégal recevaient des définitions empiriques d'inspiration souvent Marxistes. Chez ces trois auteurs notamment ; Raoul Preisch, *Le Développement économique de l'Amérique latine et ses principaux problèmes*, 1950 ; Arghiri Emmanuel, *L'échange inégal : essai sur les antagonismes dans les rapports économiques internationaux*, 1969 ; Samir Amin, *L'échange inégal et la loi de la valeur*, 1973 ; l'échange inégal est toujours rattaché à l'inégalité des facteurs de production, aux tensions dans les négociations sur les rémunérations salariales, aux conséquences de la division mondiale du travail entre les produits primaires et secondaires, aux rapports de domination économique entre les pays du centre et ceux de la périphérie, ou encore à l'inégalité des processus d'accumulation capitaliste. Mais au-delà de ces constats à forte coloration idéologique, aucun auteur n'a construit un modèle mathématique de l'échange égal, et aucun n'a proposé de solution pratique qui permettrait d'initier de nouvelles formes de transactions basées sur l'échange égal. Nous espérons donc que cette contribution sur les balances transactionnelles équilibrées, inclusives et décentralisées permettra de combler les lacunes qui existent encore aujourd'hui dans un tel domaine qui conditionne toutes les politiques de développement tant à l'échelle nationale que planétaire.

Référer le prix à la règle de l'égalité des échanges plus qu'à la valeur des biens est un critère de la recherche d'une transaction juste

Que l'on se place dans une économie de marché ou de réseau, la valeur d'échange - ou prix relatif - définit le taux auquel une marchandise s'échange. On peut distinguer trois formes d'échanges qui se réalisent soit par les biens, ni par la monnaie, soit comme nous l'avons soutenu plus haut, par les prix. Quelle que soit l'organisation économique ou sociale, la règle de base de formation des prix est conforme aux principes de l'économie politique : *chacun doit donner en proportion de ce qu'il reçoit et recevoir en proportion de ce qu'il donne*.

Conformément aux principes de la théorie mathématique de l'échange de Walras, « l'échange de deux marchandises, entre elles, sur un marché régi par la libre concurrence, est une opération par laquelle tous les porteurs de l'une et de l'autre marchandise obtiennent la plus grande satisfaction de leurs besoins compatible avec cette condition de donner de la marchandise qu'ils vendent et de recevoir de la marchandise qu'ils achètent dans une proportion commune et identique ». Cette définition de Walras est intéressante car elle élimine le recours à la monnaie en faisant l'hypothèse d'un échange directement basé sur un rapport de prix.

Toutefois si l'on s'en tenait à cette proposition, nous serions seulement dans une pure économie de marché régie par les principes de la compétition entre les agents afin de maximiser leur satisfaction liée à l'appropriation et à la consommation de biens rares et utiles. L'objet principal de l'organisation de réseau coopérative et mutualiste est de généraliser cette proposition en faisant voir qu'elle s'applique à l'échange de deux marchandises comme à l'échange de la totalité des marchandises, sous la forme d'une seconde règle qui stipule *qu'un système d'échange est stable si toutes les formes de biens et services sont échangées, autrement dit données et reçues, à proportion équivalente par chacun des agents*. C'est donc par le passage d'une relation de réciprocité à une relation de transitivité que la règle de l'échange juste se généralise et que nous quittons le domaine de l'organisation de compétition et d'assistanat de marché (toujours déséquilibrée) pour entrer dans le champ de l'organisation de coopération et de mutualisme de réseau qui parvient enfin à l'équilibre général.

La réciprocité bilatérale qui a été souvent mise en avant par les économistes n'est pas suffisante pour produire un échange égal. Si pour reprendre la définition des classiques comme Adam Smith, la valeur d'échange d'un produit est donnée par la quantité de travail qui a permis de le fabriquer, on constate que la plupart du temps, les salaires de subsistance sont bien inférieurs à la valeur créée par les ouvriers. Le Marxisme et le Proudhonisme sont nés d'un tel constat. Cela est vrai dans les échanges nationaux et internationaux. Les pays en développement, spécialisés dans des biens primaires, souffrent d'un « échange inégal » vis-à-vis des pays développés qui, eux, sont spécialisés dans des biens industriels. *Derrière un échange de marchandises ayant la même valeur (par exemple, plusieurs tonnes de bananes contre un tracteur qui s'échangent au même prix) se dissimulent des quantités de travail très différentes et donc des gains très différents*. Compte tenu d'une productivité plus faible dans les pays en développement, il faudra beaucoup plus de temps de travail pour

réunir le nombre de bananes permettant d'acquérir un tracteur. Il y a bien échange pour un même prix, mais cet échange est inégal. Les pays « développés » et « centraux » exploitent les pays dits « sous-développés » ou « périphériques ». Le commerce international devrait donc être rééquilibré pour stopper cette injustice.

Pour que le prix devienne un mode de règlement capable d'équilibrer n'importe quel type d'opération sans désavantager les agents dont la situation économique et financière est la plus faible, pour que le prix constitue un mode de règlement efficient et autonome qui n'oblige pas à utiliser un bien (troc) ou une monnaie (achat / vente) comme condition de l'accès à l'échange, il convient de partir d'une description mathématique de la transaction par laquelle le prix reçoit sa définition du type de relation que l'on cherche à établir, et pas une définition générale qui ramènerait toujours à l'échange bilatéral de type achat / vente (celui-ci semblant être la seule forme de transaction reconnue aujourd'hui par les économistes). Rapporté à la description mathématique des propriétés de la relation d'égalité, le prix acquiert une signification multivalente et multiniveau qui ne le cantonne plus à une définition unique, mais conduit à trois définitions numériques qui renvoient à des réalités différentes et irréductibles les unes aux autres. Dans le rapport à soi-même que chaque agent développe pour évaluer le prix de sa production, le prix est *un nombre scalaire* (rapport d'identité). Dans le rapport à l'autre que chaque agent entretient pour évaluer le prix de la production qu'il souhaite échanger, le prix est *un nombre rationnel* (rapport de réciprocité). Enfin, dans le rapport à tous les autres (milieu, communauté, collectivité, contexte naturel ou culturel) que chaque agent construit pour équilibrer le prix de ses productions et de ses consommations, le prix est un *ensemble ordonné par une règle de composition* (rapport de transitivité).

L'échange juste est défini mathématiquement par les trois propriétés de l'équivalence : réflexivité, réciprocité, transitivité

Le contrat de gestion du droit d'usage monétaire est un contrat relationnel qui considère que la fonction de paiement est fondatrice de l'ensemble des relations économiques et sociales, et qui démontre que cette fonction de paiement se réalise de façon optimale dans la relation d'équivalence mathématique.

Une relation d'équivalence sur un ensemble E se définit comme une relation binaire \sim sur E qui est à la fois réflexive, réciproque et transitive. Ces trois propriétés doivent être cumulativement respectées.

Plus explicitement :

\sim est une relation binaire sur E : un couple (x, y) d'éléments de E appartient au graphe de cette relation si et seulement si $x \sim y$.

\sim est réflexive : pour tout élément x de E , on a $x \sim x$.

\sim est réciproque : chaque fois que deux éléments x et y de E vérifient $x \sim y$, ils vérifient aussi $y \sim x$.

\sim est transitive : chaque fois que trois éléments x , y et z de E vérifient $x \sim y$ et $y \sim z$, ils vérifient aussi $x \sim z$.

Au niveau du système économique et monétaire, on pose comme point de départ une fonction de règlement représentée sous la forme d'une flèche orientée et pondérée par une valeur chiffrée.

Dans le langage des graphes, on représente la réflexivité d'un nœud par une flèche circulaire qui part d'un nœud et revient sur lui-même, la réciprocité par deux flèches en sens inverse entre deux nœuds, et la transitivité par trois flèches reliant trois nœuds dans un certain sens ouvert ou fermé.

- Réflexivité :

La permutation (ou transfert de valeur chiffrée) qu'un nœud fait sur lui-même est l'application identité du nœud. L'identité signifie que chaque nœud possède ses propres capacités et ses propres besoins. Chaque nœud est en capacité d'auto-évaluer de manière autonome la quantité et la qualité de sa production, de même qu'il peut librement déterminer son champ connectif et transactionnel vis-à-vis des autres membres du réseau.

L'échange réflexif considère que l'individu concret n'existe pas en dehors de son milieu. Dans un échange réflexif économique, les parties prennent le temps de réfléchir à l'ensemble des conséquences économiques avant de prendre une décision. Elles peuvent prendre en compte des facteurs tels que le coût de production, le coût de stockage, le coût de distribution, le prix de vente, les taxes, les tarifs et les subventions.

Cela peut également impliquer une réflexion sur les externalités économiques, c'est-à-dire les effets indirects que peuvent avoir les échanges économiques sur les parties prenantes qui ne sont pas directement impliquées dans l'échange. Par exemple, un producteur peut réfléchir à l'impact environnemental de sa production et à la manière dont cela peut affecter les coûts futurs, la réglementation ou l'image de marque de l'entreprise.

En somme, un échange réflexif implique un individu informé et conscient qui prend en compte l'ensemble des facteurs économiques, sociaux et écologiques pertinents internes et externes à l'agent. Cela peut aider à assurer des décisions plus durables, plus utiles, plus équitables et plus responsables. Une telle approche diffère fondamentalement de l'individu abstrait, sans conscience et coupé de son milieu de l'approche néo-classique.

La réflexivité signifie que tout agent a le pouvoir de conserver, d'affecter, d'évaluer, de comparer, d'échanger, de produire ses biens, ses services, ses ressources (ou actifs) et ses droits en fonction de leur utilité individuelle et collective, dans la mesure où les dimensions individuelles et collectives sont représentées dans la conscience, comme nous le montre l'image de la flèche circulaire capable d'englober la totalité du monde.

En nous basant sur les propriétés mathématiques de la relation d'équivalence, nous proposons de définir l'identité réflexive comme un graphe d'échange dans lequel chacun reçoit proportionnellement à ce qu'il donne, ce qui rejoint la proposition « de chacun selon ses capacités, à chacun selon ses besoins ».

- *Réciprocité :*

La permutation (ou transfert de valeur chiffrée) entre deux nœuds qui donnent autant qu'ils reçoivent, ou agissent autant qu'ils subissent, est appelée application réciproque des nœuds. En terme anthropologique, on ne peut confondre la réciprocité avec une simple symétrie entre deux valeurs identiques. Ici la réciprocité désignera plutôt la balance ou l'équilibre que l'on réalise entre deux valeurs antagonistes et contradictoires.

Aristote nomme le sentiment né de la réciprocité "aretè", que l'on traduit par *excellence* ou *vertu*, et montre que ce sentiment est la manifestation de la "mesotès" que l'on traduit par *médiété* ou *juste milieu entre des contraires*. On retrouve une telle idée dans la philosophie d'Héraclite qui commande aux hommes d'unir les contraires pour atteindre un état d'harmonie et d'équilibre en phase avec le fonctionnement de l'univers.

La "médiété" aujourd'hui peut être analysée comme la résultante en soi contradictoire de la relativisation des contraires. Or, cette "relativisation contradictoire" se traduit sous le mode de l'affectivité comme le sentiment éthique *l'aretè*. Son efficience est bien l'affirmation de la conscience éthique à l'origine de "la Loi", mais également de "la Monnaie" quand celle-ci est générée par des balances qui unissent des termes antagonistes.

Afin de faire correspondre cette approche de la réciprocité avec les propriétés mathématiques de l'équivalence, nous proposons pour cette réciprocité "équilibrée" le terme de symétrique. Aristote montre que la condition requise par le *sens de justice* est l'*égalité* des prestations des uns vis-à-vis des autres (*isotès*) qui permet de définir la réciprocité de façon objective et comme la matrice d'un sentiment indépendant de tout imaginaire.

Le préalable de l'égalité *isotès* vaut pour toutes les vertus éthiques et toutes les valeurs matérielles, ce qui augure de leur convertibilité et de leur traitement commun. Mais comment se détermine l'égalité entre les prestations ? La question paraît difficile pour Aristote qui soutient que les choses doivent se répartir selon les rangs ou les statuts et qui n'apporte aucune solution mathématique solide et véritablement fondée.

En nous basant sur les propriétés mathématiques de la relation d'équivalence, nous proposons de définir la réciprocité symétrique comme un graphe d'échange dans lequel chacun reçoit de façon égale à ce qu'il donne, indépendamment de l'identité des agents et indépendamment de l'ordre dans lequel l'échange a lieu.

Transitivité :

La transitivité dans un graphe signifie que si un nœud A est connecté à un nœud B, et que le nœud B est connecté à un nœud C, alors le nœud A est également indirectement connecté au nœud C.

Dans un réseau social, par exemple, si la personne A est ami avec la personne B, et que la personne B est ami avec la personne C, alors il est probable que la personne A connaisse aussi la personne C.

En appliquant cette propriété de transitivité à un groupe de multi-agents qui souhaitent développer des échanges équivalents, cela signifie que si chaque agent établit des relations avec un autre agent dans le groupe, alors la propriété de transitivité peut être utilisée pour créer des connexions directes entre tous les agents.

Par exemple, si l'agent 1 établit des relations avec l'agent 2, et que l'agent 2 établit des relations avec l'agents 3, et que l'agent 3 établit des relations avec l'agent 4, alors la propriété de transitivité permet de créer des connexions directes entre l'agent 1 et les agents 3 et 4. En appliquant cette logique à tous les agents du groupe, chacun peut établir des relations avec les agents de son choix, et se connecter directement avec tous les autres agents du groupe, créant ainsi un réseau égal et connecté qui se construit sur la richesse relationnelle.

La relation transitive n'est pas exclusivement liée à l'équivalence car elle peut supporter toutes les formes de relations d'ordres telles que la supériorité et l'infériorité, ce qui peut impliquer des rapports de domination.

Mais lorsqu'elle est utilisée à bon escient dans un graphe transactionnel basé sur l'équilibre de la balance des paiements, elle constitue une propriété efficace pour permettre à tous les agents de développer des échanges équivalents. En effet, chaque agent peut avoir des relations directes avec toutes les relations de ses relations ce qui facilite le déploiement d'un système d'échange multilatéral (et plus seulement restreint à l'échange bilatéral) fortement connecté. Cela permet également à chaque agent d'avoir un accès équitable à l'information et aux ressources disponibles dans le groupe, facilitant ainsi une coopération égale entre tous les membres.

En nous basant sur les propriétés mathématiques de la relation d'équivalence, nous proposons de définir la connexion transitive comme un graphe d'échange dans lequel chacun donne et reçoit corrélativement à tous, directement ou indirectement. Ainsi, la transitivité permet à la fois une accessibilité universelle (à la fois directe et indirecte) et, par sa clôture, une connectivité complète entre les nœuds dans l'ensemble du réseau.

Les trois propriétés mathématiques de l'équivalence ont une correspondance avec les deux premiers principes de la justice d'Aristote

En nous basant sur la définition mathématique rigoureuse et complète de l'échange comme production d'une relation d'équivalence conditionnée au respect des trois propriétés de l'identité, de la réciprocité et de la transitivité, nous constatons une convergence forte avec les deux concepts de la justice proposés par Aristote. Toutefois les trois propriétés de la relation d'équivalence mettent en lumière le fait que les deux concepts de la justice commutative et distributive sont insuffisants et doivent être complétés par un troisième concept qui les synthétise et les dépasse, et que nous appellerons la justice intégrative, pour produire un échange équivalent.

Voici une présentation des 3 principes de justice :

Justice distributive :

$\forall A \in E, \text{Droit de } A = k^* X^A \Rightarrow \text{Echange juste}$

$A = X^A, B = X^B, C = X^C \dots \text{etc}$

Proportionnalité entre ce que l'on donne et ce que l'on reçoit.

De chacun selon ses capacités, à chacun selon ses besoins. Singularité des utilités individuelles.

Chacun produit, échange, consomme selon ce qu'il est. Identité.

Auto-évaluation. Fonction de désignation et de mesure de la valeur.

Cela produit une égalité proportionnelle, géométrique

Justice commutative :

$\forall A, B \in E, A=B \Rightarrow$ Echange juste

$A = A, A = B, B = C, C = A, \dots$ etc

Egalité entre ce qui est donné et reçu en échange. Complémentarité des besoins et des capacités.

Chacun produit, échange, consomme selon ce qu'il a. Réciprocité.

La justice commutative cherche à produire une réciprocité symétrique entre les individus.

Co-évaluation. Fonction de permutation et d'échange de la valeur.

Cela produit une égalité arithmétique, numérique

Justice intégrative :

$\forall A, B \in E, \exists C \in E$ tel que $A \sim C$ et $B \sim C \Rightarrow A \sim B$

$X^A = Z, X^B = Z, X^C = Z, \dots$

Corrélation des échanges de chacun avec tous.

Un échange est considéré comme juste lorsque chaque terme peut être référencé à un troisième.

Chacun produit, échange, consomme selon un référent commun. Transitivité.

Trans-évaluation. Fonction de transmission et de conservation de la valeur.

Cela produit une égalité systémique, algébrique

Or quand on analyse dans le détail, nous pouvons associer ces 3 principes de justice à chacune des propriétés de la relation d'équivalence. Cela devient possible dès lors que l'on dispose du troisième principe de justice intégrative, qui en s'ajoutant à la justice distributive et la justice commutative, va permettre d'apparier chaque concept de justice avec chaque propriété de l'échange équivalent pour produire un ensemble cohérent.

Rappelons qu'une relation d'équivalence \sim sur un ensemble E possède trois propriétés fondamentales :

1. Réflexivité : $\forall A \in E, A \sim A$
2. Symétrie : $\forall A, B \in E, A \sim B \Rightarrow B \sim A$
3. Transitivité : $\forall A, B, C \in E, A \sim B \wedge B \sim C \Rightarrow A \sim C$

Analysons maintenant la correspondance proposée entre ces propriétés et les différents types de justice.

Justice distributive = Relation de réflexivité

Premièrement, la justice distributive peut être liée à la réflexivité (ou identité). Ce type de justice énonce que chacun reçoit proportionnellement à ses besoins, ses capacités et ses mérites. Cela signifie que l'on prend en compte les différences en termes d'utilités individuelles. La relation réflexive signifie que tout élément est en relation avec lui-même ($A \sim A$). D'un point de vue mathématique, on peut l'exprimer par une relation telle que $R(A) = k * X^A$, où X^A représente une caractéristique propre à la puissance d'échange de A vis-à-vis de lui-même. La réflexivité met donc l'accent sur l'élément dans sa singularité, tout comme la justice distributive se

concentre sur les caractéristiques propres de l'individu. Il est donc raisonnable de faire correspondre la justice distributive à la relation réflexive, puisqu'elle repose sur l'identité et les particularités de chaque personne.

Justice commutative = Relation de symétrie

Deuxièmement, la justice commutative peut être associée à la relation de symétrie. Le principe de la justice commutative repose sur l'égalité dans l'échange direct entre deux parties, où ce qui est donné équivaut à ce qui est reçu, sans tenir compte des différences individuelles. Mathématiquement, $A=B$ représente un échange juste entre A et B. De même, la relation de symétrie stipule que si A est en relation avec B, alors B est également en relation avec A. La symétrie traduit ainsi la réciprocité dans les échanges, ce qui justifie l'association de la justice commutative à cette relation, car les rôles de A et B sont interchangeables. Échange symétrique fondé sur la complémentarité des besoins et des capacités de chaque partie, assurant une réciprocité équilibrée et harmonieuse tout en intégrant les différences propres à l'énoncé de chaque besoin et de chaque capacité.

Justice intégrative = Relation de transitivité

Enfin, la justice intégrative, ou justice du tiers inclus, peut être associée à la relation de transitivité. Le principe de la justice intégrative est qu'un échange est juste lorsque tous les éléments peuvent être mis en rapport avec un élément tiers qui leur tient lieu d'équivalent universel et de tiers inclus de l'échange.

Si les personnes se contentaient d'échanger de la monnaie contre des biens ou des services de même valeur, nous serions encore dans un échange bilatéral basé sur la justice commutative. Les concepts de justice d'Aristote, tels que la justice commutative et la justice distributive, ne semblent pas inclure explicitement la notion de tiers inclus. Ces concepts se concentrent principalement sur les interactions bilatérales et la distribution des biens et des avantages au sein d'une communauté. Cependant, la notion de tiers inclus pourrait enrichir ces concepts en introduisant une dimension supplémentaire qui prend en compte l'interaction avec une instance collective ou médiatrice qui peut être d'ordre réel, imaginaire ou symbolique.

Le problème que résout la justice intégrative et qui a empoisonné le capitalisme pendant cinq siècles, c'est la possibilité de financer l'économie de façon adéquate (c'est-à-dire de façon ni limitée ni illimitée) tout en maintenant une balance des paiements équilibrée, c'est-à-dire sans se sentir obligé de recourir au déficit. Si elle parvient à accomplir un tel tour de force, c'est parce qu'au lieu de placer une banque centrale ou une institution financière au centre du système d'échange, la justice intégrative place une simple unité qui joue le rôle de centre neutre de l'ensemble des échanges. C'est au moyen de cette seule et unique unité (qui peut tout autant être une unité monétaire qu'une unité de valeur) que le système d'échange basé sur la justice intégrative peut faire levier en générant toutes les quantités que l'on veut à condition que celles-ci soient en équilibre. Cela signifie donc que le système généré par l'un vaut toujours un quelles que soient les quantités produites et échangées, et c'est par cette règle de multiplication inversée que l'on peut contrôler son équilibre.

Soit A, B, C trois parties prenantes, et Z un droit d'usage monétaire ou une ressource commun partagée. Une relation d'usage ou d'échange entre deux parties se note $A \sim B$ et signifie que A et B partagent ou échangent des droits ou des ressources. Le droit d'usage Z est transférable ou partageable sous certaines conditions. On observe déjà que si tous les agents disposent du même droit d'accès aux moyens d'échange et qu'ils disposent tous du même droit d'usage monétaire (ou faculté de règlement), alors les conditions d'égalité mathématique de l'échange commutatif sont respectées. Par ailleurs, on constate que si tous les agents peuvent utiliser ces moyens d'échange proportionnellement à leurs besoins et à leurs capacités, alors les conditions d'égalité géométrique de l'échange distributif sont elles aussi respectées. Car c'est le propre de la logique du tiers inclus que de parvenir à faire coexister harmonieusement deux principes contradictoires de la justice.

Pour exprimer cette situation de manière transitive, il faut respecter la condition suivante : Si A reçoit un droit d'usage monétaire Z, et B reçoit également un droit d'usage monétaire Z, alors A et B sont indirectement reliés via ce droit commun Z, ce qui permet à A et B de partager un droit d'usage. On peut donc écrire la relation : $A \sim Z \wedge B \sim Z \Rightarrow A \sim B$. Supposons maintenant que A, B, et C participent à un réseau d'échange basé sur un droit d'usage monétaire commun Z, tel qu'un capital financier partagé ou une ressource en ligne. Si A échange une partie de

son droit Z avec B, et B avec C, alors en vertu de la transitivité, A et C peuvent établir une relation indirecte d'échange via B. Mathématiquement, cela se traduit par : $A \sim B \wedge B \sim C \Rightarrow A \sim C$.

Cette formulation montre que la transitivité est respectée, car le partage du droit d'usage monétaire Z permet à des parties initialement non reliées d'établir une connexion indirecte.

Les trois catégories de droits humains sont corrélées aux trois principes de la Justice et par conséquent aux trois propriétés de l'équivalence

La classification des droits des citoyens en trois catégories distinctes – droits-libertés, droits-créances et droits de troisième génération – représente une tentative ambitieuse de structurer les divers aspects des droits humains en fonction de leurs caractéristiques et de leurs implications socio-économiques.

Les trois catégories de droits des citoyens sont définies ainsi :

Les "droits-libertés" issus, pour la plupart, de la Déclaration des droits de l'Homme et du citoyen (1789) consacrent des libertés individuelles ou collectives (liberté d'expression, liberté de manifestation, etc.) ;

Les "droits-créances" décrivent des droits économiques et sociaux (droit au travail, droit à l'éducation, etc.) ;

Les droits de troisième génération s'étendent à l'ensemble de la communauté internationale afin, notamment, de garantir une vie décente aux générations futures. Ces droits n'ont cependant pas tous de valeur juridique.

Cependant, cette approche rencontre des difficultés significatives tant sur le plan théorique que pratique.

L'une des principales problématiques réside dans la complexité intrinsèque des droits humains, qui sont souvent interconnectés et interdépendants, rendant leur catégorisation rigide problématique. Par exemple, le droit de propriété est traditionnellement classé parmi les droits-libertés, mais une analyse approfondie révèle qu'il englobe également des dimensions sociales et économiques complexes, suggérant une appartenance possible aux droits-créances ou même une nécessité d'une nouvelle catégorie intégrative. Cette ambiguïté souligne la difficulté de tracer des frontières claires entre les différentes catégories sans négliger les interrelations et les impacts mutuels des droits qui représentent souvent des nœuds de complexité non réductibles à une catégorie.

La polarisation sur la priorité d'un type de droit sur les autres illustre également la difficulté de concilier les différentes dimensions des droits fondamentaux. Par exemple, dans le débat entre des figures comme Javier Milei d'obédience ultra-libérale et les partisans des approches plus collectivistes ou communistes, la question de savoir si les droits-libertés doivent primer sur les droits-créances est au cœur des tensions politiques et idéologiques. Cette polarisation reflète une lutte plus profonde sur la nature même de la citoyenneté et sur les fondements de la justice sociale, écologique et économique. De même, la reconnaissance que les droits de troisième génération conditionnent, dans une certaine mesure, les deux premiers types de droits, souligne l'interdépendance intrinsèque des différentes catégories de droits, rendant toute tentative de hiérarchisation simpliste insuffisante pour appréhender la complexité des enjeux contemporains autour de telles questions.

Cette concurrence entre les trois types de droits montre que le concept de justice est contradictoire et qu'il ne peut fonctionner qu'en assumant une approche complexe et multi-niveaux des grands besoins humains. Par exemple, pour traiter la question de l'accès aux biens immobiliers, le droit-liberté dira : je veux devenir propriétaire d'un bien immobilier et faire reconnaître socialement cette propriété en inscrivant mon nom dans un acte notarier, tandis que le droit-créance dira : je dispose d'un droit au logement opposable qui me confère un droit d'usage ou d'acquisition me permettant de mettre en œuvre une fonction de logement qui répond à un besoin. Enfin, le droit de troisième génération dira : la conception de mon logement doit respecter les normes énergétiques, matérielles et esthétiques qui garantissent que cette construction respecte les ressources de mon environnement en permettant d'en optimiser à la fois l'usage et le coût. Ces trois approches sont complémentaires et possèdent un rapport étroit avec les trois concepts de justice que nous allons expliquer.

La problématique centrale qui découle de ces observations est la suivante : comment articuler et harmoniser la classification des droits fondamentaux en droits-libertés, droits-créances et droits de troisième génération tout en surmontant les défis théoriques et pratiques inhérents à leur mise en œuvre ? Pour y parvenir, existe-t-il une solution mathématique fondée sur les concepts de justice commutative, distributive et intégrative ? Cette question invite à une réflexion sur la nécessité d'une approche multidisciplinaire capable de concilier les concepts de la théorie de la justice avec la réalité complexe et dynamique des sociétés contemporaines.

Notre hypothèse est la suivante : Pour que ces droits humains soient correctement mis en œuvre, il convient de comprendre à quelle propriété mathématique (ou à quelle structure d'échange ils se rattachent).

Nous proposons donc :

1. Justice distributive.

Notre définition : Chacun produit, échange, consomme selon ce qu'il est. Identité.

-> les "droits-libertés" issus, pour la plupart, de la Déclaration des droits de l'Homme et du citoyen (1789) consacrent des libertés individuelles ou collectives (liberté d'expression, liberté de manifestation, etc.).

2. Justice commutative.

Notre définition : Chacun produit, échange, consomme selon ce qu'il a. Réciprocité.

--> les "droits-créances" décrivent des droits économiques et sociaux (droit au travail, droit à l'éducation, etc.) ; mais à la différence des droits-liberté ils ont un coût.

Pour qu'ils soient mis en œuvre de façon correcte, il faudrait avoir une balance contribution = distribution. Ainsi, chacun bénéficie des « droits-créances » en fonction des ressources que la collectivité peut réellement mobiliser, assurant une cohérence entre ce que nous prélevons et ce que nous restituons.

3. Justice intégrative.

Notre définition : Chacun produit, échange, consomme selon un référent commun. Transitivité.

--> les droits de troisième génération s'étendent à l'ensemble de la communauté internationale afin, notamment, de garantir une vie décente aux générations futures et le droit à vivre dans un environnement saint. Ces droits n'ont cependant pas tous de valeur juridique.

Les trois fonctions de la monnaie sont corrélées aux trois propriétés mathématiques de l'équivalence qui forment l'échange juste

Ce que nous enseigne une définition mathématique rigoureuse des échanges économiques et monétaires, c'est que la fonction de paiement (qui étymologiquement signifie pacifier, satisfaire, délier, libérer, sauver, accorder, régler) est la brique fondamentale dont découle tous les systèmes d'échanges équivalents.

A partir de cette fonction de paiement, nous pouvons construire les représentations graphiques des trois propriétés constitutives de la relation d'équivalence. Dans cette perspective, on peut faire une analogie avec les trois fonctions monétaires définies dans la théorie économique du philosophe Aristote : la réflexivité renvoie à la fonction de la mesure de la valeur, la réciprocité renvoie à la fonction d'échange de la valeur, tandis que la transitivité renvoie à la fonction relationnelle de la valeur (car il ne s'agit plus tant de choisir un bien matériel qui pourrait jouer le rôle d'une unité de compte, que de consacrer un lien par lequel va s'opérer l'unification de tous les comptes). Il découle de ces distinctions une autre observation intéressante : la réflexivité fonctionne comme une loi de conservation des stocks de valeur, la réciprocité fonctionne comme une loi de conservation des flux de valeur, tandis que la transitivité fonctionne comme une loi de conservation des capacités.

L'approche classique des échanges est reconfigurée. On ne parle plus de monnaie mais de fonction monétaire ou de fonction de règlement. Cette fonction monétaire se distingue d'une unité de compte comme une valeur continue se distingue d'une valeur discrète en mathématiques. En effet quand les échanges se fondent sur les unités de compte, cela renvoie nécessairement à une forme de transaction fondée sur les échanges unilatéraux et bilatéraux, qui aboutissent à la transaction matérielle « monnaie contre marchandise ».

Par contre, lorsque les échanges se réalisent au moyen d'un graphe monétaire équilibré, la capacité d'échange des agents n'est plus limitée par la détention préalable d'unités de compte, mais uniquement par la capacité à se connecter aux autres agents dans une forme de transaction monétisée. La flèche monétaire du graphe équilibré constitue une fonction de paiement universelle (donc ouverte à chaque agent indépendamment de sa situation économique, politique, juridique ou sociale), une fonction de paiement programmable (car les agents ne sont pas obligés d'apporter une contrepartie immédiate sous une forme monétaire), une fonction de paiement diversifiée par la multiplicité des structures d'échanges constructibles à partir des relations de réflexivité, de réciprocité et de transitivité, et une fonction de paiement publique par sa visibilité.

L'échange équilibré basé sur la fonction de paiement est moins susceptible de conduire à de l'inflation, car il n'y a plus aucun écart possible entre les valeurs monétaires exprimées par les agents lors de leurs échanges et la valeur de leur production. Le remplacement de la monnaie par la fonction de règlement serait un progrès décisif, tant pour la gestion des systèmes économiques que pour le respect des droits économiques.

On peut pousser l'antagonisme entre ces deux paradigmes de l'échange chiffré en disant qu'un système d'échange matériel est un système d'échange au moyen de la monnaie basée sur l'émission infinie d'unités de compte aboutissant inéluctablement à l'inflation, aux restrictions et aux inégalités, tandis qu'un système d'échange relationnel est un système d'échange au moyen de fonctions de paiement basées sur la compétence universelle des agents à monétiser librement les choses de valeur qu'ils veulent produire ou échanger, et aboutissant à l'enrichissement mutuel au sein d'un système abondant, équitable, vertueux et équilibré.

Ainsi quand on compare les systèmes économiques et financiers existants, une bonne façon de mesurer leur durabilité et leur équité consiste à regarder s'ils respectent les trois propriétés de la relation d'équivalence mathématique. Si cela est le cas, alors de tels systèmes créent les conditions pour un *échange juste*. A contrario, un échange injuste est un système transactionnel qui n'a pas toutes les propriétés de la relation d'équivalence.

Toutes les transactions ne produisent pas un *échange juste*. Comme nous l'avons vu dans le paragraphe précédent, seules les échanges réflexifs, réciproques, transitifs, cycliques et translatifs sont susceptibles de produire la structure complète pour un *échange équivalent*. Nous pouvons rajouter à cette liste les systèmes multi-agents quand ceux-ci sont programmés pour organiser un graphe transactionnel basé sur l'équilibre des balances des paiements des agents. Ce qui caractérise ces types de transactions est leur caractère relationnel et non matériel, leur caractère fortement structuré et programmatique, et enfin leur non-dépendance aux unités de comptes qui créent l'espace pour faire l'expérience directe de la fonction de paiement universelle.

Il existe plusieurs formes d'égalités qu'il est important de savoir distinguer pour savoir l'appliquer :

- Dans le cadre de la logique non contradictoire, basée sur la notion d'identité et de tiers exclu, l'égalité a le sens d'une indifférenciation et d'une indiscernabilité entre deux objets semblables. Dans cette définition matérielle, deux objets égaux sont totalement identiques et substituables l'un avec l'autre. On retrouve cette notion dans l'économie industrielle au travers de la gestion de stock portant sur des devises ou des marchandises uniformes et anonymisées, ou substituables et fongibles.
- Dans le cadre de la logique contradictoire, basée sur la notion de réciprocité éthique et de tiers inclus, l'égalité signifie une relation équilibrée entre deux valeurs ou deux actions antagonistes. Dans cette définition relationnelle, deux choses opposées sont contradictoirement égales quand elles sont unies par un rapport de réciprocité leur permettant de permute l'une dans l'autre pour s'équilibrer. Nous appliquons cette notion dans la gestion des balances à travers l'équilibre des flux rentrants et sortants, mais également l'équilibre des gains et des coûts, ou encore l'équilibre de l'utilité et de l'équité.

La fonction de paiement un instrument de gestion contradictoire des égalités dont l'objectif est de produire les balances adaptées à chaque contexte économique, social et politique. A contrario, un instrument de règlement tel que les unités de compte a pour but de permettre de procéder à un règlement financier indépendamment de toute information liée au contexte dans lequel on se trouve. La différence entre ces deux approches se situe au niveau de la signification ainsi que dans la capacité de répondre au besoin réel en tenant compte du milieu dans lequel on se situe. Finalement, *l'échange égal* ne repose pas tant sur une économie locale (de type SEL) qui va essayer de répondre aux besoins des gens par la création d'unités de comptes spécifiques car on resterait ici encore prisonnier d'une approche matérielle pauvre en sens, mais il consiste essentiellement dans la mise en œuvre d'une structure de pensée et d'action contradictoire dans tous les domaines de l'économie et de la finance permettant pour la première fois l'émergence d'une signification en rapport avec nos besoins.

La justice distributive et la justice commutative doivent être complétées par la justice intégrative pour que l'on garantisse un échange égal

Pour montrer combien ces considérations sur la justice de l'échange sont concrètes, prenons deux exemples concrets pour illustrer la différence entre des proportions géométriques et arithmétiques dans le cadre de la justice distributive et de la justice commutative, ainsi que leurs potentiels problèmes de non-transitivité.

- Exemple 1 : Proportions géométriques (Justice distributive)

Dans la justice distributive, supposons que les ressources sont réparties selon les capacités productives de chaque individu, ce qui suit une proportion géométrique.

Trois individus, A, B, et C, reçoivent une répartition de ressources en fonction de leurs capacités productives respectives. Si A produit 4 unités, B produit 2 unités, et C produit 1 unité, on pourrait dire qu'ils sont en proportion géométrique : $A/B = B/C \Rightarrow 4/2 = 2/1$.

Ici, $A/B = 2$ et $B/C = 2$, donc $A/B = B/C$. En théorie, selon la transitivité, cette relation pourrait être étendue à A et C, et on pourrait s'attendre à ce que : $A/C = 4/1 = 4$

Cependant, si des facteurs extérieurs, comme des ajustements politiques ou sociaux, viennent modifier la répartition (par exemple, si A reçoit une taxe ou si C reçoit une aide supplémentaire), cette proportion géométrique n'est plus respectée. On pourrait avoir des distorsions telles que : $A/C \neq A/B \times B/C$.

Par exemple, A pourrait être surtaxé, ce qui modifie la proportion en : $A/B = 1,5$.

Cela signifie que, bien que les relations initiales A/B et B/C soient respectées, l'extension à A/C n'est plus correcte, car des critères inégaux perturbent la distribution. La non-transitivité indique donc qu'il est impossible de garantir la cohérence de la répartition dans des systèmes complexes, surtout lorsque les critères changent d'un individu à l'autre, ce qui est une situation fréquente dans l'économie de marché.

