



Juillet 2021

Expérimentation portant sur un euro numérique

Faisabilité technologique
liée à la combinaison d'infrastructures
dans le cadre d'un modèle à plusieurs niveaux



SOMMAIRE

Résumé	3
Section 1 : Présentation générale de la conception du modèle	5
1 Principes sous-tendant le modèle	5
2 Présentation conceptuelle du modèle	5
3 Mise en œuvre technique dans le cadre des expérimentations	7
Section 2 : Principaux résultats de l'expérimentation	11
1 Choix du registre	11
2 Rôle des intermédiaires	12
3 Protection de la vie privée et lutte contre le blanchiment de capitaux	12
4 Limites	14
5 Rémunération	16
6 Capacité de programmation	16
Conclusion	18

En septembre 2020, le groupe de travail de haut niveau de l'Eurosystème sur la monnaie numérique de banque centrale a lancé des travaux d'expérimentation sur un euro numérique, afin d'évaluer et de mieux appréhender la faisabilité technologique et les choix de conception recensés dans le Rapport sur un euro numérique (ci-après « le Rapport »).

Des experts des banques centrales nationales de la zone euro et de la BCE ont participé à ces tests, regroupés selon quatre axes de travail. Le premier axe de travail (« **bâtir sur l'existant** ») s'articulait autour d'une architecture réseau développée à partir de l'infrastructure existante, gérée de façon centralisée, du service de règlement des paiements instantanés TARGET (*TARGET Instant Payment Settlement*, TIPS). Les expérimentations menées dans le cadre du deuxième axe de travail (« **faisabilité combinée** ») portaient sur la manière de combiner une technologie centralisée et une (des) plateforme(s) distribuée(s) reposant sur la technologie du registre distribué (DLT). Le troisième axe de travail (« **une nouvelle solution** ») évaluait une solution utilisant une plateforme fondée sur la *blockchain* et des jetons à valeur fixe (« *digital bills* »). En association avec plusieurs entreprises sélectionnées via un processus de passation de marché, le quatrième axe de travail (« **instrument au porteur** ») était consacré à la mise en œuvre d'un instrument au porteur matériel (*hardware*) permettant des solutions de paiement hors ligne.

Via ces axes de travail, différentes caractéristiques de conception ont été évaluées dans quatre domaines principaux : le registre propre à l'euro numérique, la confidentialité et la lutte contre le blanchiment de capitaux, les limites à la circulation d'un euro numérique et l'accès pour les utilisateurs finaux. L'objectif était, d'une part, de répondre aux principales questions de conception restées en suspens dans le Rapport et requérant une analyse du point de vue de la faisabilité technique, et, d'autre part, de pouvoir appréhender de façon globale la conformité des différentes options de conception aux principes énoncés dans le Rapport. Les tests ont été menés dans un environnement multidisciplinaire, faisant également appel à des participants des milieux académiques et du secteur privé, sans validation d'une solution technique spécifique.

Dans le cadre du deuxième axe de travail, deux approches ont été examinées. L'une d'elles est une **approche par niveaux (*tiered approach*)**. Cette approche est fondée sur une structure hiérarchique dans laquelle un registre centralisé (la version actuelle de TIPS) géré par l'Eurosystème (niveau 1, *Tier 1*) est utilisé pour émettre des euros numériques (D€) et fournir de la monnaie de banque centrale aux intermédiaires supervisés éligibles à un accès direct aux services TARGET (TARGET2 et TIPS) conformément aux principes directeurs régissant le système TARGET. Ces établissements distribuent ensuite les D€ à d'autres intermédiaires supervisés, aux non-participants à TARGET2 et également aux utilisateurs finaux (particuliers, commerçants, entreprises, etc.) via des systèmes de niveau 2 (*Tier 2 systems*).

L'expérimentation d'une approche par niveau a réuni plusieurs banques centrales de l'Eurosystème : Banque de France, Banca d'Italia, Banco de España, Banque centrale du Luxembourg, Banque Nationale de Belgique, Banque Centrale Européenne, Lietuvos Bankas, et Oesterreichische Nationalbank.

La **première section** du rapport décrit la logique qui sous-tend l'élaboration du modèle à plusieurs niveaux et présente l'architecture globale du modèle ainsi que ses composantes fonctionnelles. La **deuxième section** expose ensuite les principaux résultats et conclusions de l'expérimentation en ce qui concerne plusieurs des caractéristiques pertinentes pour la conception d'un euro numérique.

Dans l'ensemble, il ressort de cette expérimentation qu'un modèle à plusieurs niveaux tel que celui décrit dans le présent rapport pourrait être une architecture bien adaptée à un euro numérique. D'un point de vue technique, l'expérimentation démontre qu'il est possible de combiner des systèmes centralisés et distribués, ce qui permet de satisfaire plusieurs cas d'utilisation et de rendre possibles diverses fonctionnalités d'un éventuel futur euro numérique.