Cela révèle une distorsion des critères de répartition et peut refléter des inégalités structurelles, où certains acteurs bénéficient d'avantages injustifiés. Cela pourrait conduire à des situations d'injustice distributive où des ressources ne sont pas réparties équitablement en fonction des besoins ou des capacités.

- Exemple 2 : Proportions arithmétiques (Justice commutative)

La justice commutative se base sur des échanges équitables, souvent représentés par des proportions arithmétiques dans lesquels on raisonne par quantités égales.

Prenons un système d'échange où trois personnes, A, B, et C, échangent des biens ou des services. A échange avec B de manière équitable, selon une proportion arithmétique, par exemple : A donne à B et reçoit en retour un bien de valeur égale. Disons que si A échange 10 unités de biens avec B, alors B doit lui donner en retour 10 unités de valeur.

De même, B échange avec C de façon équitable : B donne à C et reçoit en retour 5 unités de valeur.

Ici, si A échange avec B, et que B échange avec C, on ne peut pas garantir une relation transitive entre A et C dans les proportions arithmétiques. En effet, rien ne garantit que l'échange entre A et C sera équivalent à la somme des échanges entre A/B et B/C.

Cela peut être exprimé par : Echange entre A et B \neq Echange entre B et C.

Dans ce cas, les échanges peuvent être équilibrés entre chaque paire d'individus, mais pas entre tous. Par exemple, si A tente de faire un échange avec C directement, les proportions d'échange pourraient être déséquilibrées, car A attendrait peut-être 10 unités de C, alors que C n'a jamais donné que 5 unités à B.

La non-transitivité des proportions arithmétiques dans la justice commutative peut causer un déséquilibre dans les relations d'échange. Cela pourrait mener à des situations où une partie se sent lésée parce que l'équivalence de l'échange n'est pas respectée en raison de la dépendance à des interactions indirectes. Cela se manifeste fréquemment au travers de l'influence des fluctuations des taux d'intérêts, des taux de change, de l'inflation et de la fiscalité sur les prix du capital et des biens de consommation.

Ce problème est celui du rapport entre les conditions microéconomiques et macroéconomiques de la production et de l'échange, notamment quand les paramètres macro-économiques sont manipulés par les pouvoirs centraux sous prétexte de chercher à réguler l'économie.

- Signification de la non-transitivité dans les justices distributive et commutative

Dans un contexte des justices distributive et commutative, la non-transitivité des proportions arithmétiques et géométriques se produit lorsque les critères de répartition basés sur les termes de l'échange sont appliqués de manière inégale ou incohérente.

Cela signifie que la logique de proportionnalité est rompue à un certain point, ce qui peut refléter :

1. Distorsion des critères d'échange : La non-transitivité peut survenir lorsque les règles d'échange ne sont pas uniformément appliquées entre les parties. Ces écarts peuvent être dus à des différences dans les préférences, des ajustements subjectifs ou des conditions spécifiques de marché qui altèrent la perception de la valeur.
2. Inégalités structurelles : Dans certains cas, la non-transitivité révèle des inégalités structurelles dans le système d'échange. Si certaines parties ont accès à des priviléges ou des avantages, comme des subventions, des coûts préférentiels, ou des accès asymétriques à des ressources, cela fausse les termes de l'échange.
3. Externalités ou interférences non prévues : La non-transitivité peut également être causée par des externalités ou des interférences extérieures qui altèrent la dynamique de l'échange. Par exemple, des fluctuations des prix de marché, des variations de la demande, ou encore des coûts de transaction inattendus peuvent perturber les échanges entre les agents.

Ainsi, la non-transitivité dans la justice commutative et distributive révèle des failles dans l'application cohérente des critères d'échange, souvent causées par des distorsions dans l'évaluation de la valeur des biens ou des services, des inégalités structurelles dans les termes de l'échange, ou des externalités imprévues qui perturbent la dynamique de l'équivalence. Dans des environnements complexes, où plusieurs acteurs interagissent et où des facteurs externes influencent les transactions, ces distorsions peuvent conduire à des échanges inéquitables, renforçant ainsi les inégalités et les injustices dans les relations commerciales.

Exemple de justice intégrative : dans un graphe monétaire équilibré, les opérations sont finançables au moyen d'une seule unité de compte

Les systèmes d'échanges diffèrent les uns des autres par l'extension qu'ils donnent à la relation d'équivalence. Nous distinguons les systèmes d'échanges matériels dans lesquels la règle d'égalité qui prévaut est celle de l'échange réciproque ou symétrie des stocks de valeurs entre deux agents (échange restreint découlant d'une égalité s'appliquant à chaque opération considérée isolément), et les systèmes d'échanges relationnels dans lesquels la règle d'égalité qui prévaut est celle de l'échange transitif ou mise en circuit des flux de valeur entre trois et n agents (échange général découlant d'une égalité s'appliquant à la totalité des opérations). De cette distinction fondamentale découle l'orientation analytique ou synthétique des systèmes comptables utilisés.

Dans l'échange bilatéral « marchandise contre monnaie », l'égalisation des flux entrants et sortants doit se faire

1. *Soit au niveau de chaque opération entre les nœuds,*
2. *Soit au niveau de chaque engagement entre les nœuds.*

Le choix entre ces deux formes d'équilibres nous renvoie à ce que l'on appelle la comptabilité de trésorerie « encasement / décaissement » (ou partie simple), ou à la comptabilité « d'engagement » basée sur un champ d'opérations plus vastes (portant notamment sur les hauts et les bas de bilans (ou partie double). Dans ce type d'approche matérielle, les entreprises passent le plus clair de leur temps à gérer les décalages temporels entre la comptabilité opérationnelle et la comptabilité financière, parce que ces comptabilités ne font qu'enregistrer les opérations à leur date de réalisation, sans jamais les corrélérer dans une programmation. Même dans la réalisation des opérations, il existe un décalage entre le moment où l'entreprise acheteuse est débitée et le moment où l'entreprise vendeuse est créditee, comme si finalement la seule raison d'être de ce que l'on appelle le compte de trésorerie (et celui de la banque) était de gérer de tels décalages.

Par exemple dans l'utilisation des systèmes de paiement sur une comptabilité simple de trésorerie, lorsqu'un consommateur effectue un achat avec une carte de crédit, le commerçant envoie une transaction à la banque pour débiter le compte du consommateur et créditer le compte du commerçant. Cette transaction va se faire soit de manière décalée, soit en temps réel (mais toujours décalé) et elle se matérialisera par la règle de la double écriture. Il s'agit là d'une règle de sécurité et de contrôle des transactions qui explique la méthode analytique d'enregistrement opération par opération des comptabilités en partie simple et double.

Dans l'échange du graphe de transaction décentralisé, l'égalisation des flux entrants et sortants doit se faire

1. *Soit au niveau de la totalité des opérations et des engagements de chaque nœud,*
2. *Soit au niveau de la totalité des opérations et des engagements de l'ensemble du système d'échange.*

C'est le fait de ne plus dissocier ce que l'on appelle la balance des opérations courantes et la balance du compte financier mais de les relier au sein d'un même compte (celui de chaque agent qui peut monétiser les productions qu'il offre et les productions qu'il reçoit de façon équilibrée) qui aboutit à un système d'échange qui s'auto-finance en permanence sans jamais devoir recourir à l'excédent ou au déficit pour financer ses transactions. *Ainsi l'opposition entre la comptabilité opérationnelle et la comptabilité financière disparaît : dans un graphe toutes les opérations sont finançables dès lors qu'elles s'appuient sur une balance des paiements équilibrée. Rajoutons également ce principe remarquable de la justice intégrative selon lequel dans un graphe monétaire, toutes les opérations sont finançables au moyen d'une seule unité de compte monétaire qui joue le rôle de multiplicateur monétaire dès lors qu'elles s'appuient sur une balance des paiements équilibrée.*

Un graphe de transaction dans lequel chaque agent doit égaliser la totalité de ses flux entrants et sortants peut être considéré comme un réseau d'échange totalement équilibré parce que chaque agent au sein de ce réseau forme un graphe cyclique orienté. En effet, les cycles de chaque agent sont comparables à un *chemin fermé*

dans lequel la somme des valeurs des transactions dans le sens des aiguilles d'une montre est égale à la somme des valeurs des transactions dans le sens inverse des aiguilles d'une montre. Il ne s'agit pas d'un système de crédit mutuel dans la mesure où les opérations ne sont exécutables que si elles ont été préalablement équilibrées, et il ne s'agit pas non plus d'un système de dons car dans un tel cas nous serions dans un graphe linéaire non cyclique qui n'obligerait pas les agents à équilibrer. Il s'agit d'un graphe d'échange décentralisé dans la mesure où on ne demande pas à un seul nœud (la banque centrale) de jouer le rôle de sommet (ou d'extrémité) d'un cycle basé sur l'équilibrage de l'ensemble des créances et des dettes de tout le système, mais à chacun des nœuds de se comporter comme une banque décentralisée en jouant le rôle de sommet (ou d'extrémité) de son cycle basé sur l'équilibrage de l'ensemble de ses crédits et de ses débits. La règle d'équilibre des balances des paiements est fondatrice du graphe d'échange décentralisé. Elle lui donne la capacité à être une fonction de règlement universelle qui permet à tous les agents de monétiser inconditionnellement, directement et sans limitation les biens, les services et les actifs qu'ils souhaitent échanger ou partager.

La règle d'équilibre de la balance des paiements est pertinente pour résoudre la difficulté de construction des systèmes décentralisés connue sous le nom de « trilemme scalabilité, décentralisation, sécurité ». Dans les systèmes d'échanges décentralisés basés sur la forme exclusive de l'échange bilatéral et les balances des paiements déséquilibrées, il est impossible de rassembler les trois propriétés de la scalabilité, de la décentralisation et de la sécurité, parce que les unités de compte monétaires peuvent être volées, parce qu'elles sont nécessairement distribuées de façon limitée aux agents, et parce que de tels systèmes favorisent inévitablement la concentration des stocks et des flux sur certains nœuds, et parce que les coûts de transaction viennent éroder considérablement la capacité financière des agents. Dans un système d'échange décentralisé basé sur les règles de monétisation et de structuration du graphe de transaction équilibré, il n'existe plus aucune unité de compte à voler, les coûts de transaction sont quasiment nuls du fait de l'absence d'unités de compte à émettre, à conserver, faire circuler et à surveiller, les agents peuvent monétiser directement leurs productions en fonction de leurs négociations basées sur les prix de marché, et ils peuvent recourir à autant de formes contractuelles ou systémiques d'échanges qu'ils veulent pour parvenir à un accord. Il en découle que les échanges effectués sur la blockchain ne seront réellement décentralisés, sécurisés et scalables que lorsqu'on passera d'un modèle de monnaie de niveau deux (monnaie de club basée sur les balances déséquilibrées) vers un modèle de monnaie de niveau quatre (monnaie publique basée sur les balances équilibrées).

Les lois de Kirchhoff permettent de faire fonctionner des graphes transactionnels basés sur l'équilibre des balances des paiements

Afin de programmer les graphes monétaires basés sur *l'échange équivalent* et fonder leur fonctionnement sur une règle claire de gestion de l'équilibre de la balance des paiements, nous allons recourir aux lois de Kirchhoff qui définissent deux formes d'égalités fondamentales dans la modélisation des circuits électriques.

Les lois de Kirchhoff expriment la conservation du courant et de la tension dans un circuit électrique. On peut les utiliser pour résoudre les problèmes de flots, qui sont importants en optimisation et en théorie des graphes. La première loi de Kirchhoff concerne le courant dans un circuit et stipule que chaque fois qu'il circule dans une jonction, il doit en sortir autant qu'il y est entré. La deuxième loi de Kirchhoff, quant à elle, stipule que la somme des différences de potentiel aux bornes de chaque composant d'une boucle dans un circuit est égale à zéro.

La première loi de Kirchhoff, appelée la règle du point de Kirchhoff, ou la règle de jonction de Kirchhoff, ou encore règle nodale, stipule que, *pour chaque nœud (jonction) dans un circuit électrique, la somme des courants entrants est égale à la somme des courants sortants. Dans le langage de la comptabilité transactionnelle, nous dirons que le graphe est équilibré si la somme des équilibres (ou somme des valeurs) de la totalité des flux entrants et sortants mesurés au niveau de la situation comptable de chaque nœud est égale à zéro.*

La seconde loi de Kirchhoff, appelée la boucle de Kirchhoff ou la règle des mailles de Kirchhoff, énonce le principe qui suit : *La somme des différences de potentiel (tensions) autour de toute boucle fermée est nulle.*

Traduite en langage comptable, cette règle R d'équilibre stipule que sur un cycle (une boucle de transactions entre plusieurs nœuds, comptes ou agents), la somme des débits et des crédits s'annule, de sorte qu'en revenant au point de départ, le solde net du cycle est nul et qu'on se retrouve en état d'équilibre. Cela équivaut à dire que sur chaque cycle complet de transactions, la somme algébrique des transferts est nulle : on revient au même état globalement avec une situation comptable égale à zéro. Au travers de ces deux lois d'équilibre des circuits, nous reconnaissons les deux modes d'équilibration de la balance des paiements d'un graphe orienté et pondéré dont l'exécution est basée sur l'égalité stricte des valeurs des transactions programmées entre les agents.

En comparaison, il est intéressant d'observer que dans le système comptable actuel, nous fonctionnons avec une règle R d'équilibre qui stipule que la somme des déséquilibres (ou différences des valeurs) de la totalité des excédents et des déficits mesurés au niveau de la situation comptable de l'ensemble des nœuds doit être égale à zéro. Autrement dit, dès que le nœud A inscrit un débit de 50, on doit nécessairement trouver quelque part un nœud B avec un crédit de 50. Cette fausse règle d'équilibre n'ayant pour utilité que le contrôle formel de la régularité des opérations, elle ne permet pas de structurer les échanges de façon égale et juste.

Il est essentiel de bien comprendre cette différence d'approche du concept d'équilibre car les enjeux autour de la bonne définition et de la bonne utilisation de l'équilibre sont considérables :

- Dans la règle R du système comptable actuel (double écriture), on se contente de vérifier que l'agrégat global des crédits est égal à l'agrégat global des débits (par exemple, +50 chez B et -50 chez A), ce qui assure une forme de "régularité formelle" (les livres sont "en équilibre" globalement).
- Dans la vision "Kirchhoff", on cherche un équilibre point par point (au niveau de chaque nœud et de chaque boucle). Cet équilibre peut être réalisé à deux niveaux différents :
 - Au niveau de chaque nœud, les flux entrants et sortants s'annulent (loi des nœuds),
 - Et sur chaque boucle, la somme des débits et crédits redouble nulle (loi des mailles).

Ainsi, la "règle R" actuelle n'impose pas que chaque nœud soit individuellement à l'équilibre, ni que chaque cycle de transactions boucle à zéro. Elle constate simplement qu'un déficit chez l'un correspond forcément à un excédent chez un autre, mais elle ne contraint pas la répartition ou la façon dont ces déséquilibres circulent dans le réseau. Résultat : on peut avoir de grandes inégalités ou déséquilibres localisés, même si le total général apparaît "équilibré" (débits = crédits). C'est cette inégalité des échanges masquée derrière de beaux bilans comptables dont la présentation respecte une règle d'équilibre formel qui est l'illusion la plus redoutable permettant à l'injustice de se perpétuer sans que celle-ci n'éveille la moindre contestation.

En revanche, lorsque l'on se sert des lois de Kirchhoff comme modèle comptable, on ne se contente plus d'un équilibre agrégé ; on exige que chaque nœud (agent, compte) respecte un solde net nul (somme entrées – somme sorties = 0) et que chaque cycle permette de produire et d'échanger de la valeur sans que cela n'aboutisse à générer des déficits ou des excédents. Cette approche structure les échanges de manière symétrique et juste pour tous les nœuds, assurant qu'il n'y a pas d'agents durablement perdants dans le système, et prévenant l'accumulation de déséquilibres locaux malgré un "équilibre" global.

Les lois de Kirchhoff sont utilisées pour l'analyse avancée des circuits. Or les circuits représentent la typologie de graphe que l'on recherche quand on veut construire un échange cyclique, orienté et équilibré. Dans une telle perspective, les lois de Kirchhoff fournissent une règle programmatique de fonctionnement fondamentale que doivent respecter tous les systèmes d'échange basés sur une balance équilibrée des paiements.

La remise à zéro du système d'échange à la fin de chaque cycle

La règle comptable qui consiste à annuler toutes les valeurs échangées dès lors que le graphe est clôturé et exécuté est un principe salutaire qui permet de se prémunir contre les dérives de l'économie capitaliste. En

effet, quand les valeurs échangées au cours d'un exercice ne sont pas équilibrées et qu'on les reporte à nouveau selon la règle de la comptabilité d'engagement, cela génère les créances et les dettes, c'est-à-dire un état du monde dans lequel les riches deviennent encore plus riches et les pauvres encore plus pauvres.

A contrario, quand les valeurs échangées au cours d'un exercice ne sont pas équilibrées et qu'on les annule en appliquant la seconde loi de Kirchhoff sur l'équilibre de la totalité des transactions du système d'échange, alors cela génère des abandons de créance, autrement dit des dons qui ne vont jamais mettre les plus vulnérables en situation de dette et les plus fort en position dominante de créancier. Globalement si les organismes bancaires du monde entier utilisaient les graphes équilibrés pour proposer du financement, ils seraient non seulement les organismes caritatifs les plus puissants de la terre, mais ils ne seraient jamais en situation de défaillance.

Cette règle comptable de « cancellation » nous éclaire également sur les principes de gestion temporelle du graphe. En effet, dans un graphe de transaction où les valeurs s'annulent de façon périodique, il n'existe plus aucun décalage temporel entre la comptabilité opérationnelle et la comptabilité financière. Cela signifie donc que la durée du graphe doit généralement cadrer avec le calendrier des opérations qui sont planifiées par les agents à travers les différentes échéances temporelles de réalisation de l'ensemble des transactions.

Dans une économie capitaliste basée sur le report à nouveau des soldes créanciers et débiteurs à la fin de chaque exercice, le temps de la comptabilité financière est totalement décalé par rapport au temps de la comptabilité opérationnelle. Et c'est comme cela que toute la population du monde entier se retrouve endettée pendant vingt ans pour acheter une maison que l'on a mis six mois à construire ; et c'est ainsi que cette même population se retrouve à payer un montant de taux d'intérêts faramineux aux banques alors que l'ouverture de leur dossier de crédit n'a représenté que quelques heures de travail sur le plan opérationnel. Dans de telles conditions, on ne peut que conclure au manque total d'efficience financière des organisations capitalistes.

Dans un système d'échange basé sur l'équilibre de la balance des paiements, la totalité des entrées et des sorties de l'ensemble du système de transaction doit être nulle. Les systèmes d'échanges capitalistes et matériels conditionnent la capacité d'échange à la solvabilité (pour l'entrée) et à la rentabilité (pour la sortie) que l'on peut définir comptablement comme des conditions de solde créditeur et excédentaire. Les systèmes d'échanges relationnels considèrent au contraire qu'un solde nul est la condition initiale et finale pour produire un circuit d'échange équilibré et potentiellement infini entre les agents. L'échange est universellement distribué, scalable et sécurisé car il s'effectue indépendamment de la quantité de monnaie dont on dispose.

Le graphe équilibré est un graphe cyclique où toutes les valeurs monétaires s'annulent périodiquement pour pouvoir se renouveler. Cette règle confère au graphe équilibré sa dimension réelle, tant au niveau de sa gestion économique que financière, autrement dit tant sur le plan de sa gestion matérielle que temporelle. Cela permet de conférer au système d'échange une structure sémantique dans laquelle le monétaire est une proposition de valeur au service de buts qui le dépassent parce qu'ils s'enracinent dans le monde réel - celui dont la réponse nous permet de mesurer l'impact de nos actions. Cela permet également de conférer au système d'échange une structure programmatique dans la mesure où la « *cancellation* » est l'opération la plus importante des processus de computation pour améliorer, corriger, perfectionner, transformer ou supprimer des valeurs.

La règle du non-report facilite la gestion des réseaux et leur confère une élasticité en leur permettant de se redimensionner facilement pour s'adapter aux contraintes liées à son développement. Si un réseau a besoin d'être agrandi pour prendre en charge un plus grand nombre d'utilisateurs ou un plus grand nombre de besoins, le fait de n'avoir aucune position créancière ou débitrice figée va faciliter les discussions pour ajouter des nœuds et des liens supplémentaires au réseau. De même, si un réseau a besoin d'être rapproché pour réduire les coûts ou pour améliorer les performances, l'annulation des valeurs réalisées permettra de supprimer facilement les nœuds et les liens excédentaires sans qu'il ne soit nécessaire de les dédommager ou de les rembourser.

Le renouvellement des capacités transactionnelles

La multiplication du droit d'usage, qu'il soit individuel ou collectif, repose sur le renouvellement périodique de la capacité d'échange équilibré. Ce mécanisme permet à un agent ou à un groupe d'agents, après avoir atteint la limite du capital disponible dans un premier cycle, de lancer un nouveau cycle d'échange équilibré. Ce processus de renouvellement démultiplie l'usage du capital commun, encourageant ainsi les agents à maintenir périodiquement l'équilibre dans leurs transactions. Le principe fondamental est que la capacité d'échange d'un agent dépend de sa capacité à équilibrer ses flux, ce qui conditionne l'usage global du capital. Nous examinerons ici les différentes modalités de gestion périodique de ce droit au renouvellement, en analysant les avantages et les risques qu'elles présentent, ainsi que leur impact sur la gestion des liquidités.

Le concept de multiplicateur de capacité d'échange est central dans cette approche. Il repose sur l'idée qu'un capital immobilisé relativement faible peut soutenir un volume de transactions bien plus important, à condition que ces transactions soient équilibrées, c'est-à-dire que les flux entrants et sortants se compensent parfaitement. Ce multiplicateur agit comme un levier financier, permettant à chaque unité de capital d'être utilisée plusieurs fois pour différentes transactions, maximisant ainsi son efficacité. Concrètement, un capital de 5000 \$ peut permettre de soutenir des transactions jusqu'à 50 000 \$, en mobilisant des blocs successifs de capital. Cette pratique, qui repose sur la réutilisation du capital socialement partagé, s'oppose à l'usage traditionnel de l'argent privé, qui est considéré comme un bien consomptible.

La gestion périodique du droit au renouvellement peut s'envisager sous deux formes : par cycles successifs ou par cycles cumulatifs. Dans le cadre des cycles successifs, le capital immobilisé est utilisé pour un premier cycle d'échange, puis, une fois ce cycle clôturé, il est réutilisé pour un nouveau cycle. Cette méthode permet un contrôle strict du risque, car chaque cycle est limité par le montant du capital immobilisé, garantissant ainsi la maîtrise des déséquilibres potentiels. Toutefois, cette approche limite la capacité d'échange globale puisqu'elle ne permet pas d'engager le capital simultanément sur plusieurs transactions. À l'inverse, l'approche par cycles cumulatifs permet d'utiliser le capital sur plusieurs blocs de transactions simultanément, ce qui décuple la capacité d'échange. Cette méthode offre un effet multiplicateur élevé et permet une dynamique économique accrue, mais elle présente des risques de déséquilibres amplifiés si les transactions ne sont pas équilibrées.

Le coefficient multiplicateur ajustable représente une solution intermédiaire entre ces deux approches. Il s'agit d'un instrument de paramétrage qui détermine le nombre de fois qu'un capital immobilisé peut être utilisé simultanément pour des transactions équilibrées. En cas de déséquilibres ou de tensions économiques, ce coefficient peut être ajusté à la baisse, ralentissant le système d'échange tout en réduisant le risque de surchauffe. Cela permet une flexibilité dans la gestion des transactions et une réactivité en cas de perturbations, tout en maintenant un équilibre entre sécurité et capacité d'échange. Ce mécanisme peut être renforcé par des critères objectifs de fonctionnement du réseau, facilitant ainsi une gouvernance collective et décentralisée.

Le passage des échanges cumulatifs aux échanges successifs permet une réduction progressive des engagements des agents, sans arrêter totalement leur activité. Cette gestion contrôlée des risques offre une transition en douceur, limitant l'impact des déséquilibres tout en préservant la dynamique économique. En période de stabilité, le multiplicateur permet de maximiser la capacité d'échange avec un capital minimal, réduisant ainsi les besoins en liquidités. En revanche, en période de tension, le réseau peut ajuster le multiplicateur pour minimiser les risques, tout en maintenant une certaine continuité dans les échanges.

Ce modèle flexible et ajustable offre une solution robuste pour la gestion des déséquilibres dans les réseaux d'échange. Il maximise l'efficacité du capital immobilisé en période de stabilité, tout en permettant une gestion dynamique des risques lorsque des tensions apparaissent. Cela garantit une activité économique continue, même lorsque les conditions sont moins favorables, en ajustant les règles de manière fluide et en préservant la résilience du système. Ce modèle propose une gestion optimisée des échanges, capable de s'adapter aux fluctuations économiques, tout en minimisant les risques de liquidité et de contagion systémique.

Gestion des déséquilibres des échanges

Prenons le cas d'un système d'échange compensatoire basé sur un usufruit mensuel de 10.000 euros. Cela signifie que la capacité d'échange mensuelle de chaque membre du réseau est de 10.000 euros.

Il existe trois façons de comprendre cette limite :

- Le volume des échanges de chaque membre ne peut pas dépasser 10.000 euros par mois. Sachant que cette capacité d'échange est conditionnée au respect de la règle d'or d'équilibre de la balance des paiements, cela signifie donc que chaque agent peut recevoir et donner une valeur maximale de 10.000 euros chaque mois. On peut parler dans ce cas d'une limite fixe et stricte identique pour tous.
- Le volume des échanges de chaque membre est fixé à 10.000 euros renouvelables sur une période déterminée (par exemple un mois ou plusieurs mois). C'est cette solution que nous avons décrite dans le chapitre précédent à travers le concept de coefficient multiplicateur. Dans tous les cas, que l'on parle de cycles successifs ou cumulatifs, il s'agit d'une approche par blocs corrélée à la valeur de l'usufruit.
- Sachant que la capacité d'échange est conditionnée au respect de l'équilibre de la balance des paiements, on peut considérer que la limite de 10.000 euros ne concerne que le différentiel transitoirement acceptable de la balance des paiements de chaque agent. Sachant que ce différentiel devra dans tous les cas être soldé à une échéance fixe pour que les transactions puissent être exécutées, il n'y a aucun risque supplémentaire à adopter cette approche plus dynamique. Une telle approche est intéressante car elle décorrèle les volumes d'échange de la valeur de l'usufruit.

Ainsi, avec un système d'échange compensatoire basé sur un usufruit mensuel de 10.000 euros et une limite mobile, si l'agent A reçoit 2.500 euros de valeur, sa capacité d'échange sera de 7.500 pour les recettes de valeur et de 10.000 euros pour les dépenses de valeur. Si l'agent A donne ensuite pour 5.000 euros de valeur, sa capacité d'échange sera de 10.000 pour les recettes de valeur et de 7.500 euros pour les dépenses de valeur. Si enfin l'agent A reçoit pour 2.500 euros de valeur, sa capacité d'échange sera de 10.000 pour les recettes de valeur et de 10.000 euros pour les dépenses de valeur. Cette dernière situation est une bonne nouvelle car elle montre un équilibre de la balance des paiements de l'agent A qui va lui permettre d'exécuter ses transactions.

Réfléchissons maintenant aux situations dans lesquelles les transactions d'un ou plusieurs nœuds sont durablement déséquilibrées. Imaginons que nous soyons proche de la date d'échéance pour l'enregistrement des transactions et que ce déséquilibre persistant fasse courir un risque important d'inexécution des transactions pour une grande partie des transactions qui ont été programmées. De quelles solutions disposons-nous pour sortir de cette situation et éviter que toute la cession d'échange ne soit compromise ?

Une telle question pour assurer la pérennité des programmations transactionnelles et garantir le bon fonctionnement du système d'échange équilibré est fondamentale. La question pourrait être reformulée ainsi : Comment faire pour équilibrer les échanges entre tous les nœuds sans se heurter à trop de complexité ?

Cette problématique fait apparaître le rapport qui existe entre les types d'échanges admis dans le réseau et les modes de compensation proposés qui vont garantir l'équilibre comptable général.

On pourrait dire que l'échange bilatéral est un niveau de fermeture absolue où les échanges sont immédiatement compensés. C'est sécurisant mais peu expansif et peu fluide en termes de capacité et de liberté d'échange. A l'opposé, l'échange transitif non compensé immédiatement serait le niveau d'ouverture absolue où chacun peut ouvrir des transactions sans se soucier de respecter une règle d'équilibre. C'est dynamique mais potentiellement dangereux. Quelles sont les solutions acceptables pour sortir d'un tel dilemme ?

Pour équilibrer les échanges transitifs dans un réseau économique tout en évitant une complexité excessive, il est essentiel de se concentrer sur les rapports de valeurs et les mécanismes de compensation entre les nœuds.

En réalité, il existe plusieurs façons de garantir que les échanges seront équilibrés :

- Solutions individuelles d'ajustement transactionnel

Si un nœud possède une balance des paiements déséquilibrée, la première solution consiste à diminuer la valeur des transactions excédentaires ou le nombre de transactions excédentaires. Dans tous les cas, chaque transaction forme une unité et il est inenvisageable de mettre à exécution un fragment de transaction.

Si un nœud possède une balance des paiements déséquilibrée, la seconde solution consiste à augmenter la valeur des transactions déficitaires ou le nombre de transactions déficitaires. Car si tel n'est pas le cas, la capacité d'exécution des transactions sera plafonnée à la valeur minimale des transactions déficitaires.

Ces deux solutions visant à équilibrer les échanges dans un réseau transactionnel déséquilibré présentent des avantages et des inconvénients distincts qu'il est intéressant de rappeler succinctement.

Diminuer la valeur ou le nombre de transactions excédentaires offre une approche simple et directe, préservant les transactions déficitaires existantes et limitant les risques systémiques, mais elle restreint la liberté d'échange, peut ralentir l'économie du réseau et pose des défis d'ajustement précis.

À l'inverse, augmenter la valeur ou le nombre de transactions déficitaires dynamise les flux d'échanges, soutient les nœuds faibles et favorise un rééquilibrage global, mais cela peut entraîner un accroissement des charges des nœuds déficitaires, poser des problèmes d'acceptabilité et nécessiter une coordination complexe.

Une approche hybride par laquelle les nœuds excédentaires réduisent progressivement leurs transactions pendant que les nœuds déficitaires augmentent les leurs dans des proportions équilibrées, pourrait offrir une solution alternative basée sur un échelonnement des ajustements, mais elle nécessite d'importants instruments de pilotage de flux surtout si elle se fonde sur un rééquilibrage mutuel par variation continue.

- Solutions individuelles de contribution financière

On pourrait conditionner la capacité d'échange à des apports préalables qui déterminent le montant maximum que chacun peut échanger. C'est ce que fait par exemple la blockchain.

On pourrait également conditionner la capacité d'échange à des capacités de remboursement postérieurs basés sur l'analyse du risque de crédit : C'est ce que fait par exemple le crédit mutuel

Toutefois dans le cas du réseau de partage de la valeur dans lequel la capacité d'échange est financée par un usufruit financier partagé, seules les différences de soldes dans les balances des paiements (autrement dit les sommes excédentaires et déficitaires de l'échange) doivent être financées par les agents. Il s'agira alors de déterminer à quel moment on souhaite introduire cette obligation de paiement :

Soit cela se fait au moment de l'inscription : l'agent détermine préalablement un niveau maximal de déséquilibre qu'il est prêt à financer et pour lequel il dépose de l'argent en garantie. Cette solution est selon nous la plus simple à comprendre et la plus sûre. Cela signifie que chaque agent auto-finance son niveau de couverture. Bien entendu, celui-ci ne peut être supérieur au montant de l'usufruit.

Soit cela se fait au moment de la réalisation des échanges : comme le système conditionne la réalisation des échanges à l'équilibre de la balance des paiements, il est demandé aux agents de compenser les échanges déficitaires et / ou excédentaires pour autoriser leur réalisation. Le paiement se fait alors préalablement à la transaction, ce qui peut être une solution acceptable bien que ne permettant qu'une approche au cas par cas.

Soit cela se fait postérieurement aux échanges, mais cela fait naître alors une créance ce qui a pour conséquence la gestion d'un risque supplémentaire qu'il serait préférable d'éviter. Cette méthode se heurte au risque du non-remboursement. Elle s'apparente à un système de dette à proscrire absolument car il nous semble antinomique avec la notion d'engagement qui fonde le réseau d'échange par la valeur.

Les sommes payées par les agents pour compenser des transactions déséquilibrées sont comparables à des pénalités, et elles reviennent au système. Ce mécanisme a pour objectif de créer une incitation forte et une responsabilisation afin que les agents fassent le maximum pour chercher à équilibrer leurs transactions.

- Solutions collectives de gestion des déséquilibres

Globalement, plus l'ensemble des transactions est équilibré, et plus le système sera scalable, cohérent et sécurisé. Mais cela implique une gestion dynamique des déséquilibres.

Voici quelques idées en ce sens :

Un algorithme de gestion de flux pourrait aider les nœuds à équilibrer leurs balances en leur indiquant les solutions les plus économiques pour augmenter ou diminuer la valeur ou le nombre des transactions. Cette première solution suppose de prendre un réseau existant pour essayer de l'optimiser. Mais on pourrait aller plus loin en demandant à l'algorithme de modéliser un réseau d'échange à priori en se basant uniquement sur les informations fournies par les nœuds. Compte tenu des données d'échange de chaque nœud, un algorithme pourrait proposer plusieurs modèles de graphes pondérés équilibrés basés sur les paramètres qui lui ont été fournis en entrée (nombre de nœuds, préférences, offres, demandes, capacités d'échange... etc).

Un réseau décentralisé utilisant des droits d'usage pourrait tirer parti des technologies comme les *smart contracts*. Ces contrats intelligents permettraient d'automatiser les compensations entre les nœuds en déclenchant des paiements ou des ajustements automatiques dès qu'un certain seuil de déséquilibre est atteint. Cette automatisation réduirait la complexité administrative et les risques d'erreur humaine, tout en permettant une fluidité maximale des échanges. En outre, l'intégration de telles technologies renforcerait la transparence et la traçabilité des transactions, favorisant une plus grande confiance entre les agents.

Les pénalités pour déséquilibre, qui incitent les agents à équilibrer leurs transactions, pourraient être modulées en fonction du contexte macroéconomique du réseau. Dans un environnement où la liquidité générale est en baisse, il pourrait être judicieux d'augmenter temporairement les pénalités pour encourager les agents à être plus vigilants quant à leurs déséquilibres. Inversement, dans des périodes où la liquidité est abondante, ces pénalités pourraient être réduites, favorisant ainsi une plus grande fluidité des échanges. Ce type de modulation adaptative pourrait renforcer la résilience du système face aux chocs économiques extérieurs.

Un mécanisme innovant pour améliorer la gestion des déséquilibres serait de créer un marché secondaire où les agents pourraient échanger ou transférer leurs droits d'usage excédentaires ou déficitaires. Ce marché permettrait de fluidifier encore davantage les échanges et de créer une nouvelle classe d'actifs basés sur les déséquilibres eux-mêmes. Les agents déficitaires pourraient acheter des droits d'usage à ceux qui disposent d'un surplus, ce qui permettrait de maintenir un niveau d'équilibre global sans avoir recours à des liquidités supplémentaires. En outre, l'utilisation d'algorithmes d'optimisation de flux pourraient aider à trouver les solutions transactionnelles les plus simples et les moins coûteuses pour atteindre un équilibre général.

Enfin, pour réduire les risques de non-remboursement, une approche mutualisée pourrait être explorée. Les agents pourraient participer à des fonds communs de garantie où chaque acteur contribue selon un ratio proportionnel à ses transactions. Ce fonds servirait à couvrir les créances non recouvrées, réduisant ainsi le risque systémique tout en favorisant une dynamique plus collaborative. Cela pourrait également renforcer la confiance au sein du réseau, puisque chaque agent aurait la certitude que les déséquilibres excédentaires ou déficitaires seront compensés par l'assurance transactionnelle collective en cas de défaillance.

Typologie des compensations

Comment définir un degré de compensation acceptable tout en maintenant un équilibre qui protège la sécurité du réseau ? Voici quelques éléments de réponse qui prennent en compte les trois niveaux de compensation qui permettent d'agir concrètement : celui de chaque nœud, celui des canaux et celui de l'ensemble du réseau.

Compensations au niveau du nœud

La compensation au niveau d'un nœud implique que chaque nœud doit s'assurer que ses flux entrants et sortants soient équilibrés avant de pouvoir effectuer de nouvelles transactions. Cela garantit que le nœud ne crée pas de déséquilibre local dans le réseau.

- *Compensation stricte* : Dans une approche stricte, chaque nœud serait obligé d'avoir des flux parfaitement équilibrés, c'est-à-dire que chaque valeur sortante doit être immédiatement compensée par une valeur entrante équivalente. Cela minimise les risques de déséquilibre pour le nœud, mais entraîne un manque de flexibilité qui peut créer des goulots d'étranglement : si un nœud ne peut pas équilibrer ses flux, il bloque toutes ses transactions et ralentit potentiellement l'ensemble du réseau.
- *Compensation modulée* : Un autre modèle plus flexible permettrait à chaque nœud de fonctionner avec un déséquilibre temporaire tolérable, c'est-à-dire qu'il peut entamer des transactions même s'il n'a pas encore totalement équilibré ses flux précédents. La sécurité repose alors sur la capacité du nœud à résorber ce déséquilibre dans un laps de temps donné ou selon des seuils définis. Par exemple, on peut fixer un pourcentage de déséquilibre acceptable (disons 5% ou 10% des flux totaux du nœud), au-delà duquel des transactions supplémentaires seraient bloquées faute de rééquilibrage.

Compensations au niveau du canal

La compensation au niveau du canal prévoit une répartition du financement de la différence en cas de transaction déséquilibrée.

- *Compensation unilatérale* : Dans cette perspective on peut prévoir que celui qui est la cause du déficit ou de l'excédent de la balance des paiements du canal paye la différence.
- *Compensation bilatérale* : On peut également prévoir une co-responsabilité des deux nœuds du canal qui supporteront de façon égale le financement de la différence, quel qu'en soit l'auteur.

Ajoutons à cela que ces deux propositions sont sans risque, car les nœuds peuvent toujours renoncer à leur transaction s'ils refusent de financer ou de compenser la différence pour permettre à cette transaction de se réaliser. Dans le cadre de l'échange programmatique, les montants respectifs de transactions, les sommes placées en garantie pour couvrir les déséquilibres et les échéances sont connus à l'avance.

Compensations au niveau du réseau

La compensation à l'échelle du réseau permet de lisser les déséquilibres locaux en équilibrant les flux à travers le réseau dans son ensemble. Cela peut réduire la pression sur chaque nœud individuel, car le réseau dans son ensemble cherche à atteindre un équilibre global.

- *Équilibrage global* : Le réseau dans son ensemble peut fonctionner tant qu'il y a un équilibre agrégé entre tous les nœuds. Cela signifie que certains nœuds peuvent avoir des déséquilibres temporaires tant que d'autres nœuds compensent ces déséquilibres à une échelle macro. Une surveillance centralisée peut assurer que le réseau reste équilibré au fil du temps sans exiger que chaque nœud soit strictement compensé à tout moment. Cette approche nécessite des mécanismes sophistiqués de suivi des flux entre nœuds, mais permet une plus grande flexibilité pour les participants individuels.
- *Mécanisme de file d'attente conditionnelle* : Un compromis entre ces deux approches pourrait être la mise en place de transactions conditionnelles : lorsqu'un nœud engage plusieurs transactions, il pourrait avoir la possibilité de procéder à une partie des transactions à condition qu'un certain seuil de compensation globale soit atteint. Cela pourrait inclure un mécanisme de file d'attente où certaines transactions attendent la résolution d'un déséquilibre global.

Compensations basées sur la mesure des risques

L'aspect sécurité dans un tel réseau dépend de la gestion du risque de défaut d'un nœud (qu'il ne puisse pas honorer ses obligations de compensation) ou d'un déséquilibre systémique. Dans cette approche, le choix du degré de compensation acceptable repose sur une évaluation de la tolérance au risque dans le réseau.

- Garanties ou collatéraux : Pour réduire le risque de défaut, chaque nœud pourrait être tenu de déposer des garanties ou des collatéraux. Ces garanties serviraient à compenser tout déséquilibre temporaire ou permanent, limitant ainsi le risque pour les autres nœuds.
- Mécanismes de compensation automatique : On peut également envisager des systèmes automatiques qui détectent les déséquilibres et réaffectent les ressources ou ajustent les transactions en temps réel pour éviter qu'un nœud ne tombe dans un état de déséquilibre trop important.

Compensations basées sur la typologie des flux

Le degré de compensation doit également être fonction des types de flux économiques qui circulent dans le réseau. Si les flux sont majoritairement homogènes (biens ou services de même nature ou valeur similaire), le besoin de compensation stricte est réduit, car les échanges sont plus faciles à équilibrer. Si les flux sont hétérogènes (différents types de biens, services ou monnaies avec des valeurs variables), il faudra peut-être utiliser des algorithmes de compensation plus complexes, tels que :

- Modèles multi-flux : Permettant de gérer des types de flux différents, avec des seuils de compensation adaptés à chaque type de flux. Par exemple la compensation sur les échanges de biens immobiliers devra peut-être se faire sur une périodicité plus longue que pour des biens de faible prix.
- Méthodes d'optimisation du réseau : Utilisant des algorithmes d'optimisation pour trouver la meilleure combinaison de flux entrants et sortants pour chaque nœud tout en maintenant la sécurité du réseau dans son ensemble. On pourrait par exemple utiliser un algorithme d'optimisation Sac à Dos.

Bénéfices de la gestion de différences

La gestion des échanges par les différences dans un réseau d'échange coopératif basé sur le droit d'usage monétaire partagé constitue une approche innovante et efficace, tant sur le plan financier que sur le plan opérationnel. Ce modèle repose sur la gestion des soldes nets entre les flux entrants et sortants des participants, ce qui simplifie le fonctionnement global du réseau et réduit la nécessité de mobiliser de grandes quantités de liquidités. Voici une analyse technique des caractéristiques, des avantages et des bénéfices de cette approche qui pourrait à elle seule démontrer la viabilité de l'approche coopérative.

Caractéristiques de la gestion des différences

Dans ce modèle, chaque participant dispose d'un droit d'accès à une réserve de liquidité commune, fondée sur l'usufruit monétaire accessible à tous de façon conjointe et simultanée. Cette approche est distincte d'un modèle classique où chaque acteur doit disposer de ses propres fonds pour assurer ses transactions. Ici, la liquidité est mutualisée, permettant un usage optimisé des ressources disponibles.

Plutôt que de mobiliser des capitaux pour chaque transaction, ce modèle se concentre sur la différence entre les flux entrants et sortants d'un participant. Autrement dit, chaque agent n'a besoin de couvrir que les déséquilibres nets générés par ses échanges. Cela permet de réduire la complexité et la temporalité de la gestion des flux financiers en éliminant la nécessité de garantir chaque transaction individuellement.

Les participants déposent une couverture correspondant au déséquilibre maximal qu'ils sont prêts à financer, garantissant ainsi la viabilité de leurs engagements. Ces montants sont ajustés régulièrement, en fonction des écarts observés entre les transactions entrantes et sortantes. Ce processus est conçu pour assurer une gestion proactive, pragmatique, évolutive et contrôlée des risques de liquidité.

Avantages techniques et scientifiques

L'approche par les différences réduit drastiquement la quantité de liquidité immobilisée. En permettant aux participants de ne financer que les soldes nets plutôt que l'intégralité de leurs transactions, elle améliore le ratio de liquidité. Cela se traduit par un usage plus efficace des capitaux disponibles, avec un effet multiplicateur sur la capacité d'échange globale du réseau et une convergence forte des intérêts individuels.

Puisque les besoins de financement se limitent à la couverture des différences, le coût d'opportunité lié à l'immobilisation de capitaux est significativement diminué. Cela permet aux participants de libérer des ressources financières pour d'autres usages, augmentant ainsi leur capacité à investir dans des projets générateurs de valeurs diversifiées qui les intéresse réellement en temps qu'êtres humains, plutôt que de les bloquer dans des réserves de liquidité et de rechercher la rentabilité par tous les moyens.

La gestion par les différences offre une prévisibilité accrue des flux de trésorerie, car elle repose sur des ajustements réguliers et prévisibles des déséquilibres. Cela facilite la gestion de la trésorerie pour chaque participant, qui peut anticiper les ajustements nécessaires et éviter les fluctuations brutales de liquidité.

En se concentrant sur la gestion des différences plutôt que sur le financement global des échanges, ce modèle limite l'exposition au risque de défaut de contrepartie. Chaque participant s'engage uniquement sur une couverture de déséquilibre prédéfinie, réduisant le risque systémique lié à une défaillance éventuelle d'un membre du réseau ou d'un acteur central sur lequel repose le système. Cela permet de maintenir une certaine résilience face aux variations de marché et aux comportements des autres participants.

Bénéfices pratiques et opérationnels

La gestion des échanges par les différences est intrinsèquement scalable. Au fur et à mesure que le réseau s'agrandit, le système reste gérable, car le volume des transactions n'impacte pas directement la quantité de liquidité requise. La mutualisation de la liquidité permet à un plus grand nombre de participants de s'intégrer au réseau sans provoquer une hausse proportionnelle des besoins de fonds.

En réduisant les besoins de liquidité pour chaque transaction, le modèle améliore la fluidité des échanges au sein du réseau. Les participants peuvent effectuer des transactions plus rapidement et de manière plus fréquente, sans être limités par des contraintes de financement. Cela favorise la dynamique des échanges et la circulation de la valeur au sein du réseau.

Les mécanismes d'ajustement périodiques permettent de contrôler les déséquilibres au sein du réseau de manière proactive. En maintenant les différences entre flux entrants et sortants dans des limites acceptables, le système réduit la volatilité des soldes et maintient un niveau de risque maîtrisé pour chaque participant. Cela s'inscrit dans une gestion optimale du risque de liquidité et des flux de trésorerie.

Le fait que chaque participant soit responsable de la couverture de ses propres déséquilibres crée une incitation forte à gérer de manière rigoureuse ses flux de trésorerie. Cela favorise un comportement responsable des membres du réseau et contribue à une meilleure discipline financière. Les déséquilibres excessifs sont pénalisés par la nécessité d'apporter des fonds supplémentaires, ce qui encourage les participants à chercher activement l'équilibre par une approche structurale qui les encouragera à développer des échanges réguliers.

Impact sur la structure de coût et l'allocation de capital

L'un des principaux bénéfices de la gestion par les différences réside dans la réduction de la structure de coût liée aux transactions financières. Les participants ne payent que pour la gestion de leurs déséquilibres, et non pour chaque transaction réalisée. Cela diminue les frais récurrents associés à l'immobilisation de capital, comme les coûts d'opportunité et les charges d'intérêts qui sont souvent des freins considérables pour entreprendre.

La gestion des différences transactionnelles fournit le modèle commercial du réseau. Celui-ci est gratuit tant que les agents produisent des transactions équilibrées. Mais il devient payant dès lors que les agents choisissent

de financer leurs déséquilibres. Le réseau est financé en prélevant un pourcentage sur les sommes versées en couverture pour prévenir les déséquilibres. Ainsi chacun reste décisionnaire de son modèle d'échange.

Au fur et à mesure que le réseau croît, le modèle génère des économies d'échelle, car les coûts de gestion des déséquilibres restent relativement constants tandis que le volume de transactions augmente. Cela renforce l'attrait économique de la participation au réseau et crée un cercle vertueux de croissance, où l'augmentation du nombre de transactions ne nécessite pas de mobiliser proportionnellement plus de capital.

L'invention d'un open-capital

La "trinification" du capital ou ses variantes (tiers inclusion, triangulation, etc.) conduit à un profond renouvellement de la définition économique du capital financier en redéfinissant la manière dont ce dernier est utilisé, partagé et valorisé. Dans ce modèle, le capital financier n'est plus simplement un actif individuel détenu pour générer un rendement privé, mais devient une ressource commune, coopérative et mutualiste, qui favorise l'efficacité collective et l'équité dans l'accès aux ressources rares et utiles.

Traditionnellement, le capital financier est considéré comme un bien privé et exclusif, destiné à maximiser le profit pour son propriétaire. Ce modèle repose sur la propriété pleine et entière du capital par un agent économique, et l'échange de ce capital se fait de manière compétitive et rivale. Chaque agent doit soit posséder, soit emprunter des liquidités pour réaliser des transactions, ce qui immobilise des ressources importantes et limite la capacité d'échange en fonction des disponibilités de chaque acteur.

Dans la nouvelle définition proposée par la "trinification" du capital (dont nous présentons le schéma triangulaire en annexe), ce dernier devient un outil coopératif et mutualiste qui repose sur trois éléments principaux : le droit d'usage monétaire partagé, l'usufruit conjoint et temporaire du capital, et le droit de règlement universel. Ces trois piliers transforment la façon dont le capital est utilisé et redistribué.

- *Droit d'usage monétaire partagé* : Dans ce modèle, chaque agent ne détient pas la pleine propriété du capital financier mais partage un droit d'usage. Cela signifie que les acteurs économiques peuvent accéder à un fonds monétaire commun pour réaliser des transactions, sans avoir besoin de posséder ou d'immobiliser des liquidités. Ce droit d'usage mutualisé favorise la *coopération économique* en permettant à tous les agents de puiser dans une ressource commune, ce qui réduit les barrières à l'échange, améliore la réactivité économique, et diminue la pression sur les liquidités individuelles.
- *Usufruit conjoint et temporaire* : Le capital devient également un *bien temporaire et modulable*, où les droits d'usage sont limités dans le temps et non exclusifs. Cela renforce l'idée d'un capital coopératif qui circule entre différents agents en fonction de leurs besoins temporaires. La notion d'usufruit dans ce contexte signifie que les agents économiques peuvent exploiter le capital sans en être propriétaires de manière permanente, ce qui encourage une gestion plus dynamique des ressources, alignée sur les objectifs collectifs. Cette approche évite les inefficacités liées à la thésaurisation de capitaux et favorise une *allocation flexible* des ressources en fonction des besoins changeants de l'économie.
- *Droit de règlement universel* : Le mécanisme de compensation multilatérale, où seuls les déséquilibres nets sont réglés, élimine la nécessité d'immobiliser des liquidités pour chaque transaction. En ne réglant que la différence entre les flux entrants et sortants à l'échelle du réseau, ce droit de règlement universel améliore la *stabilité systémique* et permet une utilisation optimisée des ressources. Ce mécanisme est une forme de solidarité entre les agents économiques, car il repose sur la capacité du système à équilibrer les flux globalement, tout en laissant une marge de flexibilité au niveau local. Cela introduit une dimension mutualiste dans la gestion des transactions, puisque le capital est partagé et régulé en fonction des besoins collectifs du réseau.

Cette nouvelle définition du capital financier, coopératif et mutualiste, représente une rupture avec le modèle traditionnel de propriété privée et compétitive. Le capital devient une ressource commune, régulée par des

règles de partage et d'équilibre qui favorisent la coopération entre les agents économiques. Mieux encore, il devient une monnaie publique non exclusive et non rivale. Il s'agit d'un changement fondamental de paradigme, où le capital est vu non comme un objet à accumuler, mais comme une *fonction d'usage renouvelable* qui maximise son efficacité par la circulation et le partage. Cela ouvre la voie à des économies plus inclusives et résilientes, capables de mieux gérer les ressources disponibles tout en réduisant les risques de déséquilibre systémique et en facilitant l'accès aux capitaux pour les acteurs les plus petits.

Accès démocratisé au capital :

Dans le modèle traditionnel, l'accès au capital est une question de pouvoir d'achat et de solvabilité. Les acteurs les plus puissants financièrement ont la capacité de mobiliser plus de ressources, tandis que les petits agents sont limités dans leur capacité à investir ou échanger. Avec la "trinification", cette hiérarchie est fondamentalement remise en question. Le capital devient un bien commun, où chaque agent, quel que soit son niveau de richesse initial, peut participer aux échanges en ayant accès à un droit d'usage du capital partagé. Cela permet d'égaliser l'accès aux ressources, ce qui est essentiel pour encourager une participation plus large dans l'économie, notamment de la part de petits entrepreneurs, de start-ups ou de communautés marginalisées qui, autrement, n'auraient pas les liquidités nécessaires pour participer aux transactions économiques.

Réduction des besoins de liquidité et de thésaurisation :

Un autre avantage majeur de ce modèle est qu'il réduit les besoins en liquidités immédiates pour chaque transaction. Dans les systèmes traditionnels, les agents doivent mobiliser des liquidités importantes pour chaque échange, ce qui peut freiner l'activité économique et mener à l'accumulation de capital dans les mains de quelques-uns. En revanche, avec la "trinification", les transactions sont financées par un capital mutualisé et ne nécessitent que des ajustements de déséquilibre nets. Cela libère des ressources, encourage les échanges et minimise la thésaurisation du capital, un phénomène où le capital est immobilisé sans circuler dans l'économie.

Stabilité et gestion des risques :

L'aspect mutualiste du capital crée une sécurité systémique qui n'existe pas dans les systèmes de capital privé rivaux. En partageant le capital à travers des droits d'usage, le risque est non seulement dilué entre les participants, mais il est également géré collectivement à l'échelle du réseau. Le droit de règlement universel garantit que seuls les déséquilibres nets sont compensés, ce qui minimise les risques individuels de défaut tout en optimisant la liquidité disponible. En effet, dans un tel système, les crises de liquidité, souvent provoquées par des déséquilibres financiers soudains, peuvent être anticipées et atténuées par la compensation collective des flux monétaires. Cette dynamique réduit le risque de crise systémique, car le réseau dans son ensemble veille à maintenir un équilibre entre les flux entrants et sortants, renforçant ainsi la résilience collective. Les garanties et les ajustements automatiques des déséquilibres permettent au système de s'auto-réguler, en évitant les défaillances brutales qui pourraient affecter l'ensemble du réseau.

Désintermédiation et décentralisation financière :

Le modèle de capital coopératif introduit par la "trinification" permet une forme de désintermédiation financière. Dans les systèmes traditionnels, les institutions financières jouent un rôle central dans la mobilisation et la gestion du capital (par exemple, les banques qui gèrent l'octroi de crédits). Ici, les agents économiques peuvent accéder directement au capital commun sans passer par des intermédiaires financiers, ce qui non seulement réduit les coûts (comme les frais bancaires ou les intérêts sur les prêts), mais permet aussi une décentralisation accrue du contrôle des flux financiers. Cette décentralisation, facilitée par la gestion collective et les droits d'usage partagés, offre une plus grande autonomie aux acteurs économiques et réduit la concentration des pouvoirs financiers. Le capital devient donc un bien de l'ensemble du réseau, contrôlé par ses participants, et non plus une ressource centralisée entre les mains d'une élite financière.

Transformation de la nature du capital :

La "trinification" modifie fondamentalement la nature même du capital financier. Traditionnellement perçu comme un bien consomptible qui se déprécie à l'usage, le capital financier dans ce modèle devient un bien renouvelable à travers l'usage partagé. Il ne se détruit pas à l'utilisation, mais peut être constamment réinvesti dans de nouveaux cycles d'échange. Cela introduit une approche durable du capital, qui va au-delà de la simple accumulation de richesse vers un usage continu et productif des ressources financières. En permettant au capital de circuler et d'être réutilisé pour des transactions successives, cette approche crée un système autosuffisant où le capital devient une ressource permanente, en constante réinjection dans le réseau. Cela est particulièrement pertinent pour des projets à long terme ou des initiatives alignées sur des objectifs de développement durable, où la rentabilité immédiate n'est pas toujours le critère principal de succès.

Implications pour les systèmes de marché :

Enfin, ce modèle de capital coopératif et mutualiste pose des questions profondes sur l'évolution des marchés financiers. En introduisant une monnaie ouverte, fondée sur un droit d'usage partagé, ce modèle pourrait transformer la manière dont les marchés fonctionnent. Les échanges ne seraient plus strictement basés sur la solvabilité ou la rentabilité immédiate, mais sur la capacité d'un agent à équilibrer ses flux à travers l'usage collectif du capital. Cela permettrait une plus grande inclusion économique, notamment pour des projets qui ne trouvent pas toujours de financement dans les systèmes traditionnels (par exemple, les initiatives écologiques ou sociales). Cette transformation des critères d'allocation des ressources ouvre la porte à une économie plus inclusive et diversifiée, capable de répondre aux défis contemporains tels que le changement climatique, les inégalités économiques, les grands objectifs de politique publique ou encore l'exclusion financière.

En conclusion, ce modèle de gestion des échanges, basé sur la redistribution des droits d'usage, la compensation des déséquilibres et une régulation flexible, propose une nouvelle approche économique. Il allie équité, utilité et résilience, en formalisant de façon claire une règle d'économie coopérative et mutualiste, tout en ouvrant la voie à des systèmes financiers décentralisés capables de mieux répondre aux défis contemporains.

Les différences entre un système d'échange concurrentiel et coopératif

L'analyse des systèmes d'échange concurrentiel et coopératif met en lumière leurs mécanismes sous-jacents et leurs impacts respectifs sur l'économie. Chacun de ces systèmes repose sur une approche distincte de l'interaction entre les agents, influençant la façon dont les prix sont déterminés et les ressources allouées.

- Système d'échange concurrentiel

L'échange concurrentiel repose sur la loi de l'offre et de la demande pour déterminer les prix de marché. Les agents économiques, qu'ils soient des consommateurs ou des producteurs, interagissent sur un marché où chacun cherche à maximiser son utilité ou son profit. Les agents sont segmentés entre *offreurs* (vendeurs, producteurs) et *demandeurs* (acheteurs, consommateurs), ce qui crée une dynamique où chaque groupe agit de manière indépendante pour influencer les prix. Les vendeurs cherchent à obtenir les prix les plus élevés possibles pour maximiser leurs marges, tandis que les acheteurs cherchent à obtenir les prix les plus bas pour maximiser leur pouvoir d'achat. Des tensions de leurs négociations résultent les prix du marché.

Le prix d'équilibre est atteint lorsque la quantité offerte est égale à la quantité demandée. Ce point d'équilibre est censé maximiser le nombre de transactions sur le marché en évitant les surplus d'offre (qui feraient baisser les prix) ou les pénuries (qui les feraient augmenter). Les fluctuations des prix en fonction de la variation de l'offre et de la demande servent de signal pour les agents économiques. Par exemple, une augmentation de la demande pour un produit conduit à une hausse de son prix, ce qui incite les producteurs à accroître leur production. C'est ce qui pousse beaucoup d'économistes à penser que le marché peut s'auto-réguler.

Les caractéristiques du marché concurrentiel incluent le fait que les agents sont *price-takers*, c'est-à-dire qu'aucun ne peut influencer le prix de manière significative, car le marché est supposé être parfaitement

compétitif. Le marché est autorégulé par le mécanisme des prix, mais dépend de l'hypothèse que chaque acteur cherche à maximiser son propre profit ou utilité, et que les informations circulent entre les participants.

Le système concurrentiel présente des avantages, notamment une *efficience allocative*, car les prix reflètent les préférences des consommateurs et les coûts de production, ainsi qu'une *adaptabilité* rapide aux changements grâce à la flexibilité des prix. De plus, il génère des *incitations à l'innovation* puisque les producteurs cherchent à rester compétitifs. Cependant, il comporte des limites : le marché devient souvent un lieu de *rapport de force* entre offreurs et demandeurs, ce qui peut créer des inégalités, et la *volatilité* des prix peut rendre difficile la planification économique pour les agents. Les petits producteurs et les consommateurs vulnérables peuvent aussi être désavantagés, n'ayant pas toujours les moyens de supporter la pression de la concurrence.

- Système d'échange coopératif

À l'inverse, l'échange coopératif repose sur la recherche de l'équilibre optimal des échanges, en intégrant les besoins et les capacités de chaque agent de manière équitable. Contrairement au marché concurrentiel, les agents dans ce système ne sont pas seulement *offreurs OU demandeurs*, mais sont simultanément *offreurs ET demandeurs*. Chaque agent contribue à l'offre de certains biens ou services tout en exprimant une demande pour d'autres biens et services. Cela permet de créer une dynamique où les transactions s'effectuent sans rapport de force, mais avec une recherche commune visant à la satisfaction des besoins mutuels.

Les échanges se réalisent sur la base d'une *balance équilibrée* entre les valeurs de ce que chaque agent offre et reçoit. Par exemple, un agriculteur qui fournit des produits alimentaires à une coopérative pourrait recevoir en échange des outils agricoles ou des services de la part des autres membres de la coopérative. La recherche de l'équilibre se fait au niveau de chaque transaction mais également de manière plus globale, sur l'ensemble des flux du réseau, ce qui favorise une réciprocité généralisée et une solidarité économique.

Les agents dans un marché coopératif ne sont pas cantonnés aux échanges marchands dans lesquels le but ultime est la maximisation du profit, ce qui modifie la dynamique des échanges et atténue les rapports de force. La coordination repose moins sur la variation des prix que sur la satisfaction des besoins, ce qui nécessite souvent des mécanismes de gouvernance collective pour décider de la répartition des ressources.

Ce système offre des avantages notables : une plus grande *stabilité des échanges*, moins exposée aux chocs de demande ou d'offre, et une *réduction des inégalités* grâce à la réciprocité. Il permet aussi une *optimisation des ressources*, car les agents recherchent une utilisation optimale des biens et services disponibles en fonction de leurs besoins réels. Il est également plus ouvert à la diversité des activités. Toutefois, l'échange coopératif possède des limites. Il peut être complexe à coordonner, surtout dans les grands réseaux où l'équilibre permanent des flux nécessite une gestion rigoureuse. Cette recherche de l'équilibre peut parfois *ralentir* la dynamique des échanges, et le manque de concurrence sur les prix peut réduire les incitations à innover.

- Comparaison synthétique : Échange concurrentiel vs. Échange coopératif

Critères	Échange concurrentiel	Échange coopératif
Position des agents	Offreurs OU demandeurs Donner OU recevoir	Offreurs ET demandeurs Donner ET recevoir
Mécanisme de coordination	Ajustement des prix par l'offre et la demande	Équilibrage des flux entre agents
Objectif	Maximisation du profit individuel	Satisfaction mutuelle des besoins
Risque principal	Volatilité des prix et exclusion des agents les plus faibles	Complexité de la gestion des flux et potentiel de rigidité

Avantages	Efficience allocative, incitations à innover	Stabilité, équité, optimisation de la satisfaction des besoins
Inconvénients	Rapports de force, inégalités, instabilité, encouragement à l'égoïsme	Complexité de la coordination, peu d'aptitude à la réciprocité

L'analyse technique des systèmes d'échange concurrentiel et coopératif met en évidence des dynamiques très différentes. Dans un système d'échange concurrentiel, la force du mécanisme repose sur la flexibilité des prix et la capacité à allouer les ressources de manière rapide en fonction des variations de l'offre et de la demande. Cependant, cette flexibilité a un coût, car elle repose sur des rapports de force qui peuvent créer des inégalités structurelles et une volatilité économique ainsi qu'une incapacité à accéder aux échanges monétaires.

En revanche, dans un système d'échange coopératif, l'accent est mis sur la collaboration et la satisfaction mutuelle des besoins. Cela réduit les inégalités et favorise un usage plus stable et équilibré des ressources. Cependant, la recherche d'un équilibre constant peut compliquer la gestion et rendre le système moins adaptable aux changements rapides. Mais il peut également permettre à une société de se lancer dans des activités ayant des valeurs et des objectifs plus diversifiés que ceux de la recherche constante de rentabilité financière. Ainsi le système d'échange coopératif est la structure pertinente pour le développement durable.

Ces différences font de chaque système un modèle adapté à des contextes spécifiques : le marché concurrentiel est souvent privilégié pour des environnements dynamiques orientés vers l'innovation et l'enrichissement individuel rapide, tandis que les réseaux coopératifs trouvent leur place dans des communautés écologiques, économique, culturelles et sociales où l'utilité, l'équité, la résilience et la solidarité sont primordiales.

Formation des prix en situation d'échange équilibré

Dans la perspective d'une économie coopérative cherchant à dépasser les logiques traditionnelles de rareté monétaire et de spéculation, le concept de droit d'usage monétaire propose un renversement complet de la façon dont nous abordons la formation des prix et la distribution des ressources. L'objectif principal est de répondre plus efficacement aux besoins réels en autorisant une mobilisation immédiate de la monnaie, tout en imposant à chaque agent une stricte balance des paiements équilibrée sur la durée. Par ce mécanisme, l'offre et la demande cesseraient de s'organiser autour de la concurrence pour l'accès à la monnaie, et s'orienteraient plutôt vers une réciprocité coopérative où la production et la consommation se réajustent continuellement.

Dans ce modèle, on imagine que chaque acteur, qu'il soit un individu, une entreprise ou une organisation, dispose d'un droit d'usage monétaire potentiellement illimité, autrement dit sans plafond budgétaire prédéfini. Cependant, cette liberté s'accompagne d'une contrainte indispensable : le maintien d'une balance des paiements équilibrée sur la période considérée. Toute valeur prélevée, qu'il s'agisse d'un bien ou d'un service, d'une ressource ou d'un droit, doit être compensée par une contribution équivalente. Le point de bascule essentiel réside donc dans l'obligation de « rendre » autant de valeur qu'on en reçoit, ce qui renverse la logique de l'accumulation spéculative : accumuler des biens ou de la monnaie sans but précis n'est plus considéré comme un avantage, puisqu'il faut nécessairement apporter une valeur compensatoire de même ampleur.

Dans une économie de marché classique, l'accès aux biens et la fixation des prix reposent largement sur la rareté de la monnaie. Chaque agent est contraint par son budget, et cette rareté induit des comportements compétitifs, la quête du profit immédiat, la spéculation et l'optimisation individuelle des gains. Des disparités de pouvoir d'achat favorisent souvent l'accaparement, la domination de certains acteurs sur d'autres et la volatilité des prix. À l'inverse, le droit d'usage monétaire illimité, associé à un équilibre permanent des échanges, déplace la question de la rareté vers celle de la contribution : pour consommer davantage, il faut produire davantage ou apporter plus de valeur au collectif. Les stratégies spéculatives deviennent peu pertinentes, car il n'y a plus de

profit à tirer de la simple détention de capital ou de marchandises : tout excédent doit finalement être « renvoyé » au système sous forme de biens, de services ou de ressources équivalentes.

Cette transformation affecte la formation des prix et la satisfaction des besoins réels. Puisque l'argent n'est plus un goulet d'étranglement, le prix ne sert plus à écarter ceux qui n'ont pas assez de pouvoir d'achat. La reconnaissance du droit de règlement universel confère au prix une nouvelle définition dont le modèle ne provient plus du monde économique et financier, mais de la justice sociale et du rapport que nous avons établi entre les 3 formes de la justice d'Aristote et les 3 propriétés mathématiques de l'équivalence. Dans ce projet de fournir un fondement théorique fort pour l'économie coopérative, le prix devient un outil d'allocation qui informe sur la valeur de ce qui est prélevé, en vue de maintenir l'équilibre entre ce qu'on prend et ce qu'on rend. Les agents sont ainsi incités à n'acheter que ce qui leur est vraiment utile, car dépenser au-delà de l'usage effectif exigerait un surplus de contribution en retour. Cette dynamique encourage la sobriété choisie : chacun évalue soigneusement ce dont il a besoin et pèse sa capacité à fournir une valeur équivalente.

La spéculation se trouve limitée, car il n'existe plus de bénéfice à accumuler des biens pour les revendre plus cher à un autre moment. À chaque instant, la logique d'équivalence impose de réinjecter dans le système une valeur au moins égale à ce que l'on en retire, ce qui rend peu intéressante toute tentative de « bloquer » la circulation des biens. Les richesses tendent donc à circuler plus fluidement vers ceux qui en ont un usage réel, plutôt que d'être accaparées par des acteurs cherchant à créer une pénurie artificielle. L'allocation des ressources est susceptible de s'améliorer, car les produits, les services et les ressources répondent davantage à l'utilité concrète et moins à des stratégies de valorisation financières. Dans une telle perspective, on peut tout à fait imaginer que la diminution du focus sur la recherche permanente de moyens de paiements permette aux agents d'accorder une attention plus importante aux finalités de leurs activités, et que les objectifs de développement durables deviennent ainsi les nouveaux moyens de paiement des agents, quand ceux-ci auront compris que les ODD constituent des moyens privilégiés pour les aider à équilibrer leurs transactions.

Ce cadre bouleverse également la question de la production et de l'innovation. Les producteurs cherchent à proposer des offres plus adaptées, plus utiles et plus durables, dans la mesure où la demande provient d'agents qui n'achètent pas sous la contrainte d'un budget rigide, mais en fonction d'une utilité réelle et de leur propre capacité à maintenir un solde équilibré dans le temps. Les innovations visent alors à optimiser la satisfaction des besoins et à simplifier la contribution nécessaire, plutôt qu'à maximiser des profits via la spéculation ou la hausse des prix. Les changements induits par une telle approche pourraient avoir des conséquences considérables, notamment dans le domaine de la recherche médicale et pharmaceutique qui subit aujourd'hui d'énormes pressions financières pour une recherche de surrentabilité au détriment de la qualité.

La dynamique qui en découle est une logique de partage plutôt que d'accaparement. La compétition pour la monnaie disparaît, remplacée par une coopération implicite : plus on désire consommer, plus il faut contribuer. Cette règle sous-tend une forme de justice sociale qui encourage à la fois la recherche de l'utilité et de l'équité, car l'accès aux ressources n'est plus dicté par le patrimoine monétaire accumulé, mais par la volonté et la capacité de chacun à fournir une contrepartie. En conséquence, le pouvoir de négociation n'est plus concentré chez ceux qui détiennent le capital financier, mais se répartit entre les agents créant réellement la valeur. Les quantités monétaires n'interviennent plus que comme un instrument de mesure de la valeur, mais elles ne conditionnent plus l'accès au moyen de règlement qui devient un droit universel. Quand l'usage de la monnaie est partagé, le pouvoir quantitatif des milliardaires s'effondre dans la mesure où toute la monnaie qu'ils ont accumulé ne leur confère pas un pouvoir de règlement supérieur au plus pauvre des individus.

Dans une pure logique de marché, la formation des prix suit la psychologie des individus maximisateurs. On pense depuis Adam Smith et les néo-classiques que dans le cadre de la compétition, les ambitions individuelles aussi égoïstes soient-elles servent à la communauté. Pourtant, l'expérience nous a souvent montré qu'en cas de conflit ou de ressources insuffisantes, tout le monde perd. Cela signifie donc que pour que le résultat soit optimum, il faut que les membres du groupe s'occupent à la fois d'eux-mêmes et du groupe. Cela débouche sur l'idée de l'engagement contractuel qui fonde notre approche du graphe monétaire équilibré et nous fournit une

définition intéressante de l'échange coopératif. L'échange coopératif est celui par lequel les agents explorent collectivement les stratégies collectives de production et d'échange de la valeur. Dans une telle perspective, le graphe monétaire public est un instrument contractuel collectif qui donne pour la première fois les moyens techniques aux agents d'équilibrer individuellement et collectivement leurs transactions.

Au terme de cette réflexion, on réalise que le prix perd ici son statut de barrière d'exclusion et d'outil de spéculation, pour devenir un indicateur d'équilibre dans un système de réciprocité généralisée. Les besoins réels sont mieux reflétés, car la consommation n'est plus freinée par le manque de monnaie, et la production n'est plus uniquement motivée par la perspective de profits monétaires. Bien sûr, la mise en œuvre pratique d'un tel modèle exigerait de repenser l'ensemble du système comptable et légal : comment évaluer la variété des contributions, gérer le temps et la synchronisation des échanges, éviter les abus, définir les taux d'équivalence ? Malgré ces interrogations, l'idée d'un droit d'usage monétaire partagé illimité, soutenu par l'obligation permanente d'un équilibre des paiements, ouvre des perspectives audacieuses pour rendre la formation des prix plus proche des besoins effectifs et contribuer à la création d'une économie moins inégalitaire, moins spéculative et plus centrée sur la coopération et la durabilité.

Consensus et échange équitable

Lorsque la logique du contradictoire et du tiers inclus s'applique sur les termes de la transaction, il en découle ce que l'on appelle l'échange équitable. Bien que ce terme soit très populaire aujourd'hui, peu de personnes savent précisément ce que signifie un échange équitable ni quelles sont les valeurs antagonistes qui le fondent et qui permettant d'en avoir une compréhension procédurale qui autorise sa programmation. Or nous pensons qu'il est extrêmement important de savoir modéliser mathématiquement un échange équitable pour permettre sa généralisation à un niveau universel. Nous ne disons pas que telle ou telle expérience d'échange équitable soit une mauvaise chose, mais nous pensons que ces approches empiriques de l'échange équitable doivent être complétées par un modèle théorique permettant de le construire et de le déployer avec une compréhension profonde. Cela est d'autant plus vrai qu'intervenant dans le domaine de la réciprocité éthique, l'échange équitable sera d'autant plus porteur de conscience et d'empathie qu'il s'accompagnera de compréhension.

Les deux valeurs qui polarisent l'échange équitable et lui fournissent la trame contradictoire de sa double contrainte sont l'utilité (ou recherche de performance) et l'équité (ou recherche de sécurité). Dans la théorie du Choix Social, il existe une définition procédurale de l'utilité et de l'équité qui est la suivante :

- L'utilité est ce qui maximise le bénéfice pour le plus grand nombre ou la satisfaction de la majorité.
- L'équité est ce qui minimise le coût pour le plus petit nombre ou l'insatisfaction de la minorité

Comme nous le voyons ici, utilité et équité reçoivent une définition qui est à la fois économique, sociale et politique, et c'est cela précisément qui rend l'exploitation de ces valeurs si riche et si passionnante.

Aujourd'hui la plupart des processus de négociation et de décision sont monodimensionnels et cela aboutit à ce que l'échange équitable soit confondu avec la procédure équitable exclusivement ou que la décision collective soit confondue avec la procédure utilitaire exclusivement. Or la réciprocité implique l'articulation d'une double contrainte permettant de concilier (ou réconcilier) deux forces opposées comme cela est le cas avec la balance. Cette prise en compte de la double contrainte est indispensable si l'on veut passer de systèmes économiques, sociaux et politiques basés sur la maximisation de toute chose vers des systèmes basés sur l'optimisation. Que l'on se place dans le domaine de la *Recherche Opérationnelle*, du *Choix Social* ou du *Welfare Engineering*, il s'agit toujours de faire fonctionner ensemble deux dimensions ou deux vecteurs inverses afin de trouver la solution optimale. Dans cette perspective, les valeurs d'utilité et d'équité doivent être complétées par un troisième terme qui permettra de réaliser leur équilibre contradictoire : il s'agit du consensus.

- Le consensus consiste à maximiser le bénéfice ET minimiser le coût pour trouver une solution optimale.

- Le consensus consiste à maximiser la satisfaction du plus grand nombre ET à minimiser l'insatisfaction de la minorité pour trouver une solution optimale.

Cette formulation est nouvelle et elle est encore peu pratiquée dans notre société dans la mesure où elle repose sur une approche complexe qui consiste à tenir compte de la double contrainte. Or aujourd'hui dans le système politique que l'on appelle une démocratie, c'est la majorité ayant le plus de voix qui décide et qui fait voter les lois. Dans les marchés du néo-libéralisme, ce sont ceux qui ont le plus de pouvoir d'achat qui font la pluie et le beau temps et qui monopolisent à leur avantage les termes de la négociation. Le moins que l'on puisse dire est que le monde est majoritairement gouverné par les principes utilitaristes de Jeremy Bentham. Ceci explique que dans la polarité opposée, les minorités politiques insatisfaites se mobilisent dans la violence pour se faire entendre tandis que les populations les plus pauvres se rassemblent dans de grandes manifestations pour se faire entendre face aux décisions des majorités élues qu'elles jugent inacceptables.

En ayant recours à la logique contradictoire qui caractérise la réciprocité éthique, il est possible de proposer un ensemble de formulations afin de développer différentes formes d'échange équitable telles que :

- *Equité identitaire* : Majorer le prix pour les plus riches. Minorer le coût pour les plus pauvres. L'équité identitaire est une approche comparable à la réciprocité identitaire, mais elle se concentre spécifiquement sur l'équité dans la répartition des coûts et des avantages. Elle implique de traiter les individus de manière équitable en fonction de leurs besoins et de leurs capacités, plutôt que de manière similaire. Dans le contexte d'une politique de tarification, l'équité identitaire implique de fixer des prix en fonction de la capacité financière de chaque individu. Cela signifie que les personnes les plus riches paieront des tarifs plus élevés, tandis que les personnes les plus pauvres paieront des tarifs plus bas pour le même service. Cette approche vise à réduire les inégalités économiques et à garantir que chacun ait accès aux services dont il a besoin, indépendamment de son statut socio-économique.
- *Equité symétrique* : L'équité symétrique est une approche éthique qui cherche à équilibrer deux principes fondamentaux : l'utilitarisme et l'équité. L'utilitarisme considère que la décision qui procure le plus grand bien-être à la plus grande partie de la population est la meilleure, tandis que l'équité considère que la décision qui produit le moins de mal-être pour les minorités est la meilleure. Par exemple, dans le domaine de l'allocation des ressources, l'équité symétrique pourrait signifier qu'une partie des ressources est allouée à la satisfaction des besoins de la majorité de la population, tandis que l'autre partie est destinée à la satisfaction des besoins des individus qui ont des besoins particuliers impérieux ou des besoins moins courants que nul ne saurait satisfaire. Ainsi, avec une approche d'équité symétrique, il est important de tenir compte des conséquences sur la qualité de vie de tous les individus impliqués dans la décision, en veillant à ce que les avantages et les inconvénients soient répartis de manière équitable entre les parties prenantes sans privilégier la majorité ou la minorité.
- *Equité transitive* : L'équité transitive est un concept qui se réfère à une situation où l'équité est appliquée de manière cohérente à travers plusieurs interactions ou relations. En d'autres termes, si l'on considère trois personnes A, B et C, et que A traite B de manière équitable, et que B traite C de manière équitable, alors A doit également traiter C de manière équitable. Par exemple, supposons que A, B et C sont des employés d'une entreprise, et que l'entreprise applique une politique d'équité salariale, où tous les employés sont payés en fonction de leur expérience et de leurs compétences. Si A est payé équitablement par l'entreprise, et que B est également payé équitablement, alors C doit également être payé équitablement, en fonction de son expérience et de ses compétences. L'équité transitive est un concept important dans la théorie de la justice, car elle montre l'importance de maintenir la cohérence dans l'application de principes équitables à travers différentes situations et interactions. Elle souligne également l'importance de traiter toutes les personnes impliquées de manière égale et juste.

Ainsi nous constatons que la gestion de la double contrainte inhérente à la recherche de réciprocité est une procédure bien plus complexe que celle qui consiste à chercher à maximiser une variable unique. Mais c'est au prix de cette complexité que l'on pourra réellement cheminer vers des échanges et des décisions plus justes.

La stratégie du donner-recevoir

La coopération et le mutualisme pourraient se définir comme un redoublement du don en sens inverse, tandis que la concurrence et l'assistance pourraient être définies comme un redoublement du prendre en sens inverse. Ainsi dans la coopération et le mutualisme, la forme qui prédomine est celle du don alors que dans la concurrence et le mutualisme, la force qui prédomine est celle qui prend. Dans une telle perspective, ce n'est pas le prendre qui équilibre le donner comme cela est le cas par exemple dans l'échange commercial, mais c'est un don qui équilibre un autre don. Nous sommes alors dans ce que la théorie des jeux appelle des stratégies « donnant - donnant » ou encore des stratégies « gagnant – gagnant ». Peut-on alors en déduire que la stratégie inverse serait « prenant – prenant » et par conséquent « perdant – perdant » ? Des recherches ont eu lieu dans les années 1970 dans ce domaine, qui ont prouvé de façon surprenante que l'on peut répondre positivement à une telle question, et que les stratégies qui s'éloignent durablement de la coopération sont perdantes.

La stratégie coopération-réciprocité-pardon, plus connue sous le sigle CRP (traduite de Tit-for-Tat (TFT) en anglais) a d'abord été formalisée par le biomathématicien, psychologue et philosophe Anatol Rapoport.

Lorsqu'un individu ou un groupe rencontre un autre individu ou groupe, il a tout intérêt à lui proposer une alliance. Ensuite il importe, selon la règle de réciprocité, de donner à l'autre en fonction de ce que l'on en reçoit. Si l'autre aide, on l'aide en retour ; si l'autre agresse, il faut répondre en l'agressant à son tour, au coup suivant, de la même manière et avec la même intensité. Enfin, il faut pardonner et offrir de nouveau la coopération

En 1979, Robert Axelrod, professeur de sciences politiques, organise un tournoi entre logiciels autonomes capables de se comporter comme des êtres vivants. Seule contrainte, chaque programme devait être équipé d'un sous-programme de communication lui permettant de discuter et d'interagir avec ses voisins. Axelrod reçut 14 disquettes de programmes. Chaque programme édictait des lois différentes de comportement (les plus simplistes deux lignes de code, les plus complexes une centaine), le but étant d'accumuler le maximum de points. Certains programmes avaient pour règle d'exploiter au plus vite leurs voisins, de s'emparer par la force ou la ruse de leurs points, puis de changer rapidement de partenaires pour poursuivre cette accumulation de points. D'autres essayaient de se débrouiller seuls, gardant précieusement leurs points et fuyant tout contact avec ceux susceptibles de les voler. Chaque programme fut opposé 200 fois à chacun des autres concurrents. Celui d'Anatole Rapaport, équipé du comportement coopération-réciprocité-pardon CRP, placé au milieu des autres en vrac, au début perdit devant les programmes voleurs agressifs, puis finit par être victorieux et même contagieux, car les programmes voisins, pour accumuler des points, alignèrent leur attitude sur la sienne.

Un accord win-win est un accord dans lequel chaque partenaire se préoccupe aussi de l'intérêt de l'autre, mais d'une façon également favorable à son propre intérêt. Il ne s'agit pas de trouver le meilleur compromis de partage de gain, mais de trouver un accord qui augmente les gains de chacun. Cette approche ne repose pas sur la philanthropie des agents, mais sur une stratégie adaptée aux règles. Dans ce processus de négociation ou de décision collective, une stratégie gagnant – gagnant cherche une solution favorable à tous les participants.

Mais comment représenter la coopération et le mutualisme dans un graphe sans les confondre avec un simple échange bilatéral ou commercial où nous voyons deux flèches superposées allant dans un sens inverse ? En nous basant sur l'image de la parole d'union fondatrice de toute forme de coopération et de mutualisme, nous pensons que la meilleure manière de représenter une coopération ou un mutualisme est d'orienter les flèches vers une périphérie vide ou vers un centre vide qui représentent en réalité un même milieu commun.

Ce milieu commun qu'on appelle « il » ou « on » et qui est à la fois impersonnel et transpersonnel, c'est précisément la figure du Tiers inclus. La Parole d'union focalise le Tiers inclus sur un centre homogène représenté par le but ou le projet ou les valeurs ou un être commun. L'Union, c'est « il ». Et ce « il » est Tout. On pourrait donner une liste des représentations dues au principe d'union qui fasse écho à celle des représentations du principe d'opposition : le Tout, le Centre, le Milieu, le Sommet, l'Enantiodrome, l'Ambigu, le Doute, le Gris, la Nuée, l'Équateur, l'Axe, le Solstice, la Sphère, le Cœur, la Bouche, le Mélange, la Nuance...

La Parole d'union focalise le contradictoire dans l'Unité. Le contradictoire des origines est ainsi contraint par le signifiant de l'unité à ne former qu'une totalité, mais au sein de cette totalité il ne cesse d'être contradictoire. L'Unité est donc complexe car elle retient en elle la relation primordiale. L'être parle, à présent, par la Parole d'union. Il parle par l'Unité qui enferme le contradictoire dans le Tout, et ce qui lui échappe n'est donc pas son vis-à-vis mais se présente d'abord comme Rien. Le Tout est comme une sphère qui se noue pour elle-même au sein du néant, il est un univers dans l'infini. Mais de Rien sort la Parole d'union qui donne tout.

Le Tout affronte la nature informe. Mais cette frontière est particulière. La frontière entre le Soi et la nature serait-elle définie qu'elle renverrait à une dualité, une opposition, une exclusion. Si l'Unité était par exemple lumineuse et que sa frontière soit délimitée de façon précise, l'au-delà serait immédiatement l'obscur et nous retrouverions le contraste ou l'alternance significatifs de la Parole d'opposition. Le passage du Tout au Rien est un passage continu, progressif, dégradé. Il en est de même à l'intérieur du Tout. Puisqu'il n'est plus possible de les opposer à l'intérieur de la totalité, les différences seront des progressions et régressions continues. Il ne peut y avoir d'endroit privilégié comme centre qui s'opposerait à une périphérie fixe, ni d'une qualité qui s'opposerait à une autre comme centre privilégié. Mais de cette continuité la conscience témoigne.

Robert Jaulin, parlant des sociétés Sara d'Afrique Noire (Tchad), dit que le Soi peut être ce qui se définit par l'unité du toit, de la cour, du quartier, du village, de la région. L'esprit de vie est donc comparable au milieu de vie si l'on accepte de les percevoir dans l'unité contradictoire qui les rapporte au même tiers.

Sociabilité de la relation d'équivalence

La structure ternaire de la relation d'équivalence possède une correspondance étonnante dans les sciences sociales et psychologiques avec la structure ternaire du bonheur proposée par le professeur américain Robert Cloninger. En nous basant sur leurs propriétés respectives, nous pouvons proposer une traduction sociale de ces concepts mathématiques qui en respecte la teneur et leur confère une perspective nouvelle.

Après des années d'études expérimentales, le professeur Cloninger a établi que le bonheur est une construction du caractère qui repose sur trois piliers fondamentaux : l'auto-détermination, la coopération, et la transcendance. Ces trois concepts sont très proches sémantiquement de la façon dont nous définissons la réflexivité (ou détermination), la réciprocité (ou coopération) et la transitivité (ou transcendance).

- *La dimension Détermination (SD pour Self-Directedness)* décrit le niveau de maturité et d'autonomie individuelle, ainsi que la capacité du sujet à réguler son comportement pour le mettre en conformité avec ses propres objectifs et valeurs de vie. Des analogies peuvent être faites avec une certaine « force de caractère » voire avec la « force du Moi ». L'auto-détermination est le principe de réflexivité ou rapport à soi-même.

Partant de l'idée négative qu'il y a du non-être dans l'humain, nous posons l'idée que ce manque d'être permet à chacun de faire le choix entre la pire ou de la meilleure version de lui-même.

- *La dimension Coopération (C pour Cooperativeness)* décrit le degré de maturité et de prise de conscience sociale de l'individu. Elle correspond à l'acceptation des contraintes collectives, par une aptitude au don, au partage, à l'échange, et se traduit par des attitudes tolérantes, généreuses, empathiques et fraternelles. Cette dimension de coopération correspond étroitement à ce que nous décrivons dans la réciprocité.

Partant de l'idée négative du constat d'une absence de liens dans la société, nous partons de l'idée que ce manque de liens permet à chacun de faire le choix entre la coopération ou la compétition.

- *La dimension Transcendance (ST pour Self-Transcendence)* décrit le degré de maturité spirituelle lié à la profondeur de l'introspection, de l'intériorisation, de l'incarnation, de la présence, et tente de rendre compte des pratiques de méditation, de prière et d'extase de certains individus. La dimension de transcendance possède une correspondance profonde avec la transitivité qui définit la capacité à établir des relations lointaines et pas seulement des relations proches, ou à considérer les relations lointaines comme proches.

Partant du constat d'une absence de vie et d'esprit dans le monde, nous partons de l'idée que ces manques de vie et d'esprit permettent à chacun de faire le choix entre une vie matérialiste ou une vie spirituelle.

Chacun des trois choix est un choix créateur car il se fonde sur un état de souffrance lié à une absence, une privation ou un manque de certaines choses dont on connaît l'importance pour chacun. Comme si le vide était créateur et que la façon dont nous répondons à ce vide déterminait notre façon de façonner la vie.

Le vide est une potentialité qui s'actualise en fonction de nos choix. Partout où il y a du vide, c'est pour que la raison puisse disposer de l'espace suffisant pour procéder aux choix qui produisent notre chemin.

Le vide est une indétermination vivante qui demande à être déterminée dans la forme que nous voulons lui donner pour construire la vie qui correspond à ce que nous désirons à trois niveaux : Je, Tu et Il.

Nous pouvons associer les concepts de réflexivité – détermination, de reciprocité – coopération et de transitivité - transcendance aux trois personnes : le « Je », le « Tu » et le « Il ». Le « Il » joue ici le rôle de tiers inclus. On pourra méditer sur un monde sans transcendance qui est un monde qui échoue à inclure le tiers.

Comme le disent les Evangiles, « Je suis le chemin, la vérité, et la vie. Nul ne vient au Père que par moi ». Autrement dit, il faut partir du « Je » pour aller au « Tu », et du « Tu » pour espérer accéder au « Il ».

Contrairement aux dieux orientaux qui hypostasient la figure du « Je », le Christ prend la place de l'autre, du « Tu ». C'est en ce sens que le message chrétien se différencie profondément de celui des autres religions.

Cette structure ternaire que l'on retrouve dans la plupart des œuvres fondatrices de l'anthropologie est remarquable, car elle évoque autant la structure corps - âme - esprit que la structure individu - société - cosmos, ou encore les trois valeurs du beau - bien - vrai, mais aussi les trois principes divins communs à de très nombreuses religions. Aujourd'hui plus que jamais, chacun devrait prendre soin de son ternaire, autrement dit n'oublier et ne négliger aucune dimension constitutive d'une vie pleine, entière et réussie. Réaffirmer la prééminence du ternaire sur le binaire (de type corps / esprit, bien / mal, vrai / faux... etc) permet de ne pas s'enfermer dans les oppositions stériles, et cela débouche sur une redécouverte de la grandeur de notre Unité.

C'est la somme de ces trois attitudes ou pratiques qui est susceptible de produire un bonheur durable qui rayonne autour de soi. Retrouver cette leçon de bonheur en période de malheur est un devoir moral.

La pratique du don organisé

Jusqu'à présent, il a beaucoup été question de l'application du graphe transactionnel aux échanges économiques et aux opérations de marché. Mais qu'en est-il des activités bénévoles ? Est-il possible d'utiliser un graphe transactionnel dans le domaine des dons ? Le sujet peut surprendre mais il se révèle très intéressant.

La première réponse à la question est que le graphe transactionnel se construit fondamentalement au moyen d'une flèche et d'une valeur, c'est-à-dire d'un transfert unilatéral de valeur qui est équivalent à celui du don dans sa forme élémentaire la plus pure. Par généralisation, on peut donc qualifier le graphe transactionnel cyclique et équilibré de vaste système de don-contre don, ou de « triade 3 cycles », identifiée par l'anthropologue Claude Levi Strauss comme la forme structurale de l'échange généralisé.

La seconde réponse est qu'au niveau de la façon dont on qualifie et quantifie la flèche, rien n'oblige de rester dans une nomenclature en devise fiat. Les personnes peuvent faire des dons sous la forme de monnaies temporelles, de monnaies spatiales, de monnaies travail, de monnaies énergie, de monnaies informationnelles, si l'on s'accorde à appeler monnaie toute unité de compte commune utilisée pour comptabiliser les dons.

La troisième réponse est que contrairement au fonctionnement du marché capitaliste libéral, qui repose sur un ajustement spontané d'une offre et d'une demande au moyen des prix, et qui s'apparente dans son niveau de structuration à un système émergent (donc avec un fort niveau de désordre et un faible niveau d'organisation comme en témoignent les équations Black Scholes utilisées dans la bourse et qui sont basées sur le mouvement

Brownien des particules de gaz), le graphe transactionnel possède une capacité programmatique qui lui confère les propriétés d'un système d'échange organisé et doté d'une intentionnalité. Au niveau du don, on peut observer le même décalage entre une pratique résolument libérale et spontanée du don (je donne parce que je suis riche, parce que je suis ému par une image, parce que je croise un mendiant dans la rue) et une pratique socialement organisée du don car basée sur un graphe programmé par une intention collective.

Quand on observe les différentes catégories de monnaies – privées, de clubs, de communs et publiques – il est assez intéressant d'observer que les modalités du don y sont souvent très différentes. Comprendre en quoi le statut des monnaies infléchit la pratique du don nous conduit au cœur de la réflexion sur ce sujet.

- Au niveau des monnaies privées, le don prend des formes diverses telles que la donation d'argent à un enfant, pour l'anniversaire d'un ami, à une personne sans ressources, pour payer ses impôts, pour payer des amendes, pour payer sa dette à la société (travaux d'intérêt général). La spécificité de ce premier groupe est de demander aux gens de donner à perte et sans contrepartie. Ce premier groupe est celui de toutes les actions de privation car dans tous les cas on se prive de la chose qu'on donne.
- Au niveau des monnaies de club, on ne donne jamais gratuitement ou par libéralité comme dans les monnaies privées, mais on donne pour que l'autre achète ou fasse quelque chose pour soi. Généralement les dons octroyés par les sociétés privées sous forme de cadeaux, ou les air drops des nouvelles crypto-monnaies ont pour but de fédérer des communautés d'utilisateurs autour de la consommation de produits ou de services. Ce second groupe est celui des actions promotionnelles.
- Au niveau des monnaies de commun, on arrive enfin à une pratique du don mutuellement bénéfique qui peut déboucher sur l'organisation d'actions basées sur une forme de coopération avancée. Par exemple des villages situés sur un lac et conscients de la valeur du service de cet écosystème vont organiser entre eux un partage égalitaire de temps de travail pour participer au nettoyage du lac. Cette répartition égalitaire des tâches au service d'un bien commun perçu comme une ressource caractérise le troisième groupe qui est celui des actions contributives dans un objectif de bénéfice mutuel.
- Au niveau des monnaies publiques, l'ambivalence des actions humaines atteint un nouveau degré : elle déborde la question du don proprement dit pour ouvrir la question de la réciprocité des actes. Il est alors possible de modéliser une théorie de l'action vue comme une double contrainte, composée de plusieurs pôles : liberté (ou spontanéité) et organisation (ou construction), sécurité (ou équilibre) et performance (ou maximisation), coopération (ou individualité) mutualité (ou solidarité), ou encore intérêt égoïste (ou utilité pour soi) et désintéressement (ou utilité pour autrui) sont autant de facteurs contradictoires de l'action à équilibrer afin de produire un bénéfice optimal pour tous. Le don peut être vu comme une pratique qui permet de gérer des tensions ou des déséquilibres dans les relations économiques, sociales et politiques. Par exemple, un don peut être utilisé pour compenser une dette morale ou pour apaiser une situation de conflit. Dans ce cas, le don peut être considéré comme une "science de l'équilibre des contraintes" dans la mesure où il permet de maintenir un certain équilibre dans les relations sociales, malgré les tensions et les déséquilibres qui peuvent souvent surgir.

Si l'on réfère le don non pas seulement à la théorie des actes mais également à la théorie des biens qui distingue les quatre catégories de produits et de monnaies selon leur caractère exclusif et rival, il nous paraît bien évident que des produits et des monnaies non exclusifs et non rivaux favoriseront plus le don et le partage que des produits et des monnaies exclusifs et rivaux. En effet au niveau de l'analyse générale des structures sociales, on peut considérer que des valeurs en convergence sont plus aptes au don, au partage et à une communication qualitative que des valeurs en divergence qui favoriseront plutôt la captation, la maximisation et la violence quantitative pour l'attribution de la ressource. Ce n'est pas la richesse ou la pauvreté qui posent un problème, mais les convergences ou les divergences sur lesquelles elles s'appuient ou qu'elles provoquent par leurs effets. Il existe des richesses basées sur la convergence et la coopération tout comme il existe des richesses basées sur la divergence et la concurrence, et la seule différence entre elles est qu'elles ne relèvent pas du même modèle de développement. Dans une telle perspective, il existe

une méthode infaillible pour déterminer le niveau de convergence économique, sociale, politique et environnementale d'un système d'échange, d'un système comptable, d'un groupement économique, d'une institution financière, d'un livre blanc pour une blockchain, d'un projet technologique, culturel ou social, d'une offre de service, d'un bien, d'une ressource, d'un droit, qui consiste à déterminer si son management et sa propriété ont un caractère rival ou pas, exclusif ou pas, c'est-à-dire un caractère durable ou pas.

La transmission comme transitivité des dons

Dans une chronique sur France Info, le philosophe Michel Serres soulignait récemment que, dans l'acte de don comme dans celui de pardon, nous sommes passés de la réciprocité à la transition et que c'est la condition vitale de la survie de notre humanité. Il relie donc l'efficience du don à la structure du lien d'égalité.

À l'heure de la dette mondialisée, économique et écologique, cette notion de transitivité du don est, plus que jamais, un puissant moteur pour faire bouger les lignes sur les grands enjeux de notre société et de notre planète. À celle de la transition digitale et environnementale, elle devient créatrice de valeur, moteur des économie et société de demain. Le non-profit est une nouvelle forme de transmission de la valeur en mutation.

Comme le pardon, le don est devenu une forme de transaction morale lorsqu'il est sorti d'une antiquité et d'un moyen-âge où une minorité d'individus exceptionnels, héros et chevaliers, étaient capables de renoncer à leurs vanités, morales et matérielles, par honneur et sacrifice purs. Des indulgences au *donaction*, il est en train de migrer vers le « transidon » : j'offre une parcelle de ma part d'influence sur le web au tiers de confiance associatif (ou autre ;-) qui la transformera en énergie sociale circulaire, transmettant à d'autres une valeur exponentielle, dont, à la vitesse du numérique, j'aurai à mon tour ma part, en activité, en plaisir ou en solidarité. Ainsi ce qui se joue dans la convergence des actes à un niveau transitif, c'est ni plus ni moins que la transformation de certaines valeurs collectives par la mise en mouvement circulaire de toutes ces valeurs.

Un don réciproque est une action dans laquelle deux personnes jouent le rôle de donateur et de bénéficiaire, soit de façon ponctuelle, soit de façon régulière (par exemple des cycles d'invitations à déjeuner entre amis, un groupe de personnes ayant les mêmes intérêts, ou un club qui correspond bien à l'idée de monnaie de club). Un don transitif est une action dans laquelle le don n'est pas gardé, mais il est donné pour être redonné à tous. Contrairement à la recherche de l'optimisation par le plus court chemin en terme de nombre de nœuds et de nombre de transactions, le don transitif cyclique sera d'autant plus fructueux socialement et économiquement qu'il circulera en empruntant le plus long chemin en terme de nombre de nœuds et de nombre de transactions.

Tant que l'on reste dans le don réciproque de nature spontanée, basé sur l'échange binaire et émanation de l'ordre spontané du marché libéral, il n'est pas de programmation possible. Mais quand on rentre dans le don transitif cyclique par nature organisé car basé sur l'échange ternaire, alors la programmation devient non seulement possible mais nécessaire. *Nous tenons là une définition opérationnelle de l'échange programmatique.* Car quand on nous demande quelle est la cause finale de la programmation monétaire, nous pouvons répondre que le seul objectif de l'échange programmatique est de créer des structures d'échanges cycliques.

A ce titre, l'histoire du paradoxe de la Dame de Condé qui parvient par un seul cycle d'échange à éteindre des milliers d'euros de dettes constitue un modèle du genre dont nous fournissons le graphe en annexe afin de montrer en quoi consiste la puissance transformatrice du « transidon » quand il s'agence collectivement. Ce qu'il importe de retenir ici n'est pas, comme on l'entend si souvent, que le don serait l'antidote de la dette car dans ce mode de présentation à connotation fortement moralisatrice on se contenterait d'opposer le don et la dette. Par contre, ce qui est vraiment important et qui possède un vrai pouvoir de transformation, c'est la capacité à articuler de façon symbolique (au sens de faire tenir ensemble) et contradictoire (au sens de rendre complémentaire) des séries de créances et de dettes de même montant (de façon à les annuler en les équilibrant comptablement) en se basant sur une règle de réciprocité que l'on pourrait énoncer et programmer logiquement par le principe suivant : pas de dette sans créance, mais également pas de créance sans dette.

L'idée que les unités de compte monétaires ne soient pas issues de la valeur d'usage ni de la valeur d'échange mais de la valeur transmise est une idée qui n'a jamais été étudiée en économie parce qu'elle relève du monde de l'art. Le jeu par lequel les unités de compte monétaires seraient des extensions du corps humain permet de les traiter non plus seulement comme des moyens à posséder mais comme des médiums au service de l'expression de soi. L'unité de compte dont nous parlons ici n'est pas celle de la monnaie industrielle, ce bien périsable constamment actualisé qui donne l'illusion qu'on pourrait le posséder indéfiniment. L'unité de compte du « transidon » figure plutôt une sorte de monnaie potentielle à laquelle le corps confère son dynamisme, et qui est créée et annulée librement selon les besoins réels qui sont ceux du corps. *De façon paradoxale, les économistes qui utilisent sans cesse la notion de besoin réel attribuent toujours la capacité de gestion des unités de compte aux biens, au marché, à l'institution, à la banque centrale, mais jamais au corps humain qui constitue pourtant la source véritable et unique à laquelle on peut référer le besoin réel.*

Il semblerait que la notion d'acte transformateur du réel s'organise autour du corps humain. C'est par l'action de ce corps dans le monde que l'on peut identifier de nouvelles sources de travail qui sont autant de ressources à découvrir, à reconnaître, à évaluer et à distribuer. Dans cette perspective, il est essentiel de sortir de la vision de l'épuisement du corps humain par le travail afin de reconnaître la liberté du corps comme source de richesses et de prodigalités sans fin. Ainsi, le flux des passants dans la rue, l'énergie du corps des danseurs, l'état physique du corps humain, le niveau sportif d'un organisme, son empreinte écologique, la réfraction des photons sur l'eau, la réverbération des rayons solaires sur l'atmosphère terrestre... et plus globalement tous les mouvements des corps animés ou inanimés pourraient être identifiés comme des forces de travail au travers de leur représentation formelle et chiffrée. A partir du moment où l'on confère du sens et de la valeur à ces forces de travail, autrement dit à partir du moment où on prolonge leur mouvement par celui d'une valeur représentée par une unité de compte, alors toute énergie dépensée devient une ressource disponible.

Par exemple, la mesure du flux de passants dans la rue pourrait fournir la ressource monétaire pour restaurer la chaussée. La mesure de l'énergie cinétique des corps des danseurs pourrait fournir la ressource monétaire pour entretenir l'état de l'art (et de l'artiste). Le comptage des likes et des flashes sur un site de rencontre pourrait fournir la ressource monétaire pour protéger les droits de la femme. La captation de la réfraction des photons dans l'eau pourrait fournir la ressource monétaire pour produire de l'électricité sur un territoire donné... dans tous les cas on s'aperçoit que ce qui est à l'œuvre dans cette transformation est un raisonnement par analogie. Et il en est de même quand on propose aux personnes un vélo qui génère des tokens par le simple pédalage (dynamo-monnaie) avec un système de comptage proportionnel à la distance parcourue en vélo, qui récompense ceux qui utilisent le moins leurs voitures et font un effort pour ne pas polluer inutilement.

Le partage des ressources

L'économie libérale de marché a été conçue pour produire et échanger des marchandises, mais elle n'a jamais été conçue pour créer et partager des ressources. Au regard des limites dures auxquelles nous sommes de plus en plus confrontés dans la gestion de nos ressources, le modèle de l'économie libérale de marché vieux de cinq siècles pose un problème majeur : il permet à ceux qui ont beaucoup d'argent de s'approprier de façon exclusive et rivale la quasi-totalité de la ressource en ne laissant rien aux autres présents et futurs.

Les monopoles, les abus de position dominante, les détournements massifs, les captations excessives de richesses rejoignent tous à la même structure, celle des triades sociales intransitives. A contrario, les séquences d'échanges et de dons organisés renvoient toutes à la même structure, celle des triades transitives. Structurellement, on peut affirmer qu'un échange transitif ou un don transitif sont équivalents à un partage.

L'économie circulaire a popularisé la notion de cycle en plaçant au cœur de son action la réutilisation des ressources et le recyclage des déchets. En réalité, toute forme de cycle peut être identifiée par le préfixe « re » : recycler les déchets et lieu de les décybler (en les dévalorisant), réutiliser les ressources au lieu de les consommer intégralement, redistribuer les richesses pour corriger les distributions trop inégales, réemployer

les personnes au lieu de les condamner au chômage, redéployer des sites industriels abandonnés, relancer un secteur d'activité ou une exploitation, rénover des bâtiments abandonnés... comme si au final toute la structure de la matière vivante témoignait de la présence du cycle partout dans l'univers (théorie des cordes).

Les écosystèmes et leur fonctionnement sont caractérisés par des échanges cycliques de matière qui s'établissent entre le biotope et la biocénose. Ces échanges constituent des cycles biogéochimiques dont les plus importants concernent : le carbone, l'azote, le soufre, le phosphore, l'eau, et enfin les saisons. Aujourd'hui, c'est le dérèglement des cycles du carbone, de l'azote, du soufre, du phosphore, de l'eau et des saisons qui menace la planète et surtout l'ensemble de l'humanité dans la disponibilité des ressources les plus précieuses.

Quand on lit les Evangiles, un texte source un peu oublié de nos jours, on s'aperçoit que Jésus nous encourage à cesser de nous occuper de nos biens pour nous occuper de nos ressources, qu'il nous appelle à ne plus chercher à acheter ni à vendre mais à faire l'expérience de ce qui signifie réellement partager, qu'il nous exhorte à cesser de faire (dans toutes ses variantes du trop, du pas assez et du ne rien faire) pour rentrer dans le temps des actes, et qu'il nous invite au silence que l'on appelle prière parce qu'une parole a mis un terme aux dires.

Les Evangiles sont d'une troublante actualité dès lors que l'on considère la figure du Christ comme celle du premier grand écologiste. Jésus se présente comme une parole et un acte en faveur du vivant.

Rappelons que dans son étymologie grecque, "éco-logie" est composé de deux mots distincts, "eco", vie et "logos" parole, ce qui signifie que l'écologie renvoie depuis son origine au don de la parole de vie.

Il est certaines choses que cette parole nous demande d'abandonner car elles éloignent de la vie : les biens matériels de grande consommation au sens de richesses périssables, les échanges de type marchand qui corrompent les valeurs du temple (c'est à dire la maison intérieure de l'être), les choses innombrables que l'on fait qui nous endorment dans le sommeil et le confort des habitudes, et enfin tout ce que l'on dit et tout ce que l'on pense continûment sans qu'à aucun moment la cessation nous élève à une conscience d'un autre ordre.

En lieu et place d'une économie matérielle de l'addition (addiction) des choses qui ne procède que par appropriation et accumulation, Jésus nous propose une économie relationnelle de la multiplication des choses qui procède par le partage et le don universel. Comme nous le montre le préfixe « re », le cycle se compte en nombre de fois. Son modèle est celui d'un nombre structural (que l'on nomme unaire, binaire, ternaire, quaternaire, quinaire, sénaire, septenaire...), et pas d'un nombre intégral (que l'on nomme entier ou suite des entiers naturels un, deux, trois, quatre, cinq, six, sept...). Ainsi le partage nous apprend qu'il existe une autre manière de compter. Amenés à produire, à échanger ou à distribuer quelque chose, nous pouvons choisir des nombres matériels (ceux de l'économie et de la politique fondés sur le principe de la séparation et de l'appropriation matérielle des choses) ou des nombres relationnels (ceux de l'écologie et de la sociologie vécues comme des religions incarnées, c'est-à-dire des activités humaines qui relient tous les vivants).

Il faut faire attention de ne pas confondre un cycle porteur de renouveau et une répétition qui au contraire et sans que l'on s'en aperçoive peut nous enfermer dans une habitude. Le cycle du partage n'est pas une action binaire qui vise à rajouter du « plus un » à ce que nous avons ou faisons habituellement dans nos activités matérielles, mais il s'agit plutôt d'un acte ternaire (ou plus exactement tripolaire) qui consiste en une *médiété*.

Le partage ou *juste milieu* n'est pas une valeur moyenne entre le plus et le moins : il est le lieu où deux contraires, chacun non-contradictoire en lui-même, s'annulent réciproquement pour donner naissance à une troisième polarité de type « contradictoire ». Quels que soient les contraires (on peut intervertir les rôles selon les histoires et imaginer tous les contraires que l'on veut, notamment au niveau des valeurs qui sont intégralement régies par le principe de contradiction), le principe de la médiété restera le milieu entre deux contraires. On trouve une parfaite illustration de ce principe de médiété dans l'histoire du Jugement de Salomon, et cette médiété est ce que Aristote appelait l'excellence, la sagesse, l'intelligence, la vertu.

Tout partage se ramène fondamentalement à la production non pas d'un bien mais d'une structure. La grande réussite du partage consiste en la révélation de nouvelles structures plus pertinentes, plus efficientes, capables de nous amener à faire l'expérience de l'autre qui n'appartient à personne – la ressource ou tiers inclus.

Les textes sacrés des grandes religions, les œuvres d'art les plus magnifiques, la nature sous toutes ses formes devraient être considérés comme des réservoirs de structures, c'est-à-dire des ressources physiques, énergétiques, informationnelles et spirituelles capables de nous aider à lutter contre les forces adverses de l'entropie, de la désorganisation, de la désagrégation, de l'usure et de la dégradation de toutes choses.

Renouer avec la chaîne des temps

Si l'on part du principe que la richesse du temps est proportionnelle aux possibilités d'actions qu'il contient, nous pouvons alors confronter quatre propositions structurales sur le temps pour en mesurer la portée. En effet la notion de temps n'est pas uniforme et varie grandement en fonction de la façon dont on la représente. Et pour le comprendre, nous allons nous référer aux quatre types de temps définis par la philosophie grecque.

- *Chronos : le temps physique.*

C'est le temps que nous mesurons quantitativement. Sa nature est déterministe.

Temps mesuré : l'instant se définit au moyen d'une ligne ou d'une flèche graduée (règle ou horloge).

Temps de la succession des instants : c'est le temps linéaire, irréversible de la thermodynamique, l'expérience de la matière, des tâches prévues et répétitives que nous connaissons par notre expérience.

- *Kairos : le temps du choix.*

C'est le temps que nous mesurons qualitativement. Sa nature est non déterministe.

Temps bifurcatif : le moment se définit au moyen d'un embranchement de lignes graduées (arbre ou réseau)

Temps du moment opportun : c'est le point de basculement décisif, l'événement important, la conjecture, avec un « avant » et un « après ». Ce moment particulier du choix que l'on appelle « the right time ».

- *Psyché : le temps mental.*

C'est le temps que nous mesurons projectivement. Sa nature est diachronique.

Temps projeté : - La période se définit au moyen de deux lignes ou deux flèches graduées (plan ou diagramme).

Temps de la planification des périodes : c'est le temps du process, allant toujours du passé vers le futur, celui de la dynamique du devenir, de l'évolution et de l'objectif que nous élaborons par notre pensée.

- *Aiôn : le temps cyclique.*

C'est le temps que nous mesurons connectivement. Sa nature est synchronique.

Temps unifié : Le cycle se définit au moyen de trois lignes ou trois flèches graduées (espace ou trigramme)

Temps de la programmation des ères : c'est le temps de l'interconnexion du passé, du présent et du futur, par laquelle chaque ère peut devenir cause d'une autre, où l'irréversibilité disparaît et permet d'envisager des actions de réparation, de renouvellement, de développement, de transformation d'ordres transitifs.

En réalité quand nous parlons d'Aiôn, nous parlons d'une chaîne temporelle ou d'une chaîne de valeur.

Contrairement à la structure binaire du temps chronologique qui ne permet que d'aller du présent vers le passé (rérospective), ou du présent vers le futur (prospective), comme nous le voyons si bien illustré dans le narratif

de nombreux récits cinématographiques, la structure ternaire du temps générationnel de l'ère permet de travailler et d'agir dans la totalité des différentes directions spatio-temporelles, qui sont au nombre de six.

- La flèche qui va du passé vers le présent représente l'action de conservation et d'entretien.
- La flèche qui va du présent vers le futur représente l'action de production et de développement.
- La flèche qui part du passé, parcourt le présent pour aller vers le futur représente l'action d'éducation et de recherche.
- La flèche qui part du futur, parcourt le présent pour aller vers le passé représente l'action de transformation.
- La flèche qui part du futur pour aller vers le présent représente l'action de prévoyance.
- La flèche qui part du présent pour aller vers le passé représente l'action de réparation.
- La flèche qui va du passé directement au futur représente l'action de programmation
- La flèche qui va du futur directement au passé représente la boucle de rétroaction

Il n'existe à notre connaissance aucun corpus théorique comparable dans la littérature occidentale qui proposerait ou aurait déjà proposé une analyse sémantique du temps cyclique et très long basé sur une structure sénaire. Toutefois, nous trouvons dans la littérature orientale une analyse structurale du même genre au travers du célèbre livre de sagesse chinoise appelé le *Yi King*, ou *Livre des mutations*, basé sur soixante quatre hexagrammes (six fois six) dont chacun peut être considéré comme une carte sémantique du temps.

Conformément aux principes énoncés dans ce contrat, il ne s'agit plus de mesurer le temps de façon matérielle et chronologique en le fragmentant à l'infini dans l'espoir d'acquérir toujours plus de vitesse, mais il s'agit de mettre en relation les différentes ères afin de produire l'unité du temps source de toute réalisation durable. Acquérir l'intelligence des structures profondes du temps est une exigence de premier ordre pour comprendre la véritable signification et la vraie portée de ce qui nous est demandé dans le développement durable, qui pourrait finalement se définir comme *une science de la programmation temporelle de l'action*.

Avec un tel traitement sémantique de l'action temporelle, il se pourrait bien que l'on puisse établir de nouvelles passerelles entre les lois de la thermodynamique qui gèrent les questions énergétiques et les lois de l'informatique et de la programmation qui gèrent la production et l'échange d'informations. *Si pour paraphraser le célèbre principe de Lavoisier, rien ne se perd, rien ne se crée, mais tout se transforme et éventuellement se transfère*, nous comprenons combien une gestion transitive du temps pourrait permettre d'ouvrir un nouveau champ d'action intertemporelle particulièrement propice aux objectifs de développement durable car permettant de déployer des formes totalement inédites de transactions basées sur les chaînes de valeur.

Programmation intertemporelle des activités

En nous basant sur les concepts programmatiques d'utilité et d'équité issus des procédures de décision collective, et en faisant référence à l'analyse de l'économiste Rabin selon lequel la fonction d'utilité a pour but le bien-être physique alors que la fonction d'équité a pour but le bien-être psychique, nous proposons une définition transitive du développement durable comme étant à la fois une « utilité intertemporelle » et une « équité intertemporelle » qui élargit considérablement le champ des transactions humaines.

Une telle pratique du développement durable se rapproche énormément d'une économie bouddhiste basée sur la science morale et physique des causes et des conséquences de nos actes : il s'agit de solder comptablement nos créances (en les employant utilement) et nos dettes (en les liquidant équitablement) par la mise en communication des trois temps des causes (le passé), des situations (le présent) et des impacts (le futur). Ici c'est la fonction monétaire de paiement qui est au centre de toutes les pratiques, sachant que les créances et les dettes ont toujours une dimension morale et matérielle qu'il s'agit de bien comprendre pour arriver à les faire circuler. Apprendre à recevoir et à donner est un acte de gestion temporelle qui ne se ramène pas à un simple échange, mais qui le transcende comme nous le montre de façon claire la règle comptable d'équilibre. Il en découle que le développement durable est à la fois une économie, une écologie et une ontologie capables de

fonctionner comme un système de valeurs matérielles et spirituelles reliées entre elles et interopérables. Concrètement, cela signifie que le premier problème à régler pour entrer dans un authentique développement durable serait la mise en conformité des actions des personnes physiques et morales avec leurs valeurs.

La gestion intertemporelle de la ressource nous paraît un terme plus opérationnel que la gestion durable de la ressource. Elle se fonde sur la fonction de paiement dont la distribution produit la capacité d'accéder à une ressource (créance) ou à l'inverse l'incapacité d'accéder à une ressource (dette). C'est pour permettre la gestion temporelle des capacités d'accès qu'il devra exister un décalage entre la quantité de monnaie utilisable et la quantité de ressources utilisables. En effet, la fonction de paiement ne travaille pas seulement sur les ressources présentes (comme le font la plupart des modèles multi-agents), son véritable pouvoir est de travailler sur des ressources passées (soit au travers d'une dette à solder, soit au travers d'une ressource à restaurer), sur les ressources présentes (soit au travers d'un volume optimal de transactions dans un réseau, soit au travers d'une dépense d'entretien d'une ressource existante), et sur les ressources futures (soit au travers d'une créance à constituer, soit au travers d'une ressource à produire). Dans cette approche, la fonction de paiement agit comme un pouvoir de gestion intertemporelle de la ressource qui permet de mettre en communication des ressources passées avec des ressources présentes et futures. Si la monnaie est utilisée de la sorte, autrement dit si la fonction de paiement agit sur elle-même comme une fonction récursive de modification de l'état de nos créances et de nos dettes, si elle permet de relier l'utilisation de nos ressources passées, présentes et futures, nous estimons qu'il devrait logiquement en découler une satisfaction optimale des agents. Il n'est pas anodin de rappeler ici que le mot « monnaie » a pour racine étymologique « monere » qui en latin signifie « se souvenir » mais également « conseiller » et « avertissement préalable », comme si la monnaie, ce signe tangible de l'intangible, fonctionnait de façon identique à une mémoire de nos actes.

Dans la continuité de notre approche fondée sur les graphes monétaires, il est intéressant de mentionner que la sémantique de Kripke peut se formaliser comme un graphe temporel qui représente un ensemble de mondes reliés par une relation transitive d'accessibilité. Les flèches du graphe temporel indiquent une accessibilité et permet de faire un raisonnement quand on est dans un monde (ou une ère) en exprimant des propositions au sujet des propriétés de ses voisins (les autres mondes, les autres ères) et des propositions sur les propriétés des voisins des voisins (relation transitive entre le passé et le présent, puis entre le présent et le futur par exemple). La relation d'accessibilité est une liberté et une égalité qui est toujours transitive, conformément aux propriétés relationnelles souhaitables que nous avons énoncé au début de ce contrat de gestion de droit d'usage. Cette transitivité est une propriété que l'on retrouve au cœur du système de gestion intertemporelle que nous proposons dans ce contrat dans lequel les trois temps du passé, du présent et du futur peuvent se médiatiser les uns les autres selon l'orientation des flèches transactionnelles afin de donner naissance à des catégories d'activités différentes. La transitivité d'un système monétaire est le gage de son extensibilité à tous les agents qui se connectent. A l'intérieur des systèmes sémantiques, il est possible de formaliser tous les processus opérationnels de gestion temporelle de la valeur : économiques, éthiques, politiques, écologiques, déontiques. Avec de tels instruments logiques on peut formaliser les chemins temporels de transfert de la valeur en lui permettant de se réaliser dans n'importe quelle zone temporelle ou spatiale de notre choix. On dispose ainsi au travers de ces graphes temporels d'un outil de programmation de très haut niveau scientifique et technique.

Indépendance des activités

Un point important à préciser est que le contrat de droit d'usage monétaire ainsi que la mise en œuvre du graphe transactionnel sur les différents types de biens supposent nécessairement que tous les agents soient indépendants. Que cela soit comme travailleurs indépendants, société civiles ou commerciales, entités autonomes dans une organisations, services publics distincts, communes, collectivités locales, départements, régions, services ministériels dans les grands corps de l'Etat, il est absolument fondamental que chaque agent soit autonome spatialement et temporellement, relationnellement et économiquement, juridiquement et comptablement. Ce qui ouvre le contrat de droit d'usage à tous les types de statuts juridiques, à l'exception d'un seul, le salariat, qui ne répond à aucun des critères d'autonomie que nous avons mentionné.

Placé sous la subordination juridique de son employeur, le salarié est mis structurellement dans une situation de domination non souhaitable et totalement antinomique avec les valeurs d'égalité et de justice sociale prônées par ce contrat. Il découle de cet état d'infériorité légale que le salarié n'est pas responsable de ses actes, et qu'il n'a qu'une obligation de moyen et aucune obligation de résultat dans son travail. Or cette absence de culture du résultat irradie dans tout le fonctionnement des organisations qui emploient des masses de salariés importantes. Notamment les organisations mutualistes et coopératives, issues du monde du capitalisme, qui sont non exclusives et coopératives dans leurs ambitions et leurs objets sociaux d'intérêts généraux, mais dont le mode de management est aux antipodes des valeurs affichées. Ainsi, les entreprises mutualistes de notre époque, non cotées car sans actionnaires, bien qu'elles soient censées échapper à la « tyrannie des lois du marché », accueillent souvent en leur sein un management rigide, lié à leur taille et aussi à la complexité de leur gouvernance compliquée. C'est, par exemple, le cas des mutuelles d'assurances dont certaines sont rongées par les réunions, les process, les chiffres. La réglementation qu'elles critiquent les a en réalité protégées et leur a offert le loisir de développer des gouvernances et des organisations d'une redoutable inefficacité. La même observation vaut pour les grandes associations et évidemment pour le secteur coopératif.

Quand on tourne les yeux vers le secteur public qui est sans aucun doute le plus gros pourvoyeur de postes salariés, le malaise est à son comble. Dans le secteur hospitalier par exemple, tout est mesuré, ce qui contribue à généraliser le mal-être des salariés. Presque chaque geste du personnel est scruté, compté, évalué, standardisé, alors que d'un autre côté les rémunérations sont de moins en moins revalorisées obligeant le personnel soignant à travailler pour un salaire de misère. Cette division du travail, cette flexibilité (un aimable terme managérial pour désigner la précarisation généralisée des conditions de travail) et cette rationalisation extrême nuisent à la qualité des soins et aux relations avec les patients. Si les personnels sont déshumanisés, c'est l'ensemble des relations à l'intérieur de l'hôpital qui perdent en chaleur et en humanité. Certains pourront y voir la mise en concurrence entre le secteur privé et le secteur public, d'autres y verront la mise sous contrainte budgétaire de l'éducation et de la santé. Pourtant d'autres secteurs tels que l'éducation national n'ont aucun objectif de maximisation des profits et connaissent néanmoins un semblable malaise. Toutes ces structures ont un point commun qui est leur verticalité, leur masse salariale énorme et les immenses disparités en terme de rémunération. Globalement que l'on soit dans une structure publique ou privée, le nombre d'échelles hiérarchiques d'une organisation est proportionnel à la disparité des rémunérations entre la personne qui se trouve au sommet et le troupeau qui se trouve à la base. Cela encourage donc les personnes à se battre par tous les moyens afin de progresser dans l'échelle hiérarchique le plus souvent en écrasant les autres, conformément aux principes managériaux basés sur la rivalité et l'exclusivité des meilleurs postes.

Il faudrait avoir le courage de regarder lucidement la situation en face pour rompre avec cette tradition du salariat qui est la chaîne de non-valeur qui unit les ouvriers et les patrons dans le conflit permanent. Tous les débats relatifs à l'amélioration de ce statut social - qui fut sans doute un progrès historique quand on le compare à des statuts antérieurs moins enviables tels que le servage mais qui constitue de nos jours une force rétrograde de déclin accéléré de l'ensemble des secteurs de la production industrielle et commerciale - sont biaisés. Et l'origine de cette contrefaçon aussi massive que dramatique, c'est le renoncement du salarié à la liberté fondamentale d'organiser et de diriger son activité comme il le souhaite : le salarié ne peut ni choisir son lieu de travail (étant systématiquement affecté dans des endroits qu'il ne décide pas, si ce n'est « mis au placard » quand il déplaît à ses supérieurs), ni choisir son temps de travail (il en est alors réduit à travailler plus pour gagner plus, ou à travailler plus pour gagner un salaire de misère, variante nord-américaine du travailleur pauvre utilisé comme variable d'ajustement du chômage structurel). Il ne peut pas non plus décider de ses relations professionnelles, et se retrouve le plus souvent propulsé dans des équipes qu'il ne connaît pas avec des gens pour lesquels il ne ressent aucune affinité. Il ne peut pas décider du prix de son travail, négocié par d'autres, tandis qu'au prétexte d'un statut sécurisé par un CDI, son taux journalier de rémunération est systématiquement réduit de 30% par rapport au taux d'un travailleur indépendant. Il est donc facile à comprendre que privé de toutes les dimensions spatiale, temporelle, relationnelle, numéraire et comptable qui lui permettraient d'exister économiquement, socialement, écologiquement, le salarié ne soit pas en mesure de souscrire aux objectifs du développement durable ni de participer à la programmation intertemporelle.

Gouvernance des systèmes d'échange égalitaires

Afin de parfaire les règles statutaires fondées sur l'égalité, la liberté, la solidarité et l'indépendance de tous les agents qui participent à une communauté de paiement, nous posons que le réseau de paiement coopératif et mutualiste devra se constituer comme une organisation de producteurs et d'échangeurs indépendants. Pour que cette indépendance soit constitutive d'un nouveau mode de gouvernance qui lui ressemble dans ses principes comme dans ses ambitions, nous posons que l'organisation des agents indépendants devra recourir à une gouvernance communautaire horizontale connue depuis les années 2000 sous le nom de *Holacratie*.

L'holacratie (ou parfois holocratie, *holacracy* en anglais) est une forme de management constitutionnel, fondée sur la mise en œuvre formalisée de modes de prise de décision et de répartition des responsabilités communs à tous dans une constitution. Opérationnellement, elle permet de disséminer les mécanismes de prise de décision au travers d'une organisation avec une autorité distribuée et des équipes auto organisées, se distinguant des modèles pyramidaux top-down plus classiques fondés sur l'idéologie du salariat et de la domination.

L'holacratie est souvent comparée à la *sociocratie*, un système de gouvernance développé beaucoup plus tôt, inspirée des systèmes vivants et prônant les principes d'auto-organisation. Sociocratie et holacratie s'appuient sur des processus de décisions précis et structurés, accordent un rôle central à la raison d'être de l'organisation et des cercles qui la composent. Ainsi, les quatre principes fondamentaux de la sociocratie se retrouvent-t-ils dans l'holacratie : gouvernance par cercles, double lien, gestion par consentement et élection sans candidat.

Toutefois les nombreux échecs d'implémentation de la méthode holacratique dans les entreprises laissent à penser que la structure du salariat fondée sur les schémas de subordination reste encore très prégnante. Voilà pourquoi en lieu et place de l'approche constitutionnelle de la holacratie fondée sur des règles communes et une organisation managériale à portée excessivement psychologique, nous préconisons une approche beaucoup plus fonctionnelle, pragmatique et concrète basée sur un ensemble de critères matériels permettant de définir plusieurs formes d'autonomies et de pouvoirs décisionnels à réunir pour pouvoir parler d'*Holacratie*.

- *Autonomie juridique* : chaque personne, qu'elle soit physique ou morale, existe juridiquement, et dispose d'une autonomie de décision pleine et entière dans le choix de ses statuts, de ses contrats ; de ses engagements, de ses instruments, de ses collaborateurs et de ses apparténances.
- *Autonomie économique* : chaque personne, qu'elle soit physique ou morale, existe économiquement, et dispose d'une autonomie de décision pleine et entière pour produire et échanger les biens de son choix, ainsi que pour procéder à des offres et à des demandes sur les biens de son choix.
- *Autonomie comptable* : chaque personne, qu'elle soit physique ou morale, existe comptablement, et dispose d'une autonomie de décision pleine et entière pour choisir un système comptable, et pour paramétrier des systèmes de répartition en sélectionnant la balance comptable de son choix.
- *Autonomie programmatique* : chaque personne, qu'elle soit physique ou morale, existe programmatiquement, et dispose d'une autonomie de décision pleine et entière pour déterminer sa structure de cercle concentrique dynamique, et pour programmer son champ d'échange temporel.
- *Autonomie monétaire* : chaque personne qu'elle soit physique ou morale, existe monétairement, et dispose d'une autonomie de décision pleine et entière pour réaliser des actes de lecture, d'écriture et d'interprétation monétaire de son choix, sur tout support physique ou numérique de son choix.
- *Autonomie politique* : chaque personne, qu'elle soit physique ou morale, existe politiquement, et dispose d'une autonomie de décision pleine et entière pour choisir une procédure de vote qui respectera l'ensemble des critères de rationalité et lui permettra d'exprimer toutes ses préférences.

En lisant ces six principes de l'indépendance, piliers fonctionnels des organisations holocratiques, on constate qu'aucun salarié ne dispose à ce jour de la moindre de ces six compétences, qui ne peuvent être acquises, développées et cultivées que par les agents qui ont fait le choix de l'autonomie à tous les niveaux.

Règles égalitaires de répartition

Le contrat de droit d'usage monétaire met en œuvre la relation d'égalité au niveau juridique et comptable pour proposer des solutions concrètes de répartition de la richesse et de gestion des rapports de production et d'échange fondées sur le modèle de la coprospérité ou capitalisme solidaire. Il permet d'envisager une politique d'investissement concentrée sur l'économie locale, le développement de projets participatifs dans tous les domaines liés aux besoins et aux capacités, la consolidation et le renforcement des instruments de production, la création et la préservation de communs économiques, sociaux et écologiques liés à la qualité de vie.

Nous partons du principe que ce n'est ni la politique, ni le management, ni l'économie, ni la fiscalité, ni la sociologie qui pourront apporter une réponse concrète à la difficile et ancienne question de la répartition des richesses, mais c'est la comptabilité, dans la mesure où cette discipline cumule deux fonctions introuvables ailleurs : *la traçabilité et la numéricité*. De facto, cela signifie que seule la comptabilité est susceptible de mettre en œuvre la relation d'égalité (ou d'équivalence) dans les questions de répartition des richesses. La méthode proposée consiste donc à distinguer les différents traitements de la richesse en fonction de leur correspondance avec chacun des trois grands types de livre comptable : le compte de résultat, de bilan et de transaction.

- *Egalité des comptes de résultat* : égalité proportionnelle entre ce que l'on donne et ce que l'on reçoit, égalité proportionnelle entre la quantité de revenus octroyés et le niveau d'efficience d'un travail, égalité proportionnelle du prix à la quantité et à la qualité d'un produit ou d'un service.
- *Egalité des comptes de résultat* : égalité proportionnelle de ce que l'on reçoit et de l'intensité du besoin (qui est une fonction combinée de l'utilité et de la rareté). Egalité proportionnelle entre ce que l'on reçoit et l'intensité de la demande (qui s'exprime comme un ordre de préférences).
- *Egalité des comptes de bilan* : égalité proportionnelle du pourcentage de contribution au montant des revenus ou de la richesse, égalité proportionnelle du niveau d'engagement à l'intensité du besoin et de la demande, égalité au capital social de toutes les contributions et engagements.
- *Egalité des comptes de bilan* : égalité du pourcentage de participation du capital social et aux produits économiques indépendamment du montant des apports en nature, en numéraire ou en industrie, égalité du pourcentage de participation aux décisions politiques de la société ou du projet.
- *Egalité des comptes de transaction en nature* : égalité des échanges compensatoires par l'obtention d'un solde nul de créances et de dettes en fin d'exercice, égalité du montant d'échange de produits et services entre agents regroupés en catégories de même puissance économique.
- *Egalité des comptes de transaction en numéraire* : égalité des échanges en numéraire par l'utilisation d'un compte créditeur ou débiteur de même nature, égalité du montant de créance et de dette monétisable entre agents regroupés en catégories de même puissance économique

Ainsi ce qui distingue fortement le modèle de la coprospérité et de l'économie sociale et solidaire d'un modèle capitaliste néo-libéral basé sur la compétition, c'est le fait de distinguer les pratiques de gestion du compte de résultat et du compte de bilan, et de ne pas traiter un compte de bilan comme s'il s'agissait d'un compte de résultat. Cela permet au modèle de la coprospérité et de l'économie sociale et solidaire d'introduire un troisième livre de transaction quasiment inconnu du modèle capitaliste néo-libéral et permettant d'ouvrir la pratique des échanges à un consensus collectif des membres de la communauté d'échange.

Transformer des données en valeurs d'échanges

Il existe un paradoxe problématique dans le fait que dans une époque caractérisée par l'importance centrale des bases de données dans le fonctionnement de l'économie, nous utilisons encore des instruments financiers qui ne nous permettent que d'échanger des voitures et des chèvres, en restant rivés à des pratiques proches du

troc, mais qui sont incapables de mettre en correspondance et de représenter monétairement l'incroyable diversité des valeurs et des monnaies qui sont aujourd'hui traitées par les bases de données.

Or la relation d'équivalence mathématique est la seule solution de paiement réelle et universelle *qui permettrait à tout agent d'utiliser n'importe quelle forme de modèle de valeur ou de monnaie comme des moyens de règlements sécurisés, inclusifs et décentralisés représentables par des graphes transactionnels.*

Chaque agent économique est un entrepôt de valeur monétaire représenté par ses données, ce qui signifie donc que chacun en réalité est l'équivalent d'une banque par la puissance de traitement partagée de la donnée dont il peut bénéficier pour réaliser des transactions. De nos jours, on met souvent l'accent sur les menaces que les bases de données font peser sur la liberté des personnes, mais on ne met jamais l'accent sur le fait que la gestion partagée des bases de données transactionnelles permettrait potentiellement à n'importe quel agent de se libérer de la mainmise des banques sur les conditions de l'échange monétaire et financier dans le monde.

Si on veut caractériser le traitement de l'information monétaire nécessaire à la réalisation de l'échange décentralisé, elle n'est pas une information spécifique ou réservée à un certain nombre d'acteurs financiers, mais une information commune à tous ceux qui acceptent la règle du jeu de l'échange.

Voilà pourquoi il convient de traiter les transactions comme une base de données relationnelle et commune au moyen du *mappage des données*. En informatique et en gestion, le mappage de données est le processus de traitement, de mise en correspondance et d'intégration des données différentes, notamment :

- Traitement ou médiation entre des sources de données différentes et des destinations de données différentes pour du multi-canal
- Identification des relations d'égalité entre les données de même valeur dans le cadre de l'analyse de la lignée des mouvements de données
- Sécurisation des transactions par le recours à un identifiant d'utilisateur dans le cadre d'un projet d'anonymisation des données échangées
- Consolidation de plusieurs bases de données en une seule et identification des colonnes de données redondantes à trier, à consolider, ou à éliminer

Cette opération de mappage consistant à transformer des données produites en données échangées au moyen d'une interface décentralisée de cartographie des paiements s'appelle un *graphe transactionnel*.

Le graphe transactionnel se définit comme un instrument de mappage et de planification des paiements permettant de prendre en charge tous les types de valeurs de façon intuitive et automatique.

Par exemple, une entreprise qui souhaite transmettre et recevoir des achats et des factures avec d'autres entreprises pourrait utiliser le mappage de données pour créer des cartes de données à partir des données d'une entreprise vers des messages ANSI ASC X12 standardisés pour des éléments tels que des bons de commande et des factures, qui automatiseraient le traitement des écritures comptables.

C'est parce que le graphe transactionnel est un langage mathématique universel fondé structurellement sur *la théorie des catégories*, qu'il va permettre de comprendre que l'ensemble des opérations économiques, comptables, financières et monétaires peuvent être unifiées et simplifiées, distribuées et rendues efficientes, développées et administrées par de simples dessins avec des flèches, des valeurs et des nœuds.

Sécurité du système de règlement coopératif

A une époque où culmine le vol, la fraude, la contrefaçon, les rançons, qui produisent en retour la surveillance généralisée, la lourdeur des procédures de contrôle et le blocage quasi-systématique de toutes les transactions,

comment une simple règle mathématique pourrait nous permettre d'échanger tous les types de valeurs sans devoir les vérifier individuellement une à une et tout en apportant une sécurité absolue aux parties ?

La sécurité repose sur *l'opérateur d'équivalence* qui joue le rôle d'un *mécanisme de consensus* à 3 niveaux :

1. Le système est sécurisé dans la mesure où il autorise les agents à ne mettre en exécution que les transactions pour lesquelles existe une égalité stricte ou non stricte des paiements représentés au sein du graphe. Le système est réel car les valeurs sont annulées périodiquement et cela évite toute position dominante de quelques nœuds du réseau, contrairement à ce que l'on peut voir dans toutes les blockchains (symétrie).

2. La sécurité des échanges est assurée par l'égalité du résultat de l'échange : dès lors que ce résultat est égal, l'échange devient valable indépendamment de l'origine de la valeur ou de la destination de la valeur, ce qui laisse une totale liberté dans les choix de valeurs à échanger (identité). Le souci de l'origine de la valeur n'existe que lorsque l'échange est inégal. Lorsque l'échange est égal, toutes les valeurs deviennent légales.

3. Le réseau est sécurisé car l'indifférence de l'échange égal aux valeurs que l'on échange permet à la transaction de jouer le rôle d'un validateur décentralisé des termes de l'échange : lorsque l'échange se réalise de façon égale, il devient prouvable, ce qui permet au réseau de grandir et de faire l'économie de lourdes infrastructures de validation (transitivité). Ainsi, le réseau devient scalable sans tomber dans le gigantisme.

L'opérateur d'équivalence mathématique est plus contraignant que le seul *principe de la compensation* des opérations dans la mesure où il rajoute à la règle de symétrie la règle de l'identité et de la transitivité. Mais en contrepartie de cela, l'efficience de l'opérateur d'équivalence mathématique est de permettre aux agents de procéder à des échanges prouvés en mettant en correspondance n'importe quelle source ou types de données différentes. L'égalisation de la balance des paiements est une règle comptable programmatique et constructiviste qui apporte une sécurité en terme capacité de règlement et une inclusivité en terme de capacité d'échange. Elle permet de déployer un méta système d'échange qui englobe tous les systèmes monétaires *account based* et *token based*, ainsi que toutes les valeurs contenues dans les données comptables des agents.

La relation d'équivalence dans les paiements libère et sécurise les transactions entre les agents :

- Convertibilité générale des systèmes fiat et crypto fonctionnant enfin de façon reliée
- Monétisation et exploitation des valeurs comptables figurant au bilan des entreprises
- Promotion de la valeur d'usage pour une consommation responsable des ressources
- Convergence des comportements autour du développement coopératif et mutualiste
- Non-contingementement de l'accès au système d'échange à un apport en devises fiat ou crypto
- Abolition des dettes et des créances excédentaires par l'égalisation de la balance des paiements
- Réduction de la concentration des richesses par l'accessibilité du système de financement
- Visibilité des transactions par l'emploi d'un grand livre public et la comptabilité en partie triple

Par similitude avec les quatre libertés logicielles d'un logiciel libre (open data), un échange sécurisé s'établit en référence à quatre libertés économiques que reconnaissent entre eux ses utilisateurs :

- La liberté du choix des monnaies (toutes les transactions sont monétisables),
- La liberté d'utilisation des ressources (économiques et monétaires)
- La liberté de production de toute valeur (toutes les productions sont évaluables)
- La liberté d'échanger (proposer, comptabiliser) dans l'unité monétaire choisie.

Ainsi et pour la première fois dans le grand débat sur les valeurs, nous sommes en mesure de démontrer que *la liberté, la sécurité et la solidarité* des transactions se fondent sur *la relation d'équivalence mathématique*.

Représentation des transactions monétaires par les variables d'états

La balance équilibrée s'apparente au morphisme d'un objet mathématique dans lui-même. On peut donc rattacher son fonctionnement à la théorie des catégories qui étudie les possibilités de transformation des graphes, sans que jamais il soit nécessaire de faire référence aux éléments ou aux objets qu'ils contiennent.

Cela suggère que la balance équilibrée fonctionne comme une *variable d'état* alors que la balance déséquilibrée fonctionne comme une *variable d'objet*. Nous trouvons ici une antinomie entre deux conceptions monétaires, l'une basée sur les valeurs continues et les relations monétaires, l'autre basée sur les valeurs discrètes et les unités de compte monétaires. Appelons ces deux conceptions monnaie privée et monnaie publique.

Dans sa présentation de la logique contradictoire, le Philosophe Stéphane Lupasco oppose deux termes qui sont la potentialisation et l'actualisation. Ces deux termes décrivent l'état d'un système si bien qu'on peut les considérer comme deux indicateurs fondamentaux pour la variable d'état. Si on rapporte ces deux pôles antagonistes au monde de la finance, on dira que la potentialisation (ou *virtualisation*) renvoie au traitement de la monnaie comme information entrant dans un programme, alors que l'actualisation (ou *physicalisation*) renvoie au traitement de la monnaie comme une énergie de réalisation matérielle de ce programme.

La monnaie programmable est une variable d'état alors que la monnaie non programmable est une variable d'objet, et quand on regarde le fonctionnement du monde financier au XXIème siècle dans lequel les banques font encore de la monnaie de manière centralisée sous la forme d'objets (pièces et billets), on arrive facilement à la conclusion que les structures institutionnelles du monde actuel ne sont pas prêtes pour accueillir la monnaie programmable tout simplement parce qu'elle se fonde sur un nouveau paradigme.

Donner de la dynamique à la monnaie, cela consiste à passer des valeurs discrètes aux valeurs continues, donc à procéder à une potentialisation de la monnaie afin que par cette mise en puissance elle devienne une pure fonction du langage performatif, autrement dit la variable d'état d'un programme.

Donner de l'énergie à la monnaie, cela consiste à passer des valeurs continues aux valeurs discrètes, donc posséder à une actualisation de la monnaie sous la forme d'un objet physique afin que par cette actualité elle fournit une preuve de vérité et de valeur de tout le processus programmatique qui l'a engendrée.

En fait ce qui est fascinant avec la monnaie comme variable d'état est qu'elle se détache totalement de l'ancien paradigme de la monnaie comme valeur matérielle, tant pour les questions de sécurité que pour les questions de performativité. En effet la potentialisation ne se fonde ni sur une quantité d'objets précieux ni sur un process de matérialisation, elle en serait même l'inverse en un certain sens. Les transformations de la variable d'état ne dépendent que du langage de programmation et les limitations d'ordre quantitatif ou d'ordre de grandeur ne l'affectent pas : elle est indépendante de tout cela. C'est pourquoi nous parlons de monnaie scalable.

Les transactions monétaires réalisées au moyen d'un graphe équilibré orienté et pondéré sont représentables sous les trois états de monnaie potentielle, de monnaie actualisée et de monnaie référentielle.

1 - *En tant que monnaie potentielle*, un graphe équilibré orienté et pondéré peut être utilisé pour représenter des transactions monétaires qui pourraient potentiellement se produire. Par exemple, un graphe orienté et pondéré peut être utilisé pour représenter les intentions de transactions entre différents acteurs, ainsi que leurs montants respectifs. Les poids des arcs peuvent être utilisés pour représenter le montant des transactions possibles entre les acteurs. Par exemple, un arc entre deux acteurs peut être pondéré à 10, ce qui signifie que le montant de la transaction possible en période de graphe préparatoire entre les deux acteurs est de 10.

2 - *En tant que monnaie actualisée*, un graphe orienté et pondéré peut être utilisé pour représenter des transactions monétaires exécutoires. Par exemple, si un arc entre deux acteurs a été pondéré à 10, cela

engendre une obligation de réaliser une transaction entre les deux acteurs de 10. Par ailleurs, le fait de considérer que la monnaie actualisée regroupe l'ensemble des transactions exécutables et exécutées selon le critère du respect de la balance des paiements de chaque agent permet de sécuriser l'ensemble du système. Elle garantit l'absence de situation débitrice ou créditrice qui justifierait le recours aux unités de compte

3 - *En tant que monnaie de référence*, un graphe orienté et pondéré peut être utilisé pour représenter le capital financier ou l'unité monétaire ou la richesse symbolique qui vont servir de valeurs de références pour distribuer du droit d'usage monétaire à l'intérieur du réseau afin de permettre la transformation de la monnaie potentielle en monnaie actualisée, dès lors que les conditions relatives à l'équilibre de la balance des paiements l'autorisent. Sans cette valeur de référence qui fonctionne non plus comme unité de compte mais comme unité pivot, non seulement il serait impossible de distinguer entre une monnaie potentielle et une monnaie actualisée, mais tout passage de l'une à l'autre destiné à convertir les potentialités en réalisations serait impossible. Une telle approche de l'instrument monétaire comme tiers inclus et hétéronome inaugure une nouvelle forme de relations économiques et monétaires ayant pour but de rendre les personnes autonomes.

Actuellement ces trois fonctions de monnaie potentielle, de monnaie actuelle et de monnaie de référence ne sont pas différenciées ce qui explique pourquoi les unités de compte monétaires posent tellement de difficultés et condamnent inéluctablement le fonctionnement du système financier à des crises ininterrompues.

Pourquoi en est-il ainsi ? Tout simplement parce que la différenciation entre potentiel, acte et référence n'existe pas dans le système monétaire et financier capitaliste. La seule détermination valable est la possession de la matière (ou de monnaie-marchandise) qui joue tous les rôles, celui de potentiel, de réalisation et de valeur de référence. Or un système purement matériel est un système mortifère car profondément entropique et voué à la destruction à la fois des milieux et des êtres vivants qui le font fonctionner de façon violente.

Le fait de pouvoir différencier la puissance, l'acte et la référence conformément à l'objectif de ces trois concepts ontologiques que l'on trouve dans la Philosophie d'Aristote afin de décrire le devenir finalisé des êtres vivants a pour conséquence de faire sortir le paradigme monétaire de son enfermement dans la matière pour le refonder sur le double concept d'information (définie comme espace virtuel de représentation symbolique des transactions potentielles dans le graphe) et d'énergie (définie comme espace physique de réalisation réelle des transactions actualisées du graphe). Dans une telle perspective, la valeur de référence n'est plus la croissance dans la mesure où celle-ci n'est pas et n'a jamais été constitutive d'un véritable but, mais le progrès basé sur l'utilisation d'un référentiel (bien commun) censé faire converger les intérêts des individus et les conduire dans le sens d'une élévation de l'être, de l'avoir et du faire vers une finalité qui en donne également la cause.

Ainsi dans l'approche qui est la nôtre, le potentiel n'a plus le sens de « matière » comme cela était le cas chez Aristote, mais bien celui « d'information » faisant fonctionner la monnaie information-énergie comme une variable d'état sans cesse potentialisée et actualisée par l'ensemble des agents qui l'utilisent.

Dans la philosophie d'Aristote, la puissance, l'acte et la référence sont trois concepts fondamentaux qui sont étroitement liés et qui sont utilisés pour décrire les processus co-évolutifs du vivant :

La puissance, ou "dunamis" en grec, est la capacité ou la possibilité de réaliser quelque chose. Cela peut être une potentialité physique, comme la capacité d'un groupe à construire une maison, ou une potentialité intellectuelle, comme la capacité d'un individu à apprendre une langue. La puissance est une condition préalable à l'acte, car pour qu'une action se produise, la puissance doit être mise en œuvre.

L'acte, ou "energeia" en grec, est la réalisation graduelle et effective de quelque chose qui la conduit vers son plus haut degré d'achèvement. C'est le résultat de la mise en œuvre de la puissance permettant à une personne ou à un groupe d'atteindre leurs objectifs principaux et d'accomplir leurs projets. Cette énergie pourra prendre le sens d'un effort, d'un travail, d'un déploiement d'actions réalisés pour une fin déterminée.

La référence, ou "kata" en grec, est la relation entre une chose et une autre, dans laquelle l'une est considérée comme étant "selon" ou "par rapport à" l'autre. La référence est importante dans la pensée aristotélicienne car

elle permet de décrire comment les choses sont liées les unes aux autres. Par exemple, on peut dire qu'une transaction est faite en référence à une valeur monétaire, temporelle ou spatiale.

Dans la perspective d'une économie du développement durable qui se veut être une économie de vie basée sur des objectifs à atteindre au moyen d'une action programmatique capable de tenir compte de son milieu, adopter un tel système monétaire relié et différencié constituerait un changement de paradigme fondamental et un grand bon en avant vers une société moins matérielle et beaucoup plus relationnelle.

Inscription d'une transaction dans un graphe comme valeur potentielle

Les transactions que l'on veut exécuter sont inscriptibles et indéfiniment modifiables dans le graphe pendant toute la période d'ouverture du graphe sans aucune condition liée à la situation financière des agents.

Le graphe monétaire équilibré est inclusif et décentralisé, ce qui signifie qu'il est ouvert à toutes les transactions exécutables par les agents. Les agents qui inscrivent une transaction dans le graphe doivent s'assurer qu'ils ont bien la capacité de l'exécuter, car si tel est le cas ne pas leur donner cette possibilité serait injuste.

A ce jour, l'incapacité financière ou chômage transactionnel fait que d'innombrables agents ne peuvent pas réaliser leurs projets faute d'accord bancaire sur leur financement. Cela produit une situation où la plupart se retrouvent dans l'impossibilité de contribuer au bien de la collectivité à la hauteur de leur capacité.

Par ailleurs la limitation des transactions de marché aux acteurs solvables et rentables aboutit à exclure de la sphère des échanges toutes les activités sociales et environnementales qui ne répondent pas à ces critères. Il en découle une irresponsabilité délétère des agents et des institutions de marché dont on ne vient à bout qu'en brisant la dimension exclusive et rivale de l'accès à la monnaie basée sur la vision de l'échange restreint.

Selon Amartya Sen, la pauvreté est une privation de liberté, celle d'exprimer le potentiel que chacun possède dans l'existence. A l'inverse, la richesse proposée par le graphe monétaire équilibré consiste à permettre à chacun d'exprimer son potentiel à travers des actes de partage et d'échange, afin que par cette articulation de l'individuel et du collectif tous disposent des mêmes chances pour exprimer leur potentiel de façon optimale.

Cette expression repose sur une construction relationnelle équilibrée et harmonieuse et pas sur une accaparation déséquilibrée et violence de biens monétaires. Pour toutes les personnes préoccupées par l'égalité, la liberté et le bonheur, le graphe monétaire fonctionne comme une véritable alternative aux unités de compte monétaires, permettant de promouvoir un *homo reciprocans* en lieu et place d'un *homo mercantis*.

Exécution de la transaction d'un graphe comme valeur actualisée

Les transactions peuvent être inscrites et corrigées dans le graphe monétaire jusqu'à la date de clôture du graphe. Au moment de la clôture du graphe, seules les transactions équilibrées sont exécutables.

En application de cette règle collective, seules les transactions exécutables sont conservées. Le graphe clôt est figé dans son état et les transactions exécutables sont enregistrées dans un registre.

A toutes les étapes de sa réalisation, le droit d'usage monétaire nécessite de recourir à une technologie d'écriture qui repose sur deux solutions distinctes (qui parfois peuvent n'en former qu'une) :

- Un graphe des transactions qui permet de représenter les opérations dans un schéma
- Un registre des transactions qui permet de comptabiliser les opérations dans une table

Pour assurer l'égalité des droits d'accès, de consultation et de modification des informations portées sur le registre et le graphe, il est recommandé que la gestion de ceux-ci soit distribuée entre tous les participants.

Par définition, une technologie de registre distribué est simplement une base de données décentralisée gérée par plusieurs participants. Elle enregistre l'historique des transactions sur des nœuds de manière décentralisée. Chaque nœud valide et enregistre les transactions simultanément. Les enregistrements ont chacun un horodatage unique et doivent faire l'objet d'une signature cryptographique, gage de la sécurité et de l'incorruptibilité du réseau. Chaque changement ou modification du registre doit faire l'objet d'un consensus des nœuds, qui doivent voter pour s'assurer de la sécurité et de la légitimité de chaque mise à jour.

Une DLT n'est donc régie par aucune autorité centrale agissant comme un arbitre ou un gestionnaire. Ces registres distribués permettent de garantir une meilleure transparence, mais aussi une meilleure sécurité d'un réseau, plus compliqué à pirater qu'une base de données centralisée et administrée de façon autoritaire.

Une chaîne de blocs, ou blockchain, est un type particulier de DLT, dont l'un des grands mérites est d'avoir relancé l'engouement des chercheurs, des entrepreneurs et même du grand public autour des problématiques techniques liées aux DLT, qui n'étaient jusqu'alors dignes d'intérêt que pour les spécialistes.

Visibilité et incorruptibilité des transactions conservées dans un graphe

Nous appelons comptabilité en partie triple la garantie donnée aux parties qu'une transaction basée sur l'échange de messages électroniques signés d'offre, d'acceptation et de validation fera l'objet d'un enregistrement partagé fiable dans un registre commun distribué mettant en œuvre le principe WYSIWIS (« *What You See Is What I See* ») et permettant ainsi non seulement de créer le premier système d'échange en monnaie publique mais également de donner à chacun les mêmes pouvoirs en terme de contrôle.

L'authenticité d'une valeur de référence est étroitement liée à sa visibilité car la transparence et la clarté sont des éléments clés qui permettent aux gens de comprendre et d'accepter cette valeur en tant que norme ou modèle à suivre. En d'autres termes, la visibilité d'une valeur de référence facilite l'acceptation de celle-ci par les autres car cela leur permet de la comprendre et de la juger sur des critères objectifs. Elle favorise également la compréhension et le suivi de cette valeur par les participants. Par exemple, si une entreprise prône la transparence dans ses pratiques commerciales et que cette valeur est clairement définie et communiquée à tous les employés, il est plus probable que les employés adhèrent à cette valeur et l'appliquent dans leur travail.

La visibilité constitue un critère important de lutte contre les injustices et les fraudes en tout genre. Elle vient heurter frontalement le principe du secret bancaire qui institutionnalise la monnaie comme un bien privé. Mais il ne faudrait pas penser que la comptabilité en partie triple se réduit à un registre public distribué et inaltérable ou à une procédure de vérification des opérations / écritures économiques ou financière par toutes les parties concernées par la transaction. En réalité, la comptabilité en partie triple est révolutionnaire car elle propose une méthode d'écriture qui met en place pour la première fois le principe de la connexion des comptes. Il s'agit d'une disruption totale dans la méthode d'écriture qui a prévalu durant des siècles dans les comptabilités en partie simple puis double, basées sur l'isolement, puis sur la séparation et l'opposition des comptes.

L'innovation de la comptabilité en partie triple pourrait être analysée comme l'introduction d'un procédé d'écriture comptable relationnelle dans un domaine où l'on a toujours considéré que la sécurité comptable devrait nécessairement procéder d'un traitement matériel par séparation et par opposition. La comptabilité en partie triple pourrait se définir comme une base de données relationnelle dans laquelle le reçu est la transaction, l'inscription est le paiement, l'émetteur est le récepteur, la monnaie interne est la monnaie externe, le compte privé est le compte public, le créancier est le débiteur, l'acheteur est le vendeur... Ainsi la comptabilité en partie triple est non seulement une méthode d'écriture comptable particulièrement pertinente pour enregistrer les transactions et proposer de nouvelles normes d'audits économiques et financiers basés sur la transparence et l'authenticité du compte public, mais on peut également la considérer comme une nouvelle méthode de traitement relationnel et non plus matériel des opérations et des informations économiques. C'est sur cette dernière question, plus rarement évoquée, que la promesse est selon nous la plus grande.

Poursuites judiciaires en cas d'inexécution d'une transaction

En cas d'inexécution des transactions inscrites et actualisées dans un graphe, il est important de prendre des dispositions pour résoudre le problème et rétablir la cohérence du système. Plusieurs options sont possibles en fonction de la nature du graphe et des transactions impliquées :

- Annuler ou modifier la transaction : Dans certains cas, il est possible d'annuler ou de modifier la transaction en cause pour éviter que l'inexécution ne se propage à l'ensemble du graphe. Par exemple, si une transaction financière est refusée en raison d'une erreur de saisie, il est possible d'annuler la transaction et de la refaire correctement.
- Rééquilibrer le système : Si l'inexécution affecte l'équilibre du système, il peut être nécessaire de prendre des mesures pour le rééquilibrer. Par exemple, si une transaction dans un réseau de transport en commun entraîne une surcharge de passagers sur certaines lignes, il peut être nécessaire de réaffecter les ressources pour répartir la charge de manière équitable.
- Effectuer une compensation : Dans certains cas, il peut être possible de compenser l'inexécution en effectuant une autre transaction qui rétablit l'équilibre du système. Par exemple, si une entreprise ne peut pas livrer une commande à temps en raison de problèmes de production, elle peut proposer un rabais ou une livraison gratuite pour compenser le client.
- Résoudre le problème à la source : Enfin, il est important de prendre des mesures pour résoudre le problème à la source afin d'éviter que l'inexécution ne se reproduise à l'avenir. Cela peut impliquer de modifier les procédures de transaction, d'identifier les personnes ayant un comportement non coopératif ou malhonnête et de prévoir des sanctions.

En résumé, la disposition à prendre en cas d'inexécution des transactions prévues dans un graphe dépendra du contexte et de la nature des transactions impliquées. Il est important de comprendre la source du problème et de prendre des mesures pour rétablir la cohérence du système.

Contestation et règlement judiciaire des conflits

Comme dans tout contrat, nous prévoyons une clause de règlement des conflits afin de permettre aux agents de régler leurs différends dans l'intérêt du bon fonctionnement de leur communauté d'échange.

Comme nous l'avons indiqué plus haut, le contrat de gestion de droit d'usage monétaire comporte de nombreux éléments matériels permettant aux agents de fonder leurs arguments sur des preuves : la visibilité du graphe transactionnel et la visibilité de la comptabilité en partie triple, ainsi que la visibilité de opérations inscrites sur les registres décentralisés ou éventuellement enregistrées chez un notaire permettent à chacun de s'assurer de son bon droit et de procéder à des revendications basées sur des éléments tangibles.

Compte tenu de la nature relationnelle de ce contrat, nous recommandons fortement de privilégier les solutions négociées ou arbitrales par lesquelles un compromis respectant les intérêts de chacun pourra être trouvé. Cette forme de compromis bienveillant devra être recherchée dans toutes les instances qui gèrent les organisations de règlement coopératif et mutualiste basées sur la mise en œuvre d'un graphe d'échange monétaire.

Dans tous les cas relatifs à une inexécution matérielle des engagements contractuels pris lors d'une participation à un graphe d'échange monétaire, la responsabilité civile contractuelle de l'argent sera engagée si le préjudice causé résulte de l'inexécution d'un contrat. Dans le cas inverse, la responsabilité délictuelle de l'agent sera engagée en cas de préjudices causés en dehors du contrat d'échange issu du graphe.

Dans les cas les plus graves d'actions, de propos ou de comportements avérés qui portent atteinte au bon fonctionnement des systèmes de règlements ou des organisations qui les gèrent, il pourra être décidé de procéder à une exclusion temporaire ou définitive des personnes qui n'ont plus leur place dans le réseau.

Pacification liée à la fonction de paiement multi-dimensionnelle

Le contrat de droit d'usage propose de mettre en place de nouveaux systèmes de paiement plus égalitaires, libres, sécurisés et solidaires, ce qui dans la nature profonde de ce projet a pour but de produire un monde de paix. S'intéresser au paiement consiste à s'intéresser à ce qui sert à faire la paix, conformément à l'étymologie commune de ces deux mots : payer, paix, *pacare*. Le verbe payer a une étymologie surprenante : il remonte au latin classique *pacare* « faire la paix », dérivé de *pax*, *pacis* « paix » (d'où paix et *peace* en anglais), qui a pris en bas latin le sens moral de « satisfaire, apaiser », puis dans les langues romanes le sens plus concret de « donner de l'argent, pour satisfaire ou apaiser ». On sait depuis longtemps que les bons comptes font les bons amis !

Au-delà de ce sympathique rappel étymologique, il convient de ne pas oublier que les structures proposées dans le contrat de droit d'usage monétaire sont des structures propices à la paix :

- Au niveau des statuts des biens, il n'existe pas seulement deux statuts possibles de biens qui s'opposent de façon binaire mais quatre statuts possibles de biens : dès lors, l'opposition stérile entre bien public et bien privé doit céder le pas à une structuration beaucoup plus complète et complexe.
- Au niveau des statuts des monnaies, il n'existe pas seulement deux statuts possibles de monnaies fiat et crypto, ni seulement deux modes de gestion centralisée et décentralisée qui s'opposent de façon binaire mais quatre statuts possibles de monnaies : sachant que les fiats et les cryptos ne sont que des monnaies de niveau un et deux dans l'échelle des valeurs du développement durable, leurs aficionados devraient un peu ouvrir les yeux pour s'intéresser à d'autres formes monétaires plus vertueuses.
- Au niveau des structures temporelles, il n'existe pas seulement une forme de temps qui serait le *chronos*, mais trois formes de temps que l'on appelle le *chronos*, le *kairos*, et *l'aïon*.
- Au niveau des systèmes comptables, il n'existe pas seulement deux types de comptabilités comme on aime à le répéter dans les universités de droit et de science de gestion, mais bien trois formes car la comptabilité en partie triple constitue une rupture de méthode totale par rapport aux deux autres.
- Au niveau des systèmes d'échanges économiques et monétaires, l'égalité ne se réduit pas à une similarité entre deux quantités ou deux valeurs. L'égalité possède une définition mathématique qui repose sur trois critères à respecter cumulativement : l'identité, la réciprocité et la transitivité.

Ainsi c'est en sortant de la vision limitée d'un monde binaire en confrontation permanente que l'on se donnera les moyens d'accéder à une vision élargie d'un monde trinitaire et surtout quaternaire sans avoir besoin d'acheter une paire de lunettes *oculus* au fondateur d'un réseau social hégémonique dans le binaire.

Ethique du système d'échange et de règlement par la valeur

Sachant que les applications des graphes monétaires équilibrées sont très larges et qu'elles peuvent autant être mises en œuvre au moyen d'un tableau et d'un feutre que d'une infrastructure numérique très complexe, notre approche partira du principe que toute propriété technique souhaitable consiste en réalité en une qualité éthique encore plus souhaitable dans la mesure où ce que l'on réalise éthiquement n'a pas besoin d'être supporté technologiquement. L'éthique étant le siège de la puissance humaine, la réalisation intérieure d'un principe est toujours préférable à la projection extérieure du même principe sur une règle ou un outil.

L'idée de ce paragraphe est de poser quelques principes permanents d'une éthique qui se veut à la fois individuelle et collective, dans la mesure où l'éthique privée doit nécessairement être relayée par une éthique publique si l'on souhaite que les citoyens du monde développent entre eux des échanges fructueux.

Les principes qui nous paraissent les plus nécessaires sont les suivants :

- Discipline intérieur, effort vers le détachement et vers la purification de soi. Cette recherche du non-ego est la règle primordiale de l'intelligence sociale.
- Principe de la plus grande valeur. Toute activité de production et d'échange n'a d'autre but que de produire la plus grande valeur économique, sociale et écologique pour chacun et pour tous. Cela induit une approche multidimensionnelle qui ne fait pas l'impasse sur la complexité.
- Recherche du juste. Etablissement de rapports authentiques, sincères, juste, équilibrés et harmonieux entre les êtres, qu'ils soient humains ou non-humains. Cela signifie donc la condamnation de la violence mais aussi du secret. Car le secret (tel le secret bancaire) est ce qui affecte le plus dangereusement les rapports humains entre eux. Il faut donc que tout se passe autrement et au grand jour, dans la lumière et de façon publique pour empêcher l'iniquité sociale, écologique et financière de prospérer.
- Exigence d'une finalité noble. Les activités humaines doivent in fine reposer sur une aspiration noble, un but légitime basé sur la réponse aux besoins de développement humain, et sur le fait de se mettre au service du bien de tous les êtres sans distinction de race, de culture ou de condition.
- La décentralisation, la sécurité et la scalabilité sont des principes éthiques publiques qui découlent logiquement du respect des quatre premiers principes. Dans le domaine industriel, que cela soit en matière de transport, d'énergie ou d'éducation, le bénéfice de la décentralisation devrait toujours être rappelé pour ne pas céder aux tentatives hégémoniques d'un centralisme autoritaire. Il n'existe pas de marché ni de démocratie véritable sans le respect de cette éthique publique.

Implémentation du système de règlement coopératif

Chercher à partager l'usage de la monnaie est un challenge considérable. L'implémentation du réseau d'échange et de partage de la valeur repose sur quatre phases fondamentales, chacune jouant un rôle stratégique pour assurer la robustesse et la viabilité du système. Il s'agit du développement et de la validation théorique, du développement pratique par les cas d'usage, de la conception technique par les cas expérimentaux et enfin du développement technique par les cas commerciaux.

Ces étapes permettent de garantir à la fois la cohérence théorique du projet, son adaptation aux réalités économiques et sociales, ainsi que son financement progressif à travers des applications concrètes.

1. Développement et validation théorique : une approche mathématique et contractuelle

La première phase de l'implémentation repose sur un développement théorique structuré autour des fondements économiques, juridiques et mathématiques du droit d'usage monétaire.

Ce travail permet d'assurer la robustesse conceptuelle du système et d'établir un cadre structuré pour la gestion des transactions économiques et financières dans les systèmes d'échanges coopératifs.

Le contrat de droit d'usage monétaire, tel que présenté dans *La Théorie de l'Échange Juste*, constitue le socle juridique du projet. Il s'agit d'un méta-contrat qui définit les principes fondamentaux d'un système monétaire où l'échange n'est plus basé sur l'accumulation de liquidités mais sur l'égalisation des balances de paiement. Ce contrat repose sur une infrastructure algorithmique permettant de programmer des transactions équilibrées et réciproques entre agents économiques, en s'éloignant des logiques de crédit-dette.

D'un point de vue formel, ce système s'appuie sur une modélisation par graphes de transactions monétaires qui remplace la monnaie marchandise par une monnaie programmable. Ce modèle garantit une scalabilité, une sécurisation des échanges et une décentralisation du règlement sans nécessiter une contrepartie monétaire immédiate. Il repose sur un principe de réversibilité monétaire, où chaque échange n'est pas une conversion définitive mais un cycle de réattribution de valeur dans un cadre comptable équilibré.

Le développement théorique met également en avant la distinction entre biens, services, ressources et droits, et propose une reclassification des transactions économiques selon des critères des différents statuts (privé, groupe, commun, public). Ce modèle dépasse ainsi les limites de l'échange classique en intégrant des formes d'échange plus durables, basées sur l'évaluation, la circulation et la distribution des ressources.

Cette première phase permet de préciser les critères d'optimisation et de résilience du système en s'appuyant sur des métriques économiques, comptables et sociales, garantissant ainsi un alignement avec les objectifs de développement durable (ODD). Une fois ces éléments validés, la mise en œuvre pratique peut débuter.

2. Développement pratique par les cas d'usage : expérimentation et ajustement du modèle

La deuxième phase du projet consiste à tester et ajuster le modèle à travers des cas d'usage concrets. Cette étape est essentielle pour s'assurer que les principes théoriques fonctionnent dans des contextes économiques variés et répondent aux besoins des utilisateurs. Elle permet également de structurer les mécanismes d'interaction entre les agents économiques et d'affiner les règles de gestion des balances de paiement.

Les cas d'usage doivent être diversifiés pour couvrir différents secteurs :

Commerce local et circuits courts : mise en place d'un système de paiement basé sur le droit d'usage pour structurer une économie circulaire sans recours à la dette ni à l'accumulation monétaire.

Accès aux services essentiels : test de la capacité du réseau à financer des services de santé, d'éducation ou de mobilité par le biais de monnaies d'usage sans spéculation.

Échange de droits et de ressources : expérimentation d'un marché de réciprocité où des agents échangent non seulement des produits et services mais aussi des droits d'usage sur des biens communs.

Réseaux coopératifs d'entreprises : application du modèle à des consortiums d'entreprises cherchant à optimiser leurs relations contractuelles et comptables à travers un système d'ajustement automatique des balances de paiement.

L'expérimentation repose sur une série de prototypes et d'itérations successives, permettant d'évaluer l'efficacité du système et d'en améliorer les fonctionnalités. L'objectif est d'identifier les mécanismes optimaux de régulation et d'interopérabilité pour une adoption à plus grande échelle.

3. Conception technique par les cas expérimentaux : première mise en fonctionnement du modèle

Quand on réfléchit à une stratégie d'implémentation technique pour développer un graphe de transaction décentralisé, sécurisé et scalable dans une communauté d'agents, les choix techniques se portent sur :

Des questions d'infrastructures telles que le type de contrat, le type de registre,

Des questions de superstructures telles que le type de logiciel de data mapping, le type d'interface de graphe (un outil open source serait sympa)

Des questions d'outils de transmission telles que type de messagerie (électronique, téléphonique),

Des questions de format de transmission telles le type de service de message court

Il est important de considérer que le choix dont nous parlons fonctionne dans les deux sens, depuis le graphe monétaire vers l'infrastructure et plus largement depuis l'infrastructure vers le contrat de gestion de droit

d'usage monétaire. Nous sommes clairement ici au croisement de deux réalités, dans un rapport d'échange qui fonctionne de façon commutative dans un double sens et qui s'apparente donc à un chiasme.

L'implémentation d'un graphe de transaction décentralisé et scalable dans un contexte spatial et temporel particulier va justifier le recours à des technologies plus ou moins lourdes en termes d'enregistrement, de représentation et de transmission de données. Le but dans tous les cas sera de choisir des solutions techniques accessibles en tout point du réseau qui vont faciliter la conclusion des accords entre les agents.

Conformément à ce qui a été expliqué plus haut dans l'article sur la résilience du droit d'usage, il sera pertinent de considérer le contrat de gestion de droit d'usage monétaire comme le software qui, implanté dans le hardware des infrastructures techniques décentralisées (de type blockchain, *tangle* ou *hashgraph*), va leur permettre d'atteindre leur plus haut niveau de scalabilité, de sécurité et de décentralisation.

Quel que soit le choix effectué, l'exigence que nous posons *in fine* consiste à n'utiliser que des solutions techniques existantes, si possible open-source et gratuites, et à n'envisager un travail supplémentaire de développement que pour procéder à leur intégration. Dans tous les cas l'implémentation du droit d'usage se doit de recourir à des méthodes agiles qui relèvent de l'innovation d'usage et pas de l'innovation technique.

4. Développement technique par les cas commerciaux : structuration et financement de la plateforme

Une fois le modèle testé et validé à travers des cas d'usage, et une fois les choix technologiques réalisés par les cas expérimentaux, la dernière phase consiste à développer l'infrastructure technique et commerciale permettant de déployer le système à grande échelle. Cette phase repose sur la mise en œuvre des outils numériques nécessaires et la définition des modes de financement pour assurer la pérennité du réseau.

Le développement technique du projet repose sur l'implémentation d'un graphe de transaction décentralisé, sécurisé et scalable, adapté aux contraintes spécifiques de chaque communauté d'agents économiques.

Plusieurs éléments clés sont à prendre en compte :

Infrastructures : choix du type de contrat, de registre, et des bases de données distribuées permettant la gestion des transactions monétaires en pair-à-pair.

Superstructures : sélection des outils logiciels de gestion des flux et d'interface de visualisation des transactions, en privilégiant des solutions open-source.

Transmission des données : mise en place des protocoles de communication et des formats de transmission permettant l'enregistrement et la validation des transactions en temps réel.

Ce développement technique ne peut être financé que par l'intégration progressive du système dans des projets commerciaux viables qui démontrent sa valeur ajoutée. La plateforme d'échange coopératif doit ainsi être structurée autour d'une offre commerciale attractive, basée sur les cas d'usage validés. Il ne s'agit pas simplement d'un outil expérimental, mais d'un instrument économique permettant d'optimiser les échanges dans différents contextes d'application.

Enfin, cette phase intègre également le contrôle de conformité juridique et réglementaire, afin de garantir que l'adoption du modèle ne se heurte pas à des obstacles institutionnels. L'intégration progressive dans des cadres légaux existants permet d'assurer une adoption fluide du système sans générer d'opposition frontale avec les régulations monétaires et financières en place.

Conclusion : une approche évolutive et scalable

Le déploiement du réseau d'échange et de partage de la valeur suit une logique progressive et itérative, combinant approche théorique, expérimentation et structuration technique. Cette méthodologie garantit à la fois la viabilité conceptuelle du modèle, son adaptation aux réalités économiques et sociales, et sa capacité à être financé par des applications concrètes. En intégrant ces trois étapes, le projet s'inscrit dans une trajectoire

durable où les innovations d'usage prennent sur les innovations purement techniques, assurant ainsi une adoption progressive et efficace du droit d'usage monétaire dans l'économie réelle.

Tokenisation des trois fonctions du système de règlement

Compte tenu de la nature éminemment comptable du réseau d'échange et de partage de la valeur, nous sommes en mesure de résumer ses principales fonctions dans une définition algébrique unique et assez simple. Cette formule a le mérite de présenter structurellement son mode de fonctionnement sécurisé et son originalité par rapport aux systèmes existants pour faciliter sa mise en œuvre ainsi que la compréhension de sa valeur.

Réseau d'échange et de partage de la valeur = Signature Token + Business Token + Administration Token

Ainsi 3 tokens de nature différente suffisent pour faire fonctionner tout le réseau d'échange coopératif. Chaque token remplit une fonction essentielle dans l'organisation et la régulation du réseau coopératif.

Ce système vise à garantir la transparence, la sécurité et l'équilibre des échanges en structurant les interactions économiques selon trois catégories distinctes : le Token Signature, le Token Business et le Token Administration. Ces trois tokens ne représentent pas des actifs numériques en soi, mais définissent les fonctions et rôles qui encadrent les processus d'authentification, d'échange et de gouvernance au sein du réseau.

Le Token Signature (Authentification) regroupe toutes les fonctions liées à l'identification, la certification et la confiance au sein du réseau. Il s'assure que chaque participant est bien reconnu et conforme aux règles en vigueur avant d'interagir économiquement avec les autres membres. La fonction KYW (Know Your Wallet) garantit que chaque utilisateur respecte les critères d'adhésion et les exigences prudentielles. La gestion des identités assure une identification unique et sécurisée de chaque acteur du réseau, évitant ainsi toute fraude ou usurpation. Le système de clés cryptographiques (clé publique / clé privée) permet de signer numériquement les transactions, assurant ainsi l'intégrité et l'authenticité des engagements contractuels. Le droit d'auteur est protégé grâce à la certification des créations numériques ou matérielles, qui bénéficient d'un enregistrement infalsifiable garantissant leur origine et leur propriété. Les certificats numériques permettent de valider des qualifications, des transactions ou des engagements spécifiques. L'attribution de rôles définit les responsabilités de chaque membre dans le système, tandis que la réputation assure un suivi dynamique de la fiabilité et des performances des participants, influençant leur accès aux services et opportunités du réseau.

Le Token Business (Transaction) regroupe toutes les fonctions liées aux échanges économiques entre les membres du réseau. Il définit les règles de transaction, garantit la cohérence entre l'offre et la demande et assure la traçabilité des opérations commerciales. Les principales fonctions dévolues au token business sont les suivantes : la politique transactionnelle établit les conditions générales qui encadrent les interactions, fixant des critères d'admissibilité et de conformité. La gestion des actifs regroupe l'ensemble des ressources disponibles dans le réseau, qu'il s'agisse de biens physiques, de services ou d'actifs numériques mutualisés. Les offres correspondent aux propositions de biens ou services émanant des membres, avec des conditions précises d'échange (tarification, accès, restrictions). Les demandes permettent aux membres d'exprimer leurs besoins afin d'organiser efficacement la mise en relation entre offreurs et demandeurs. L'enregistrement des transactions consigne chaque opération économique, garantissant une transparence totale et une traçabilité complète. La décision collective encadre les mécanismes de gouvernance participative, permettant aux membres d'influencer les évolutions du réseau selon des principes démocratiques et coopératifs.

Le Token Administration (Gestion) est chargé des fonctions de supervision et de gouvernance qui garantissent la stabilité et la durabilité du système. Ses principales fonctions fondent une superstructure de contrôle. La constitution définit les principes fondamentaux du réseau, notamment ses règles de fonctionnement, ses objectifs et ses mécanismes de régulation. La gestion de la monnaie publique repose sur un capital financier open source sous forme d'usufruit partagé, avec des règles précises concernant sa création, sa distribution et son utilisation. La surveillance permet d'assurer un équilibre systématique des paiements, empêchant les

transactions qui mettraient en péril la viabilité du réseau. Les solutions algorithmiques aident les membres à optimiser leurs échanges et à ajuster leurs transactions pour éviter toute asymétrie financière ou comptable. La coordination du réseau est assurée par deux mécanismes : le smart fork, qui permet d'améliorer qualitativement les processus de gouvernance, et le smart join, qui facilite une expansion maîtrisée du réseau en garantissant une intégration progressive et efficace des nouveaux participants. Enfin, l'aide à la décision met à disposition des outils permettant d'optimiser les choix collectifs en respectant des critères de rationalité, facilitant ainsi des prises de décision cohérentes et adaptées aux objectifs stratégiques du réseau.

La combinaison des trois tokens (*Token Signature*, *Token Business*, *Token Administration*) présente selon nous un potentiel stratégique considérable pour construire un écosystème décentralisé robuste et cohérent. Chaque token apporte des fonctionnalités spécifiques qui, combinées, permettent une gestion intégrée et efficace des échanges et des interactions dans la communauté. Le *Token Signature* garantit la sécurité, l'authenticité et la traçabilité des identités, des droits d'auteur et des transactions. Il crée une infrastructure cryptographique fiable qui protège les utilisateurs et les données. Le *Token Business* structure et régule les interactions économiques. Il définit les offres, les demandes et les transactions, tout en assurant une transparence grâce à l'enregistrement des échanges et à des règles établies. Le *Token Administration* ajoute une couche de gouvernance stratégique, permettant de gérer de façon intelligente les ressources (monnaie publique, actifs) et d'équilibrer les relations économiques via des outils algorithmiques, tout en animant et développant la communauté.

Ensemble, ces trois tokens permettent un renforcement de la gouvernance et de la confiance. Le *Token Signature* fournit une base sécurisée pour authentifier les acteurs et protéger leurs actions. Le *Token Business* met en place des mécanismes économiques transparents qui renforcent la confiance dans les échanges. Le *Token Administration* garantit que ces échanges restent équilibrés et alignés sur les règles définies, tout en permettant une gouvernance participative. Cette combinaison permet de proposer une organisation décentralisée où la transparence, la sécurité et la participation collective sont pleinement garanties.

La combinaison des trois tokens crée également un système modulaire et interopérable, où chaque token joue un rôle spécifique tout en s'intégrant aux autres. Cela permet une grande résilience face aux dysfonctionnements potentiels. Les fonctionnalités de coordination offertes par le *Token Administration*, telles que le smart fork et le smart join, facilitent l'adaptation et la croissance de la communauté.

L'optimisation des interactions économiques est un autre atout majeur de cette combinaison. La gestion des certificats et des réputations via le *Token Signature*, la gestion des offres et des demandes via le *Token Business*, et les solutions algorithmiques pour équilibrer les paiements via le *Token Administration* minimisent les frictions dans les échanges. Cela crée un environnement économique fluide et participatif, où les interactions entre membres sont facilitées. Chaque token a une valeur complémentaire et irréductible aux deux autres.

Les applications concrètes de cette combinaison sont nombreuses. Elle peut servir de cadre sécurisé et gouverné pour des plateformes d'échange communautaires, permettant le partage de ressources et de services entre membres. Elle favorise également des écosystèmes économiques ouverts, basés sur la mise en commun et la gestion de biens communs grâce à une gouvernance transparente et participative. Enfin, elle soutient des modèles financiers innovants par une monnaie publique open source permettant des transactions équitables et accessibles. Cette trinité marque la spécificité du fonctionnement de l'économie coopérative.

Cependant, des limites et précautions doivent être considérées. La coordination de ces trois tokens nécessite une architecture technique robuste pour éviter les failles ou les incompatibilités. De plus, la compréhension et l'utilisation de ces systèmes doivent être simples et intuitives pour éviter une barrière à l'entrée. Enfin, il est crucial de garantir que les mécanismes de gouvernance restent démocratiques et inclusifs.

Conclusion :

La combinaison des trois tokens constitue un cadre puissant et innovant pour un écosystème décentralisé. En associant l'identité numérique (*Token Signature*), la structure économique (*Token Business*) et la gouvernance

stratégique (*Token Administration*), ce modèle peut répondre efficacement aux défis sécuritaires des échanges décentralisés tout en favorisant la coopération et le développement communautaire.

Pour maximiser son potentiel, il serait pertinent de tester cette combinaison dans un cas d'usage spécifique, tel qu'une communauté locale, une marketplace ou un système d'échange collaboratif, et d'ajuster les interactions entre tokens en fonction des résultats obtenus. Pour la réussite du projet, il est important que ces trois tokens fondamentaux soient combinés pour permettre aux personnes et aux groupes qui le souhaitent de disposer de tous les instruments nécessaires à l'élargissement d'un mouvement qui a commencé avec l'émergence des technologies d'échange et de registre distribué, mais qui doit maintenant développer ses propres concepts et construire sa propre organisation économique et sociale pour répondre aux aspirations de notre temps.

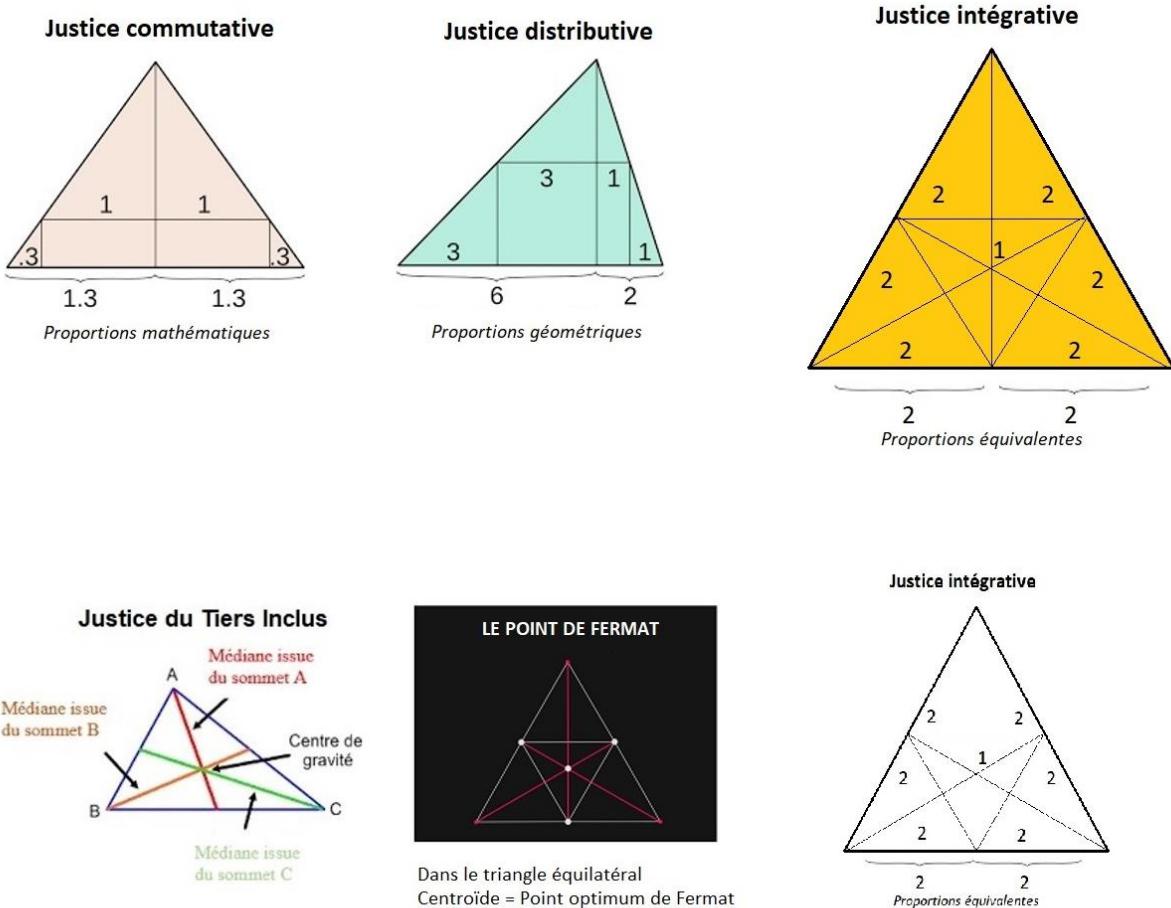
Contrat rédigé par Olivier Rocca le 12/10/2024 et distribué en version Logiciel Libre Copyleft.

Merci de mentionner le nom de l'auteur de ce document original pour toute reproduction, transformation, citation, commentaire, traduction et application informatique de ce document.

ANNEXES

PRESENTATION DU CONTRAT PAR LES GRAPHES

Correspondance entre les trois concepts de la justice
Et les trois propriétés mathématiques de la relation d'équivalence



On peut associer chaque concept de justice à une propriété spécifique de la relation d'équivalence :

- **Justice commutative** ↔ Symétrie

Les échanges sont réciproques et équilibrés symétriquement entre deux parties

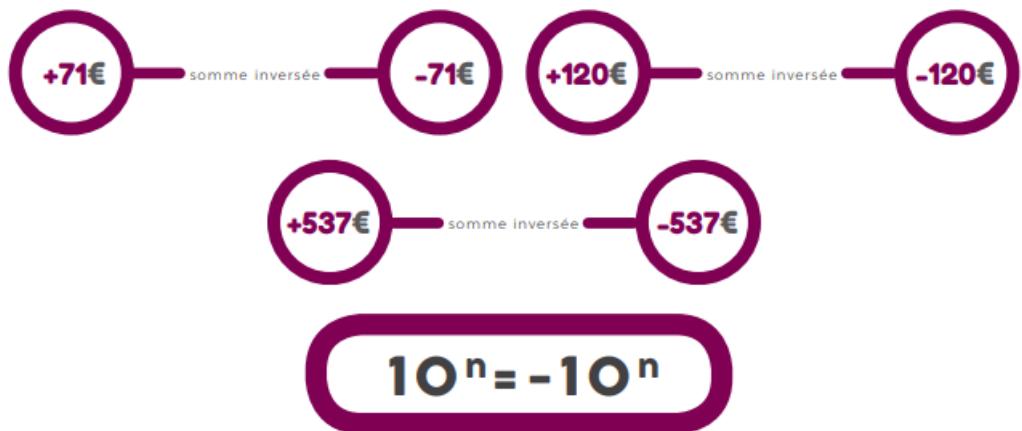
- **Justice distributive** ↔ Réflexivité

Les échanges sont proportionnels aux besoins et aux capacités de chaque individu

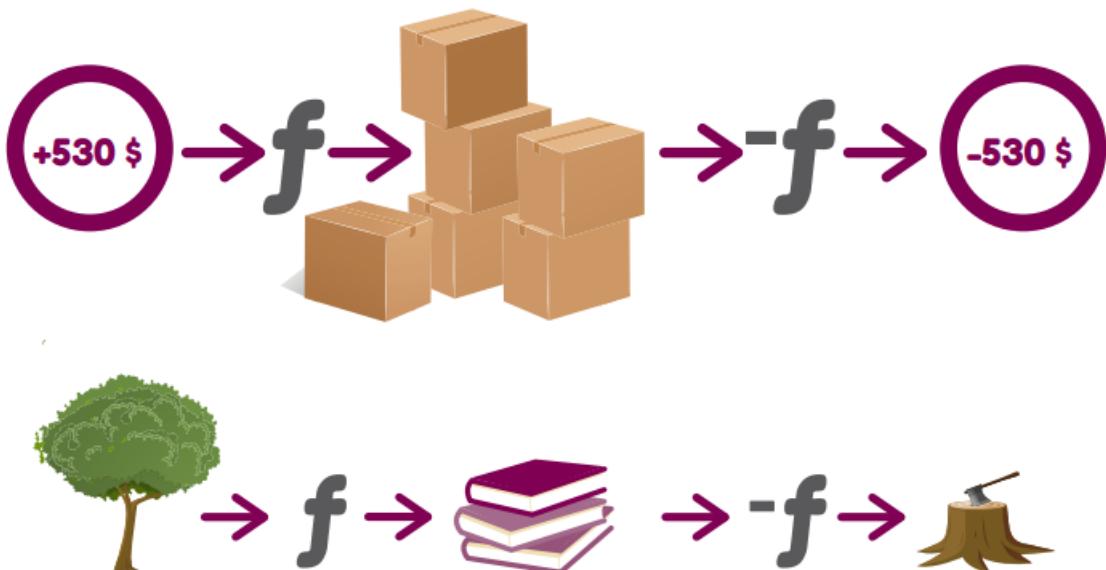
- **Justice intégrative** ↔ Transfert

Un échange est juste lorsque chaque terme est échangeable avec un même troisième

Le principe comptable de l'addition inversée



L'**addition inversée** n'est pas réciproque, car elle ne permet pas de retrouver la valeur d'origine. Autrement dit, il n'existe pas d'opération qui annule ou « inverse » directement l'addition d'inverses de deux valeurs pour reconstituer leur somme initiale. Pour cette raison, on qualifie l'addition inversée d'opération irréversible, comparable aux principes thermodynamiques d'irréversibilité, de dégradation de l'énergie et d'entropie croissante



Le principe comptable de la multiplication inversée

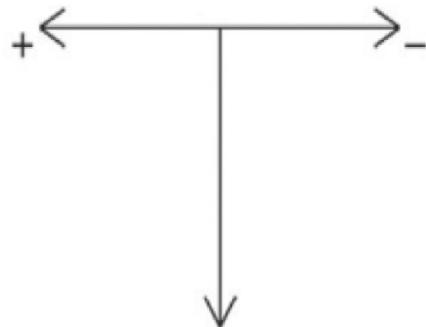


La **multiplication inversée** permet de projeter la valeur d'un nombre sur une autre échelle, tout en garantissant la possibilité de retrouver la valeur d'origine par une opération réciproque. Ainsi, on considère la multiplication inversée comme une opération réversible, introduisant une distinction fondamentale en termes de préservation des ressources et de durabilité.

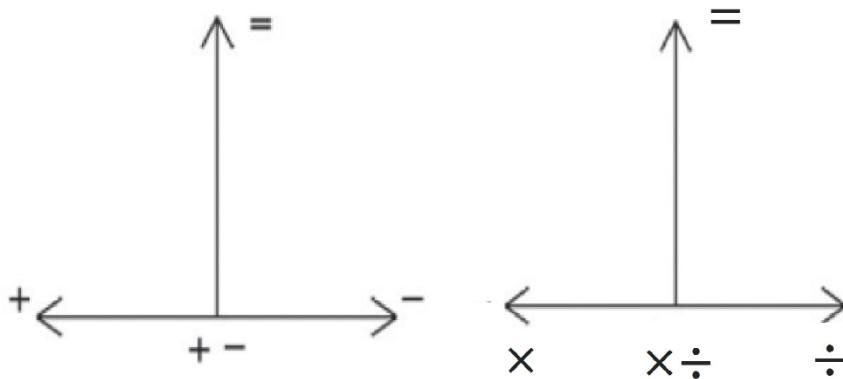


Les représentations comptables

De l'addition inversée et de la multiplication inversée



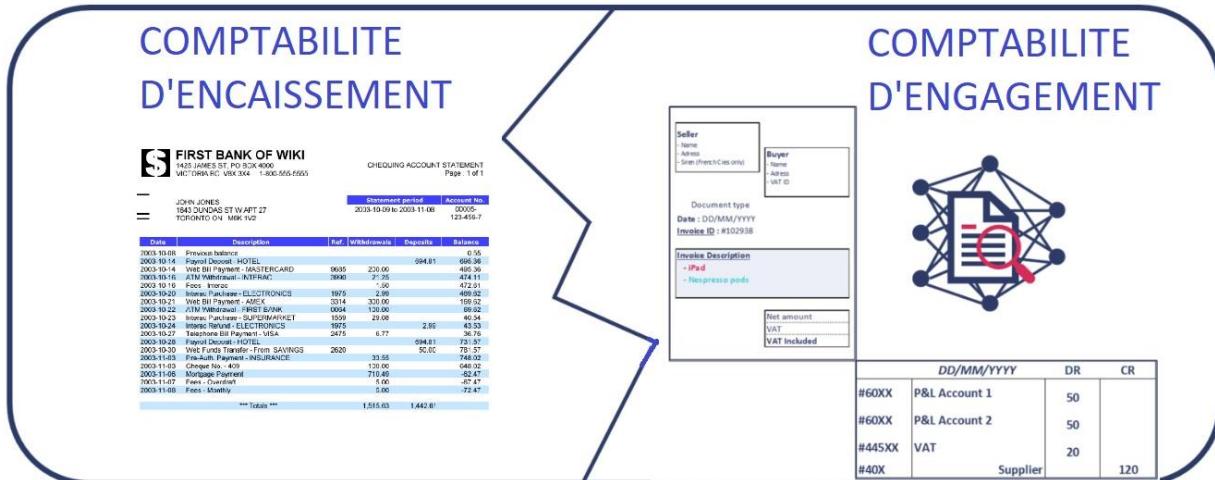
La comptabilité moderne, telle que nous la connaissons aujourd'hui, repose depuis le XVe siècle sur le principe de la comptabilité en partie double. Ce système, formalisé par Luca Pacioli en 1494, fonctionne essentiellement sur le principe de l'addition inversée, qui oppose le positif (+) et le négatif (-), et utilise les opérations d'addition et de soustraction pour enregistrer les transactions financières. Bien que la multiplication et la division soient présentes dans les analyses financières, elles ne sont pas fondamentales dans l'enregistrement des transactions quotidiennes.



Contrairement à la croyance commune, une balance comptable possède trois états possibles et pas deux états possibles. En effet, une balance comptable peut être négative (-) ce qui renvoie aux notions de dette, de déficit, de dépense et de passif, elle peut être positive (+) ce qui renvoie aux notions de créance, d'excédent, de recette et d'actif, et elle peut enfin être équilibrée, ce qui signifie que l'on a établi un rapport de proportionnalité entre les créances et les dettes, les excédents et les déficits, les dépenses et les recettes. Le fait que ce troisième état soit passé totalement inaperçu dans un monde où l'on fonctionne depuis 5 siècles sur une comptabilité en partie double (ou logique bivalente) et pas en comptabilité en partie triple (ou logique trivale) en dit long sur notre ignorance du concept d'équilibre dont dépend l'avènement d'une économie de la réciprocité.

Les deux modes d'enregistrement des transactions

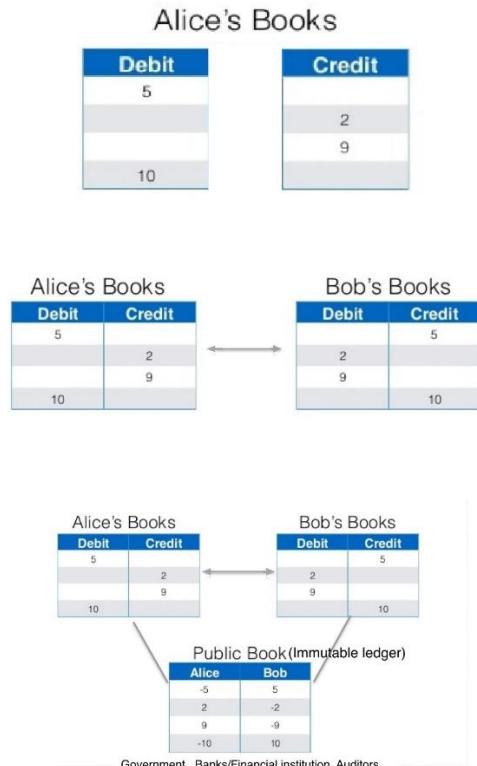
Dans la comptabilité simple et double



Comptabilité d'encaissement	Comptabilité d'engagement
Prend en compte seulement les factures déjà payées	Prend en compte les factures en attente de paiement
Permet un suivi à court terme	Permet un suivi sur le moyen et long terme, une anticipation, une programmation
Basée sur la situation financière des agents	Basée sur les transactions financières des agents
Première Loi de Kirchnoff : équilibre entre les entrées et les sorties au niveau des noeuds du graphe monétaire	Seconde Loi de Kirchnoff : équilibre entre ce que l'on donne et ce que l'on reçoit au niveau des arcs du graphe monétaire

L'enregistrement des transactions dans le livre public et décentralisé

De la comptabilité triple



La comptabilité en partie triple est un modèle particulier pour construire un grand livre commun par le biais de messages signés. Conçu et développée par Ian Grigg et Todd Boyle dans les années 1990 et au début des années 2000, la comptabilité en partie triple garantit que deux parties peuvent conserver un enregistrement partagé fiable en envoyant des messages signés d'offre, d'acceptation et de validation.

Si Alice souhaite mettre à jour l'enregistrement partagé, elle envoie un message signé à Bob via un système appelé Ivan ; si Bob est d'accord avec la mise à jour (et son accord est requis), il répond en acceptant la mise à jour dans un autre message signé sur Ivan ; enfin, Ivan vérifie la validité de la signature et, si tout est en ordre, signe également le procès-verbal. Le résultat est un accusé de réception signé, qui constitue un registre commun distribué mettant en œuvre le principe WYSIWIS (« What You See Is What I See »).

Comptabilité simple :	1 personne	Séparation des comptes	Livre Privé
Comptabilité double :	2 personnes	Opposition des comptes	Livre Privé
Comptabilité triple :	3 personnes	Connexion des comptes	Livre Public

Statuts des quatre biens et des quatre monnaies

	Exclusif	Non exclusif
Rival	Biens privés Marchandises Energies non renouvelables Produits de grande consommation	Biens communs Ressources naturelles et culturelles Savoirs et usages Ressources comptables
Non rival	Biens de club Services Prestations diverses Produits de faible consommation	Biens publics Domaines publics Services publics Droits humains fondamentaux

Les différents statuts des biens

	Exclusif	Non exclusif
Rival	Monnaie privée Monnaie fiat Monnaie métallique Monnaie scripturale et fiduciaire Monnaie bancaire	Monnaie de commun Monnaie réelle Monnaie de travail, de temps, d'énergie, d'information, de savoir Monnaie des postes comptables
Non rival	Monnaie de club Monnaie virtuelle Cryptomonnaie Points de fidélité Monnaie de jeu	Monnaie publique Droit d'usage monétaire Droit de règlement universel Balance des paiements Graphe de transaction

Les différents statuts des instruments

Règles de gestion des capacités des quatre instruments

<p>Instruments privés</p> <p>Les monnaies privées sont des monnaies de dette ou de créance qui correspondent aux monnaies bancaires et étatiques. Il s'agit de la seule forme de monnaie connue actuellement par le grand public. Leur fonction première est de permettre aux personnes de consommer des biens.</p>	<p>Instruments communs</p> <p>Les monnaies comptables sont des unités de valeur inscrites dans les systèmes financiers locaux pour refléter et optimiser l'utilisation des ressources réelles des organisations publiques et privées. Elles assurent une gestion transparente et interopérable grâce à un plan comptable unifié. Leur objectif est d'optimiser l'allocation des ressources.</p>
<p>Instruments de clubs</p> <p>Les monnaies de club sont des monnaies virtuelles à caractère spécifique qui sont distribuées afin de promouvoir certaines formes d'échanges, soit dans le cadre de la promotion des produits et services des entreprises, soit dans la promotion des systèmes de paiement décentralisés (cryptomonnaies).</p>	<p>Instruments publics</p> <p>Les monnaies publiques sont des monnaies universelles de transactions capables de connecter les créances et les dettes dans un système de comptabilité en partie triple représentable par un graphe. Leur but est de produire des cycles d'échanges équilibrés, transformateurs et pacificateurs.</p>

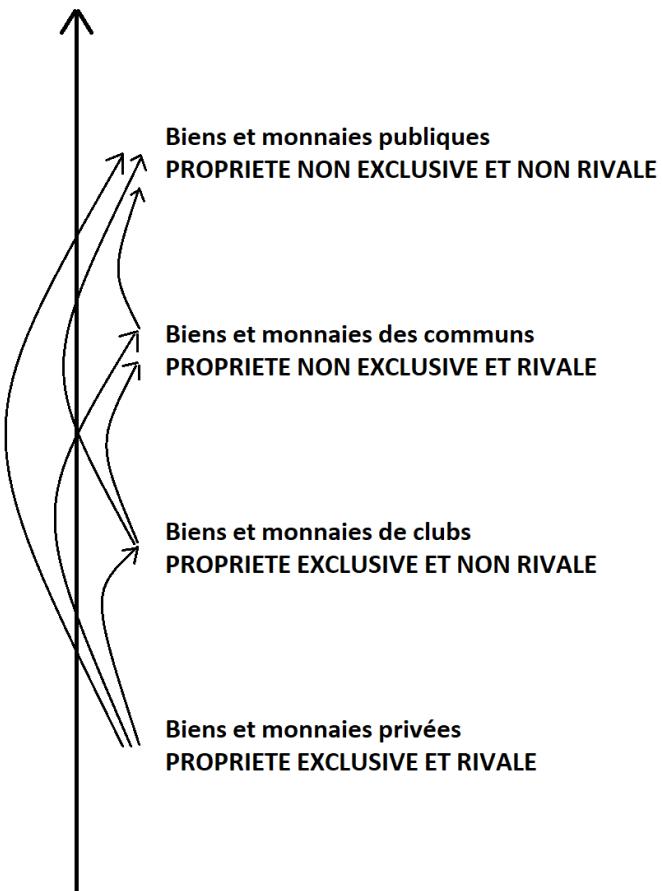
Les différentes typologies d'instruments

<p>Instruments privés</p> <p>Dans les systèmes économiques basés sur la monnaie privée (fiat monnaie), la capacité d'échange est basée sur la maximisation des créances (compagnies privées) ou sur la maximisation des dettes (intitutions étatiques).</p>	<p>Instruments communs</p> <p>Dans les systèmes économiques basés sur la monnaie du commun (ledger monnaie), la capacité d'échange est basée sur la répartition égalitaire des droits d'écriture, de lecture et d'interprétation des valeurs monétaires.</p>
<p>Instruments de clubs</p> <p>Dans les systèmes économiques basés sur la monnaie de club (crypto monnaie), la capacité d'échange est basée sur l'achat ou la distribution de crédits basés sur la participation, la fidélité, l'engagement, le rôle ou l'accès à un service.</p>	<p>Instruments publics</p> <p>Dans les systèmes économiques basés sur la monnaie publique (gens monnaie), la capacité d'échange est illimitée à la seule condition que les agents égalisent la balance de tout ou partie de leurs paiements avant exécution.</p>

Les différentes règles de gestion des capacités

Echelle de valeur du développement durable

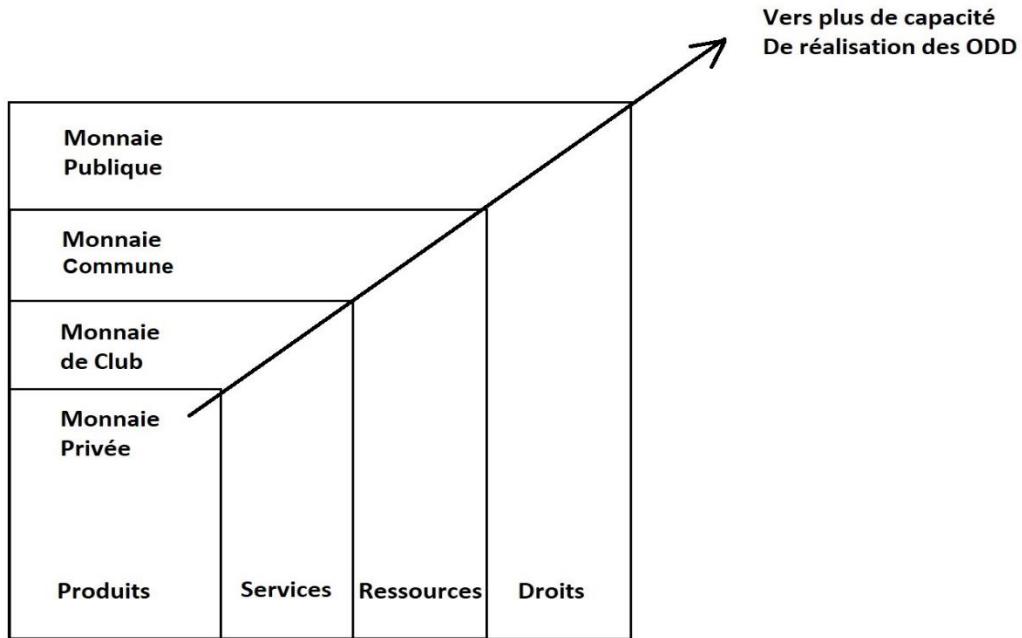
Vers le plus durable



Mutabilité des biens et Transférabilité des monnaies Dans les différents niveaux de l'échelle de la durabilité

« Il existe une méthode infaillible pour déterminer le niveau de convergence économique, sociale et environnementale d'un système d'échange, d'un système comptable, d'un groupement économique, d'une institution financière, d'un livre blanc pour une blockchain, d'un projet technologique, culturel ou social, d'une offre de service, d'un bien, d'une ressource, d'un droit, qui consiste à déterminer si son management et sa propriété ont un caractère rival ou pas, exclusif ou pas, c'est-à-dire un caractère durable ou pas ».

Hiérarchie des statuts monétaires en fonction de leur contribution aux ODD



Hiérarchie ascendante et intégration progressive :

Chaque niveau monétaire est inclus dans le niveau supérieur, ce qui reflète une progression dans la capacité de la monnaie à gérer des interactions économiques, sociales et environnementales complexes.

Cela souligne que les monnaies publiques sont les plus inclusives et ont la capacité maximale de répondre aux Objectifs de Développement Durable (ODD).

Corrélation entre les statuts et les usages :

La base (Produits) correspond à des usages simples et limités, tandis que les niveaux supérieurs (Ressources, Droits) reflètent des usages stratégiques et globaux.

L'association des "monnaies privées" aux produits et des "monnaies publiques" aux droits met en lumière le rôle crucial de ces dernières pour atteindre des objectifs sociaux et environnementaux.

Temporalité et dynamique :

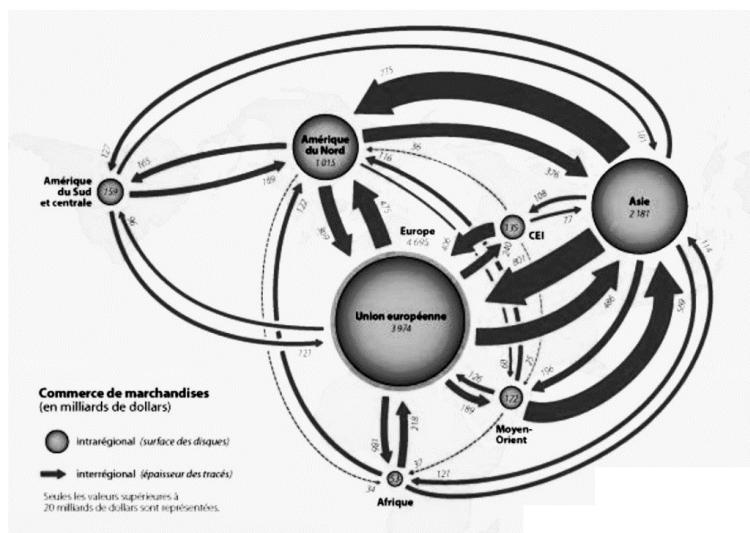
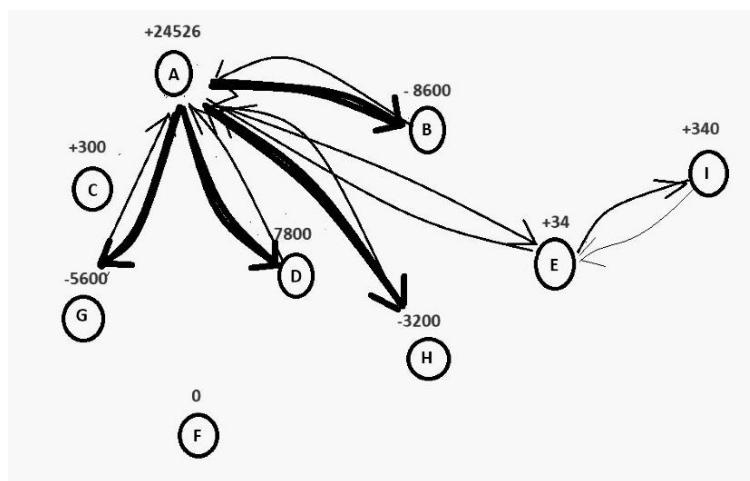
On pourrait ajouter que cette hiérarchie n'est pas figée : une monnaie privée peut évoluer vers une monnaie publique en changeant de statut pour augmenter sa capacité à intégrer et réguler des dynamiques sociales et environnementales.

Lien avec les Objectifs de Développement Durable (ODD) :

Ce schéma peut être vu comme une feuille de route pour aligner les monnaies sur les ODD : plus une monnaie est capable de s'intégrer à un cadre large (services, ressources, droits), plus elle devient un outil puissant pour réaliser ces objectifs.

Hiérarchie des Statuts Monétaires en Fonction de leur Contribution aux Objectifs de Développement Durable (ODD)

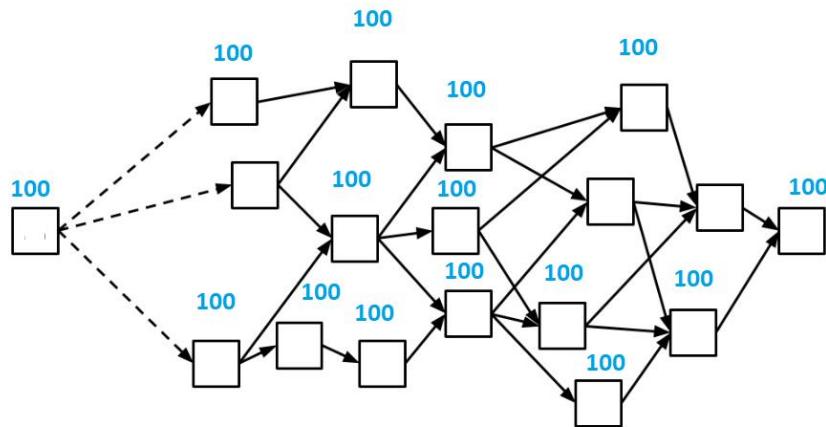
Graphe d'échange bilatéral centralisé (privé)



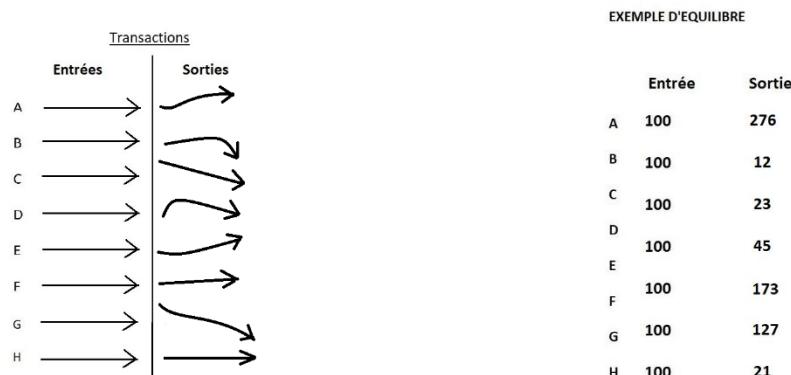
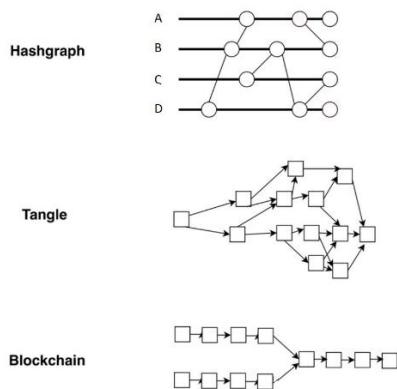
Situations		EXEMPLE D'EQUILIBRE	
Dette	Créance	Dette	Créance
A	→	A	0
B	→	B	- 9240
C	→	C	0
D	→	D	- 7800
E	→	E	- 34
F	→	F	0
G	→	G	- 4892
H	→	H	- 3200
I	→	I	0
		Total	+25166
			- 25166

Le solde des comptes indique l'aptitude d'un agent à maximiser ses créances et à minimiser ses dettes sur un exercice

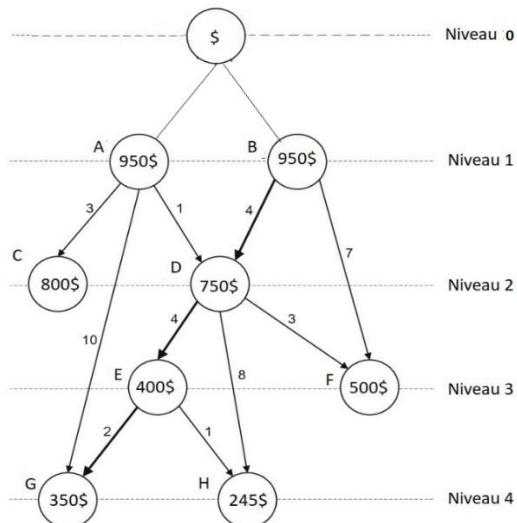
Graphe d'échange bilatéral décentralisé (club)



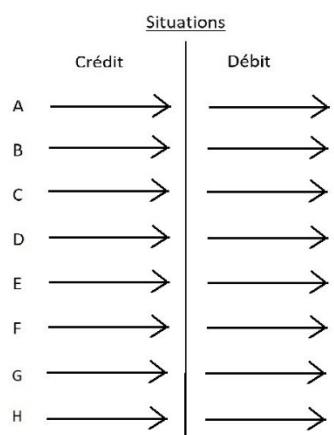
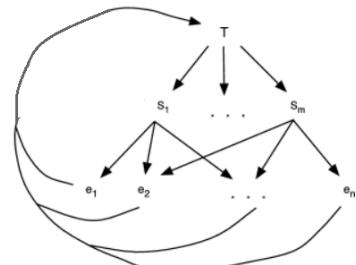
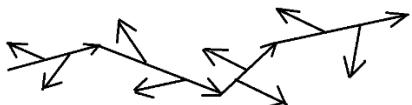
Dans un registre blockDAG, les nouveaux blocs réfèrent toutes les astuces du graphique (blocs qui n'ont pas encore été référencés) que leurs mineurs voient localement. Comme dans une blockchain, les blocs sont publiés immédiatement.



Graphe de don bilatéral polycentré (club)



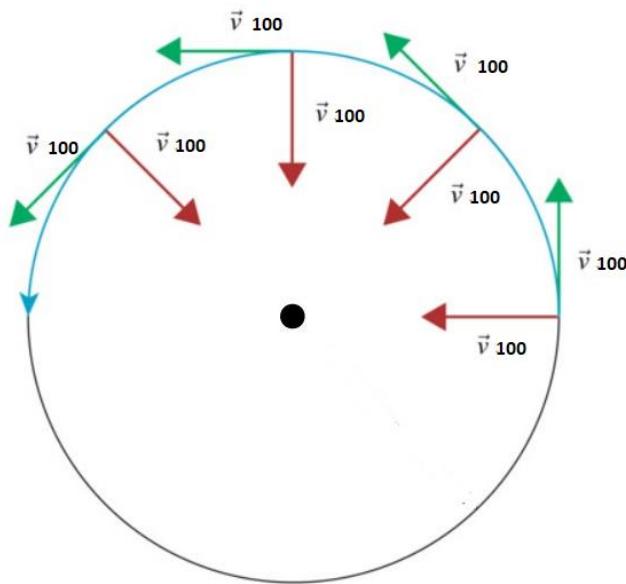
Un exemple de graphe de participation dans lequel les crédits sont distribués en fonction d'une échelle à 4 niveaux d'engagements.



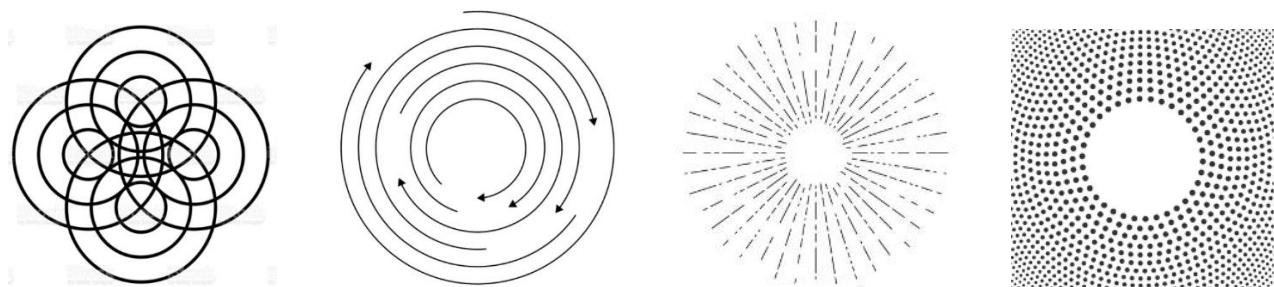
EXEMPLE D'EQUILIBRE

	Crédit	Débit
A	100	100
B	100	100
C	100	100
D	100	100
E	100	100
F	100	100
G	100	100
H	100	100

Graphe d'échange transitif concentrique (Ressources)



La gestion partagée de la ressource est le fruit d'une activité contradictoire où il s'agit de savoir à la fois épargner et investir, préserver et exploiter, conserver et dépenser de façon équilibrée afin de produire des cycles.



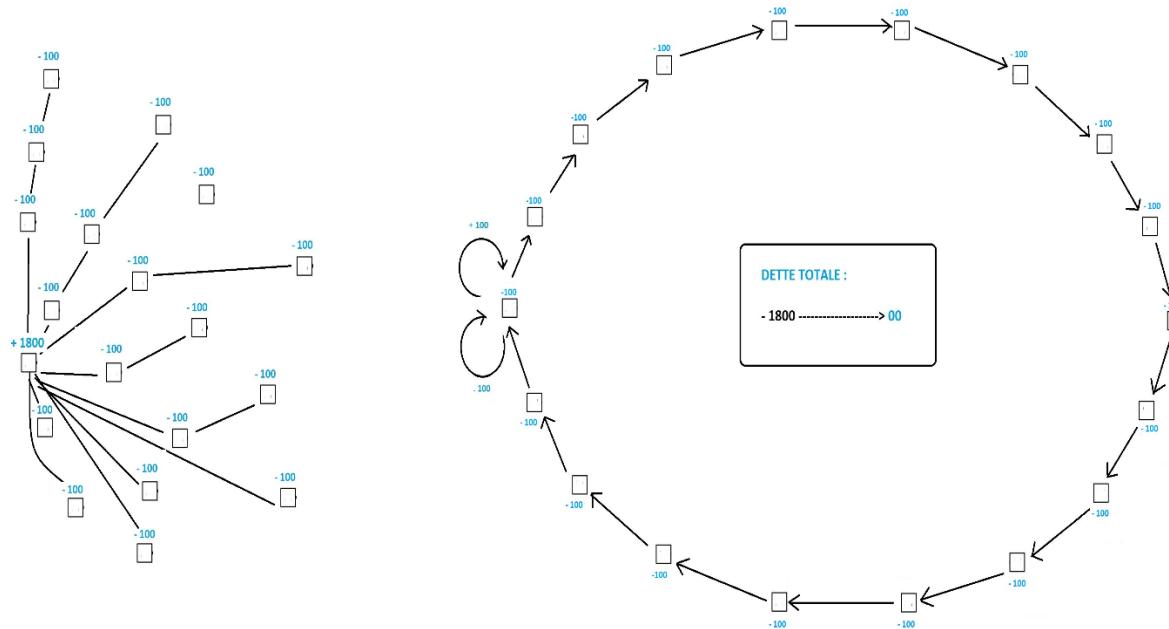
Contribution

Epargné	Investi
A	→
B	→
C	→
D	→
E	→
F	→
G	→
H	→

EXEMPLE D'EQUILIBRE

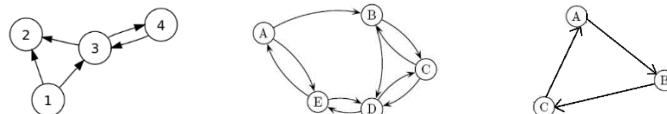
	Epargné	Investi
A	100	100
B	100	100
C	100	100
D	100	100
E	100	100
F	100	100
G	100	100
H	100	100

Graphe de don transitif cyclique (public)



Histoire de la Dame de Condé :
Equilibre financier ET opérationnel obtenu collectivement grâce à l'utilisation d'un graphe cyclique

- La circulation de la monnaie-créance éteint toutes formes de dettes financières quand elles existent
- Elle crée une dette opérationnelle (donc du travail) quand il n'y a pas de dette financière à éteindre
- Ainsi la circulation de la monnaie-créance est ininterrompue et peut revenir vers son émetteur sous la forme de suppression d'une dette financière ou de génération d'une dette opérationnelle
- Le chemin (donner / prendre) l'emporte sur le résultat (crédit / dette) et produit la circulation
- La transitivité du don (général) l'emporte sur le don bilatéral (particulier) et produit la transformation



Programme pour déterminer les cycles dans un graphe orienté : <https://fr.acervolima.com/detecter-le-cycle-dans-un-graphe-orienté/>

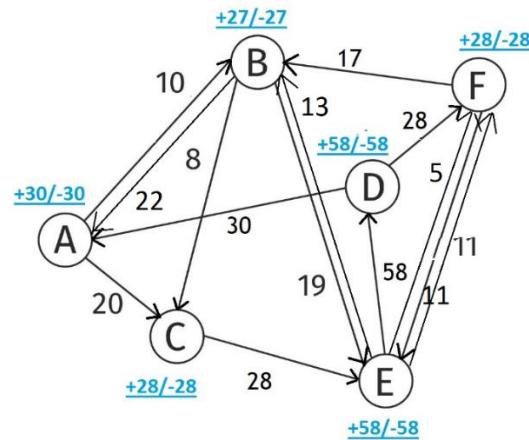
Participation

Donné	Reçu
A	→
B	→
C	→
D	→
E	→
F	→
G	→
H	→

Situation

Donné	Reçu
A -100	+100
B -100	+100
C -100	+100
D -100	+100
E -100	+100
F -100	+100
G -100	+100
H -100	+100

Graphe d'échange basé sur la loi des nœuds (balance individuelle)



Situations		
	Débit	Crédit
A	→ → →	→ → →
B	→ → →	→ → →
C	→ → →	→
D	→ → →	→ → →
E	→ → →	→ → →
F	→ → →	→ → →

Exemple d'équilibre

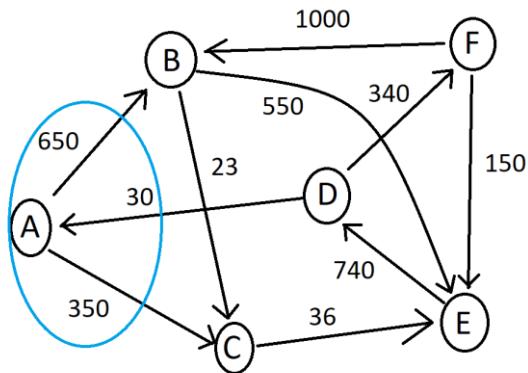
Débit	Crédit	Exécutable
A 30	52	30
B 49	27	27
C 28	28	28
D 58	58	58
E 87	58	58
F 39	28	28

Capital transactionnel : 100

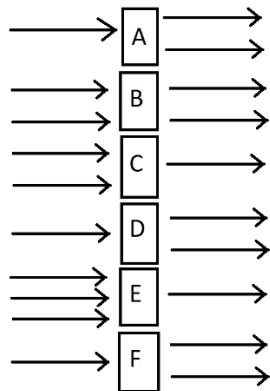
Volume d'échange : 229

Le solde de la balance des paiements
indique l'aptitude d'un agent à équilibrer
ses échanges avec les autres agents

Graphe d'échange basé sur la loi des nœuds (balance individuelle)



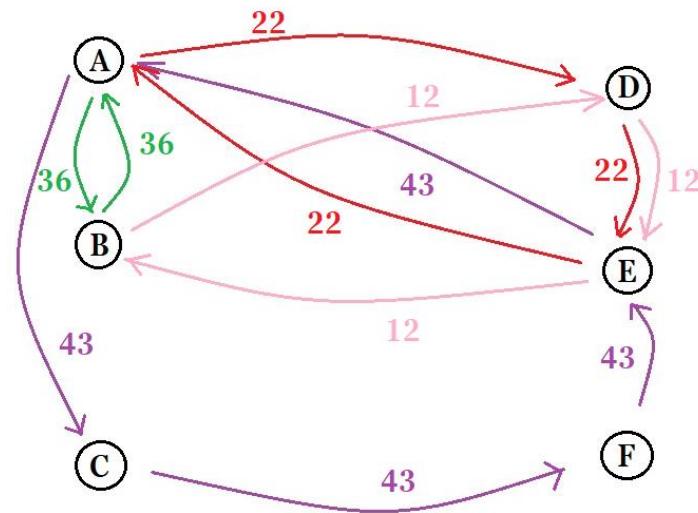
Objectif de développement durable n° 2



Exemple d'équilibre en R 2

	Donné	Reçu	Exécutable
A	1000	30	30
B	573	1650	573
C	36	373	36
D	370	740	370
E	740	736	740
F	1150	340	340

Graphe d'échange basé sur la loi des boucles (balance collective)



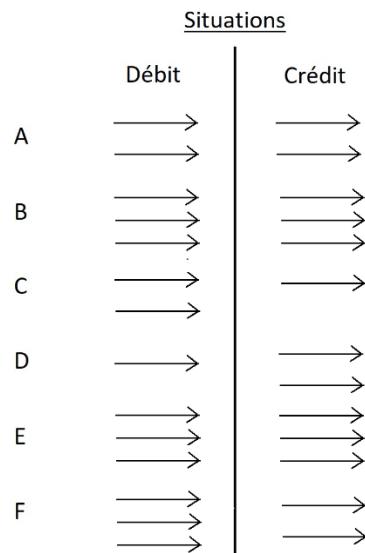
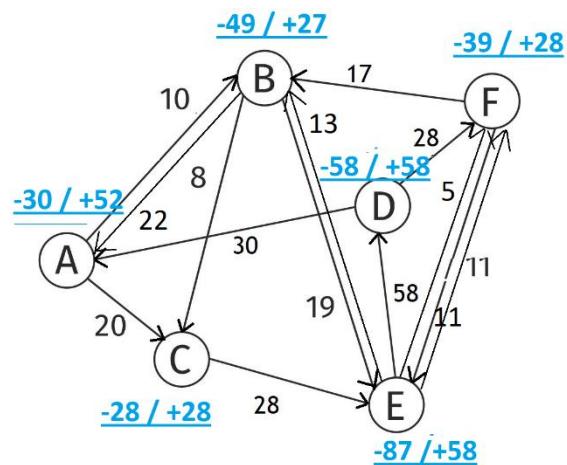
Organisation des cycles d'échange

$A \rightarrow B \rightarrow A$
 $A \rightarrow D \rightarrow E \rightarrow A$
 $A \rightarrow C \rightarrow F \rightarrow E \rightarrow A$
 $E \rightarrow B \rightarrow D \rightarrow E$

Exemple d'équilibre cyclique cumulé

	Donné	Reçu	Exécutable
A	101	101	101
B	58	58	58
C	43	43	43
D	34	34	34
E	77	77	77
F	43	43	43

Graphe d'échange basé sur la balance des grandeurs agrégées

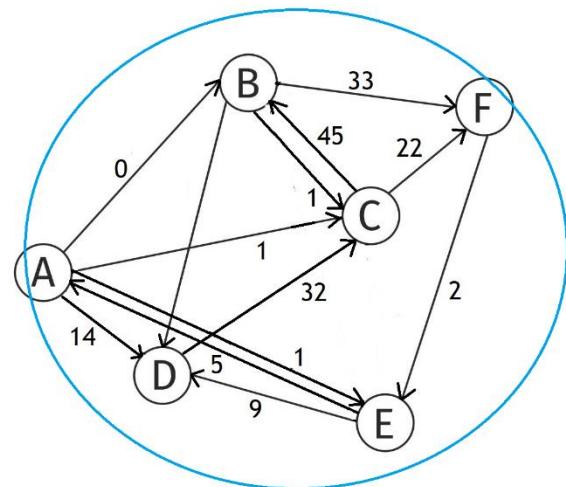


Exemple d'équilibre

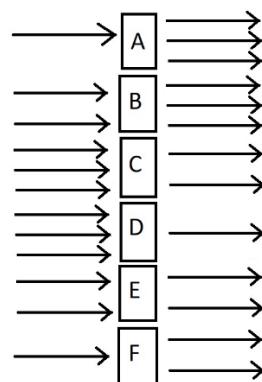
Débit	Crédit
A 30	52
B 49	27
C 28	28
D 58	58
E 87	58
F 39	28
Tt 291	251
251	Exécutable

Capital transactionnel : 100
 Volume d'échange : 251

Graphe d'échange basé sur l'équilibre des grandeurs agrégées



Objectif de développement durable n° 3



Exemple d'équilibre en R3

	Donné	Reçu	
A	16	5	
B	34	45	
C	67	34	
D	32	23	
E	14	3	
F	2	55	
Ttl	165	165	Exécutable

LANGAGE DES GRAPHES TRANSACTIONNELS

Le graphe est un instrument de représentation spatiale des opérations monétaires. Le principe fondateur du graphe est que toutes les opérations monétaires sont modélisables par des flèches valuées de transactions.

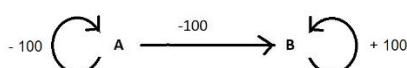
Le graphe est constitutif d'un nouveau langage monétaire et mathématique permettant pour la première fois dans l'histoire de traiter la monnaie non plus comme un bien consommable mais comme une ressource durable.



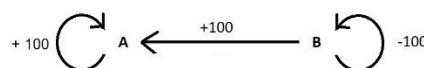
Création / Production de valeur



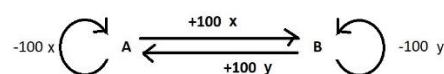
Destruction / Consommation de valeur



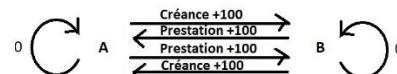
Donation de valeur



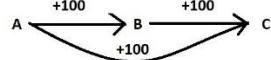
Réception de valeur



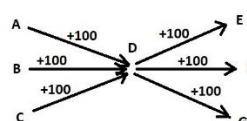
Echange de valeur



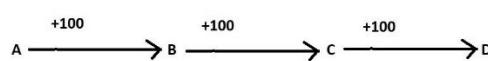
Compensation de valeur



Transmission de valeur



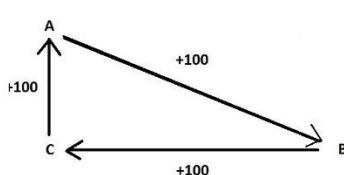
Redistribution de valeur



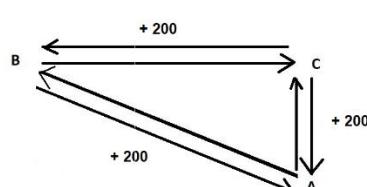
Chaîne de valeur



Parole d'union



Don cyclique unilatéral



Echange cyclique bilatéral



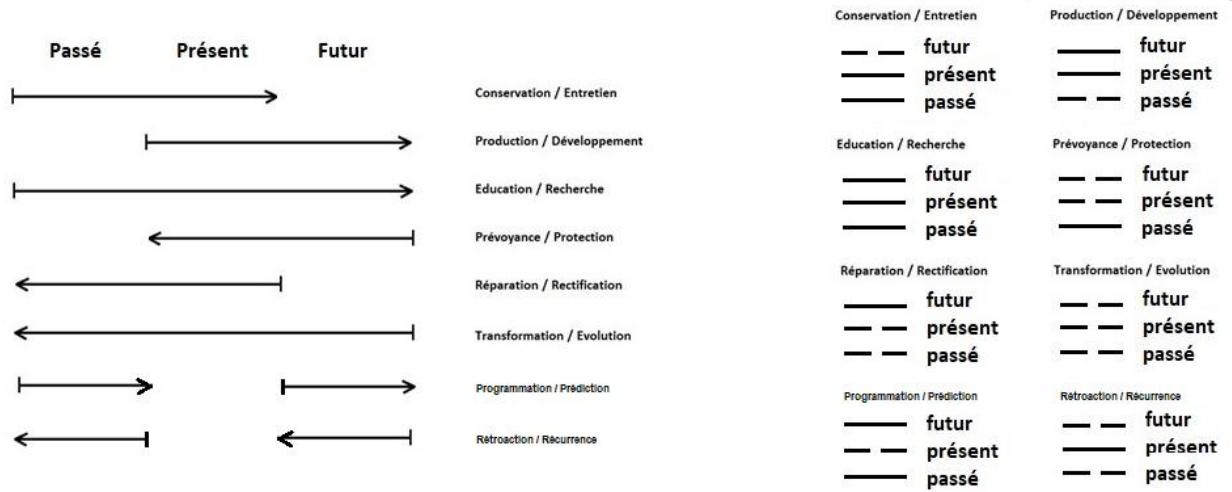
Union mutualiste



Union coopérative

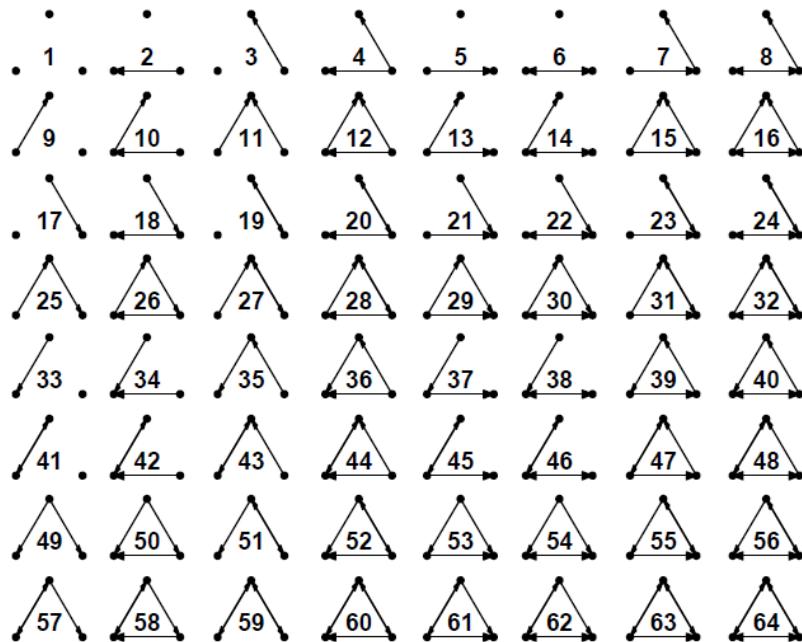
https://fr.wikipedia.org/wiki/Lexique_de_la_th%C3%A9orie_des_graphes

LANGAGE DES GRAPHES TEMPORELS

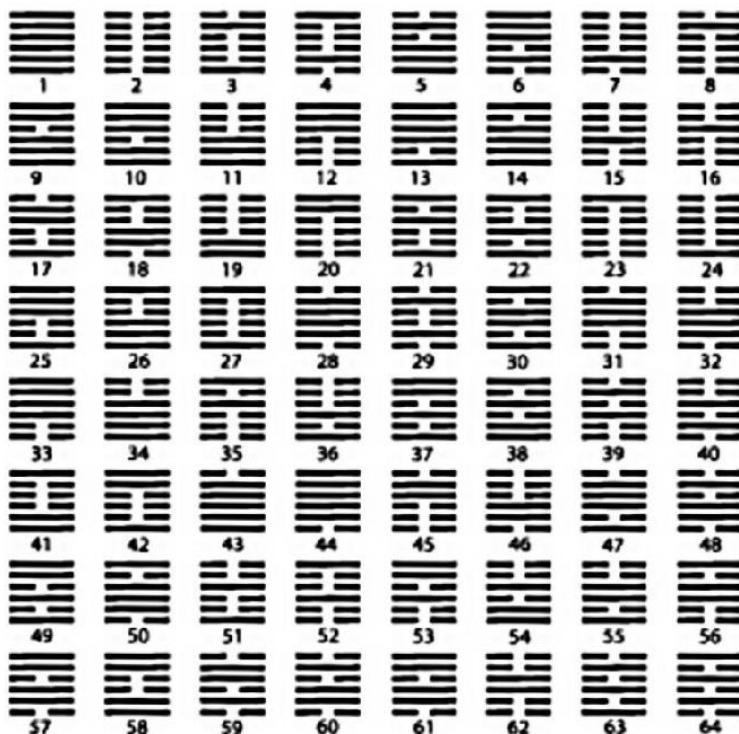


Correspondance structurale de l'Orient et de l'Occident

Les cartes sémantiques du temps



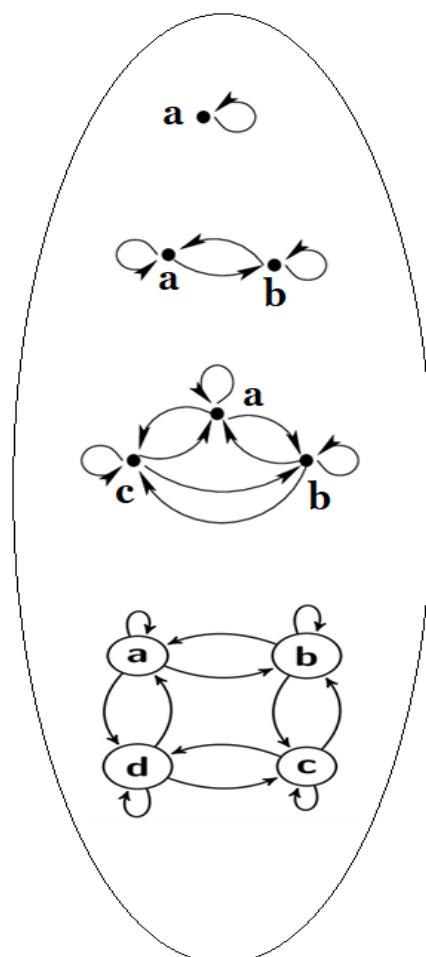
Typologie des 64 triades avec les liens dirigés



Typologie des 64 hexagrammes du Yi King

La relation d'équivalence

Modèle mathématique de l'échange juste



Réflexivité



→ Relation donnée

↔ Relation implicite

Symétrie

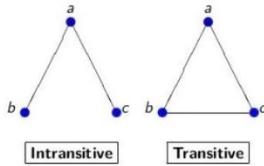


Transitivité



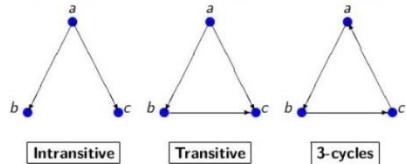
Présentation des triades sociales transitives, intransitives et cycliques

La triade cyclique, mesure d'unité, d'égalité et d'équilibre des échanges d'une communauté
Structuration, accessibilité, inclusion et réciprocité dans un réseau



Triades et transitivité (liens non dirigés)

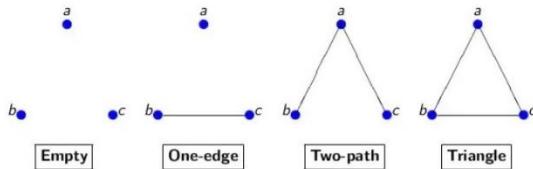
...intransitive: liens bilatéraux, pas univocaux



Trois-cycles vis-à-vis transitivité avec liens dirigés

Les propriétés *locales* d'un réseau

- ▶ Holland & Leinhardt (1975): les propriétés locales d'un réseau sont mises au jour avec un recensement de triades, c-a-d nombre de triades de chaque type
- ▶ Pour les liens non dirigés, quatre cas de figure:



Typologie des triades

- ▶ Intransitive : liens bilatéraux uniquement
- ▶ Transitive : l'ami de mon ami est mon ami
- ▶ Trois-cycles : une forme d'échange généralisé

Pourquoi c'est utile

- ▶ Holland & Leinhardt (1975): nombre de propriétés des réseaux peuvent être dérivées du recensement des triades
- ▶ Un instrument pour formuler des hypothèses sur la structure des réseaux et leurs effets

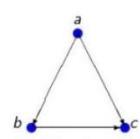
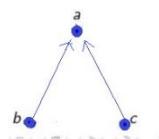
Les triades transitives et intransitives, mesure de faiblesse structurale d'une communauté
Instabilité, fragilité blocages et positions dominantes

La 'forbidden triad'

- ▶ Granovetter (1973): La triade intransitive est instable, on peut prédire qu'un lien se formera par transitivité tôt ou tard
- ▶ Il peut s'agir d'un lien faible
- ▶ On peut reformuler cette hypothèse en disant que s'il y a un lien fort entre A et B, tous les liens forts de A finiront par être connectés à B au moins par des liens faibles
- ▶ Une application actuelle de ce principe: l'algorithme FOAF de Facebook

La "position dominante"

- ▶ Un agent acquiert une position dominante dans le réseau et empêche les autres agents de se relier.
- ▶ Cette situation est typique dans toutes les positions autoritaires ou monopolistiques qui obligent les agents à passer par un agent central pour accéder à une ressource
- ▶ Tout le système d'échange est bloqué par un noeud qui gère la ressource dans son intérêt propre le plus souvent en imposant des restrictions arbitraires ou en créant une situation artificielle de pénurie sur les ressources



Typologie des triades cycliques et non cycliques

Dans les différents modèles de l'achat - investissement

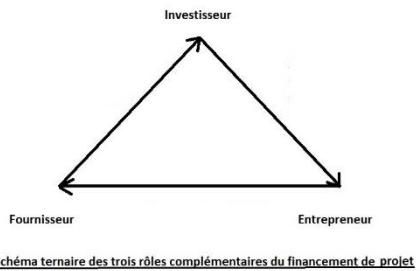


Schéma ternaire des trois rôles complémentaires du financement de projet

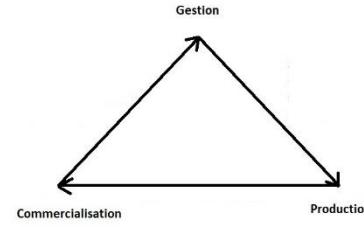


Schéma ternaire des trois fonctions complémentaires pour le bon fonctionnement de l'entreprise

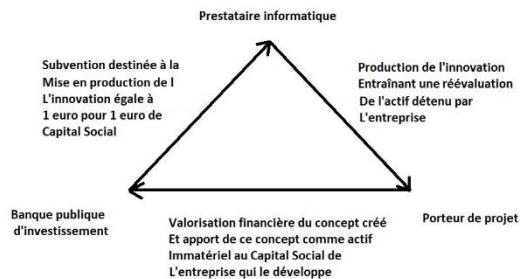


Schéma du cycle ternaire de financement des investissements immatériels

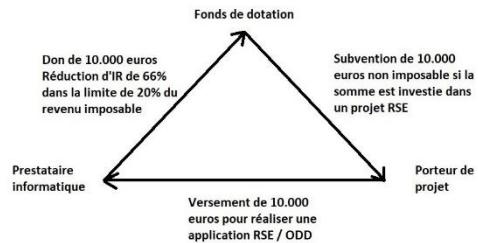


Schéma du cycle ternaire de financement des investissements RSE / ODD

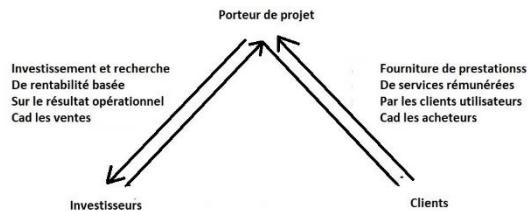


Schéma d'investissement classique non cyclique et risqué

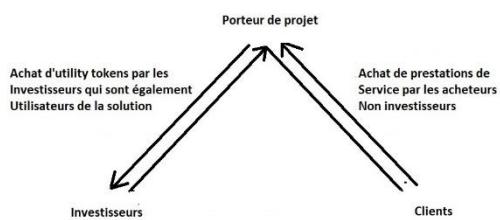


Schéma d'investissement en ICO non cyclique et risqué

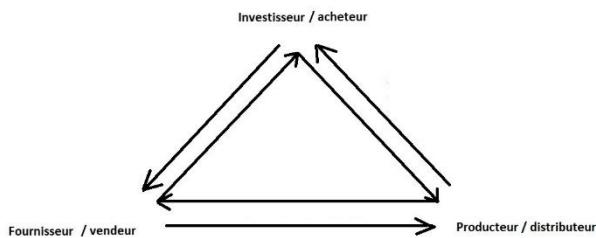


Schéma d'investissement ternaire basé sur le droit d'usage et la réciprocité des rôles

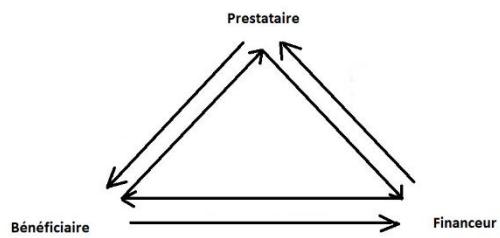
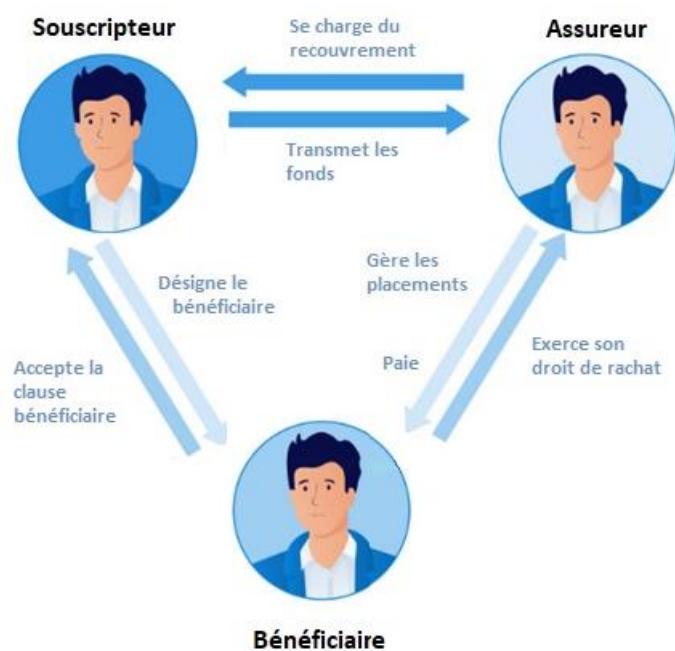
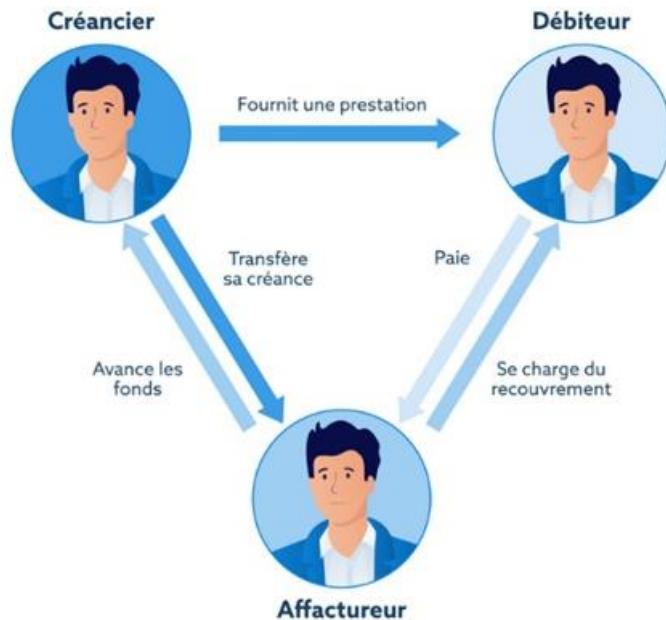


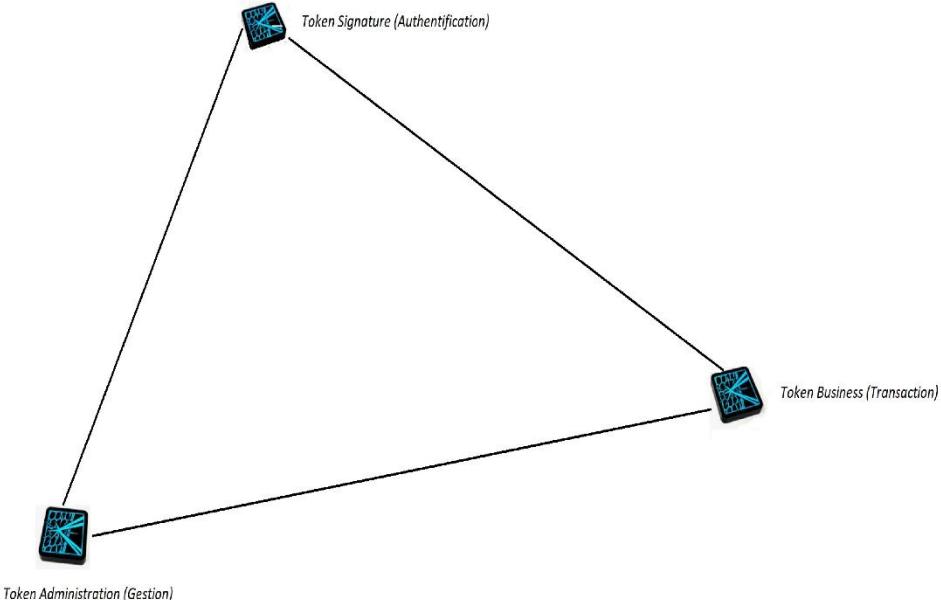
Schéma de la distribution ternaire sécurisée des aides sociales basé sur le droit d'usage

Exemples de triades sociales cycliques :
L'opération d'affacturage et l'opération d'assurance-vie



Les trois types de tokens

Faisant fonctionner le réseau d'échange et de partage par la valeur



Token Signature (Authentification)	Token Business (Transaction)	Token Administration (Gestion)
<p>1. KYW (Know Your Wallet): Attestation de conformité aux règles prudentielles d'inscription, garantissant que les membres respectent les critères définis pour rejoindre le système.</p> <p>2. Identités : Gestion des identités des membres de la communauté ou des utilisateurs du système, permettant leur identification et authentification.</p> <p>3. Clé publique / Clé privée : Système cryptographique permettant une signature numérique associée à une identité. Une partie de cette clé est publique, tandis que l'autre reste privée, garantissant l'authenticité et la sécurité des signatures.</p> <p>4. Droit d'auteur : Gestion des droits d'auteur des œuvres numériques ou matérielles via une signature numérique, fonctionnant comme un certificat d'authenticité pour protéger les créateurs.</p> <p>5. Certificats : Documents numériques attestant des propriétés ou actions liées à un token ou un utilisateur, tels que la validation de transactions, la certification de compétences, ou l'évaluation de la réputation.</p> <p>6. Rôles : Attribution des fonctions ou responsabilités spécifiques aux membres ou utilisateurs.</p> <p>7. Réputations : Évaluations reflétant la fiabilité, la contribution, ou les performances des membres au sein de la communauté.</p>	<p>1. Politique : Directives définissant les relations et transactions dans la communauté, comme les critères d'admissibilité, les limites d'utilisation, et les normes de sécurité ou de conformité.</p> <p>2. Actifs : Ressources, biens corporels ou incorporels mis en commun et partagés entre les membres, créant une communauté d'actifs en open source.</p> <p>3. Offres : Services ou biens proposés par les membres de la communauté, accompagnés de conditions et termes définissant leur disponibilité (prix, règles d'échange, etc.).</p> <p>4. Demande : Besoins exprimés par les membres de la communauté, permettant d'établir une correspondance avec les offres disponibles.</p> <p>5. Enregistrement des transactions : Registre public consignant toutes les transactions économiques entre membres (offres, demandes, échanges), garantissant ainsi transparence et tracabilité.</p> <p>6. Décisions collectives : Les membres participent à la gouvernance du réseau via des mécanismes de décision collective, influencés par leurs rôles et leur engagement dans la communauté.</p>	<p>1. Constitution : Définition des règles fondamentales et des principes régissant les échanges et services au sein du réseau, indiquant les droits, obligations, objectifs, et mécanismes de gouvernance coopérative.</p> <p>2. Monnaie publique : Création et déploiement d'un capital financier open source sous forme d'outil partagé, avec des règles précises concernant son montant, sa pérennité, et ses conditions d'utilisation.</p> <p>3. Surveillance : Supervision des balances des paiements des agents, garantissant qu'aucune transaction n'est exécutée tant que les comptes ne sont pas équilibrés.</p> <p>4. Solutions : Développement d'outils algorithmiques pour aider les agents à équilibrer leurs transactions et optimiser leur exécution, tout en proposant des services complémentaires.</p> <p>5. Coordination : Animation et développement de la communauté via deux fonctions principales : Le smart fork pour une amélioration qualitative du fonctionnement communautaire, et le smart join pour une expansion quantitative de la taille et de la composition de la communauté.</p> <p>6. Aide à la décision : Fourniture de procédures déléctorielles respectant les critères de rationalité d'Arrow, permettant aux utilisateurs de bénéficier d'outils de vote et de décision adaptés à leurs objectifs stratégiques.</p>

Les deux types de contrats

Pour faire fonctionner le droit d'usage monétaire

Le contrat de réciprocité ternaire multilatéral

Libre échange basé sur l'équilibre de la balance des paiements

Le droit d'usage fonctionne comme un capital financier commun

Utilisation conjointe et simultanée qui permet de programmer le cycle



Le contrat de réciprocité ternaire unilatéral et bilatéral

Echange sécurisé basé sur le fléchage des paiements

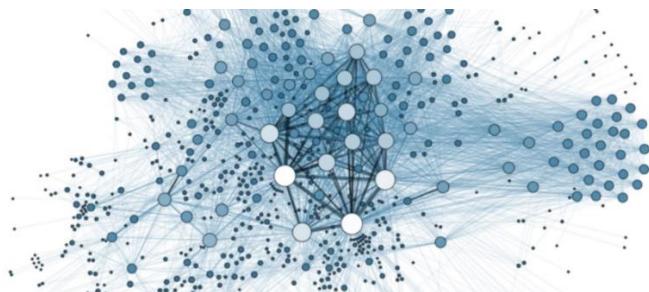
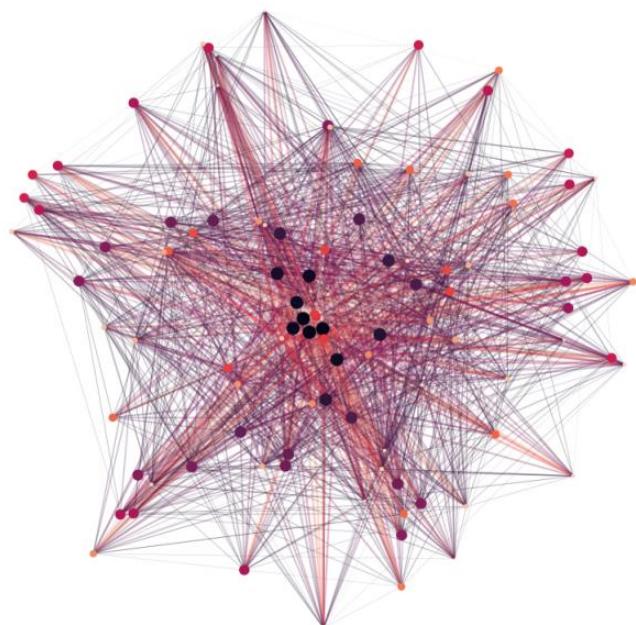
Le droit d'usage monétaire fonctionne comme un titre de paiement

Utilisation disjointe et successive qui permet de programmer le cycle



Monnaies de liens et hypergraphes informatiques

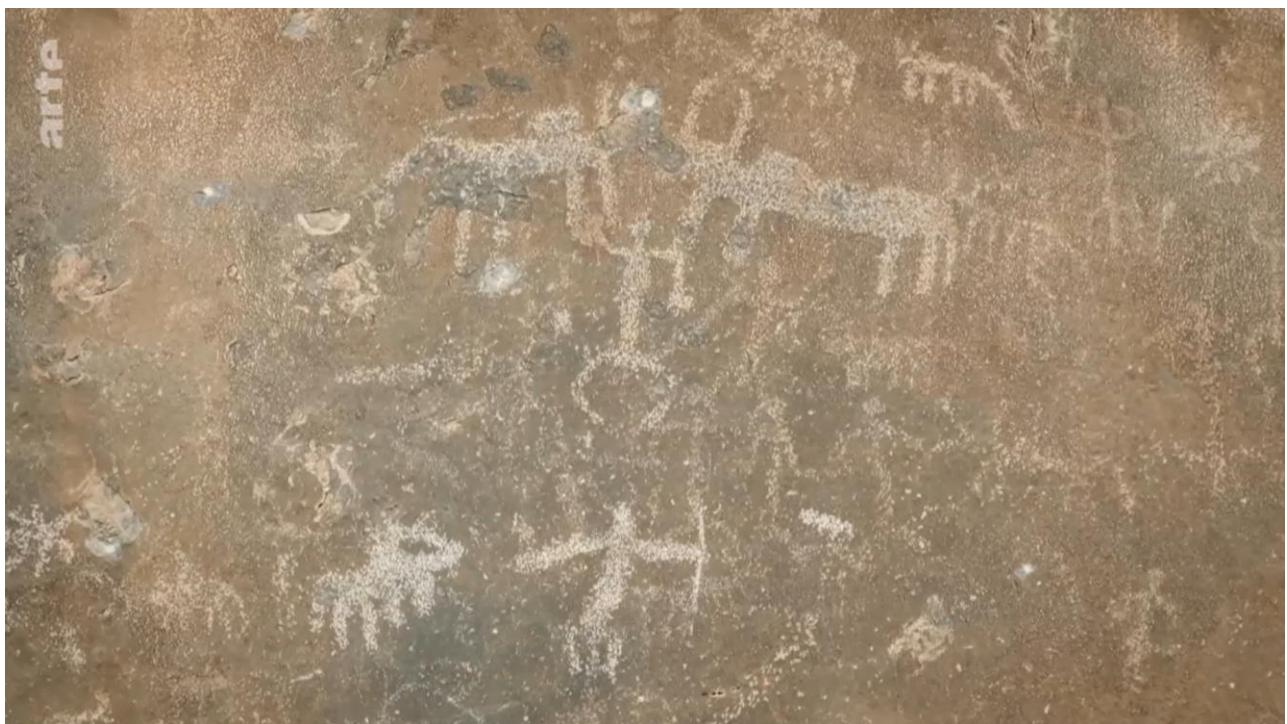
<http://collections.museenouvellecaledonie.nc/fr/search-notice/detail/mnc-2016-5-2-ab-79c86>



L'échange réciproque dans la société du Néolithique

<https://fr.wikipedia.org/wiki/P%C3%A9troglyphe>

<https://www.arte.tv/fr/videos/071465-004-A/aux-origines-des-civilisations-4-4/>



L'invention du commerce, homme qui empoigne deux zébus, fresque de Tanouf, collines l'Oman, gravure rupestre (pétroglyphe) datant de plus de 4000 ans découverte sur une paroi rocheuse de 15m de haut.

Le développement durable dans l'aménagement urbain :

Transformation du paysage