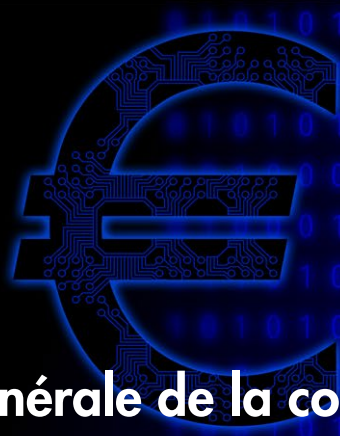
Dans la mesure où cette approche met l'accent sur la flexibilité de l'infrastructure, le modèle qui en résulte peut répondre à plusieurs exigences et notamment permettre la connexion simultanée de plusieurs registres au niveau 1, même lorsque ceux-ci reposent sur des technologies différentes. Par conception, cela permet de satisfaire les exigences liées au niveau de confidentialité, au rôle des intermédiaires, aux limites ou à la rémunération différemment dans chaque registre, en fonction de la diversité des besoins.

En outre, cette approche préserverait l'intermédiation financière tout en stimulant l'innovation financière par le secteur privé ainsi que la concurrence bancaire, également au niveau des systèmes de niveau 2 et des technologies sous-jacentes. L'approche par niveaux ouvre la possibilité aux entités privées de pouvoir remplir divers rôles (distribution des euros numériques, gestion de l'interface client, conformité, développement de services à valeur ajoutée et mise en œuvre de certaines composantes du système).

Les travaux réalisés par les banques centrales dans le cadre de cette expérimentation ont pour objet d'alimenter les discussions et de faciliter la prise de décisions au sein de l'Eurosystème concernant la conception d'un possible euro numérique durant la phase d'investigation initiée le 14 juillet 2021.

**

Les résultats de cette expérimentation fournissent des éléments de réponse aux questions de conception, servant de support aux discussions et décisions relatives à la conception d'un euro numérique. Ils ne préjugent d'aucune décision et n'engagent pas l'Eurosystème à développer un euro numérique. D'une manière plus générale, cette expérimentation ne porte pas sur les caractéristiques juridiques de l'infrastructure servant à la distribution de l'euro numérique ni de l'euro numérique lui-même. Les déclarations relatives aux aspects juridiques et à la conception d'un euro numérique que contient le présent rapport ne constituent que des hypothèses de travail reposant sur la possibilité d'ajuster le cadre juridique de manière à répondre aux besoins d'un euro numérique. Elles ne sont ni définitives ni contraignantes pour les banques centrales participant à cette expérimentation.



Section 1 : Présentation générale de la conception du modèle

1 Principes sous-tendant le modèle

Le modèle à plusieurs niveaux a été élaboré dans le but de répondre à un triple objectif (outre les impératifs évidents en termes de résilience et de performance) :

- 1) Préserver le juste équilibre entre les acteurs du secteur public et du secteur privé et tirer parti du rôle central qu'occupent les intermédiaires financiers au sein de l'économie, en veillant à ce que, par le biais du modèle de distribution de l'euro numérique, ces intermédiaires supervisés continuent d'assurer l'interface avec les utilisateurs finaux.
- 2) Être complètement interopérable avec les solutions d'accès et de paiement (« front-end ») du secteur privé.
- 3) Reposer sur une approche flexible et une architecture pouvant s'adapter aux futures innovations.

2 Présentation conceptuelle du modèle

Le modèle testé dans le cadre de ces travaux se fonde sur une architecture basée sur plusieurs niveaux, chaque niveau remplissant une mission distincte :

Le premier niveau (niveau 1) repose sur un système centralisé (par exemple, TIPS¹) au sein duquel l'Eurosystème émet l'euro numérique et le met à disposition des intermédiaires supervisés. L'accès au niveau 1 est restreint aux intermédiaires supervisés qui participent directement aux services Target (Target 2 et TIPS). L'euro numérique est mis à leur disposition par le biais des comptes qu'ils détiennent dans TIPS (TIPS « *Dedicated Cash Accounts* »). Afin de répondre à la demande, ces participants de niveau 1 peuvent ensuite approvisionner en euro numérique les intermédiaires supervisés, y compris ceux qui ne participent pas à Target 2 (par exemple, Prestataires de services de paiement agréés en tant qu'Établissements de paiement ou Établissements de monnaie électronique), ou directement aux utilisateurs finaux (citoyens, commerçants, entreprises, etc.) par le biais des systèmes de niveau 2.

Le second niveau (niveau 2) est composé de plusieurs systèmes coexistants et interopérables au sein desquels tous les intermédiaires supervisés ouvrent et gèrent des comptes (euro numérique basé sur des comptes) ou des portefeuilles (euro numérique basé sur des tokens) pour le compte des utilisateurs finaux (figure 1). Tous les intermédiaires supervisés s'approvisionnent en euros numériques à partir du système de niveau 1, soit directement s'ils participent à Target2, soit indirectement en passant par les intermédiaires qui participent à Target2 pour répondre à la demande des utilisateurs finaux. L'expérimentation a testé trois types de systèmes de niveau 2 :

- 1) DLT (technologie de registre distribué) basée sur des comptes : l'euro numérique s'échange par le biais des comptes détenus par les intermédiaires supervisés.
- 2) DLT basée sur des tokens : l'euro numérique s'échange sous forme de jetons (« tokens ») par le biais de portefeuilles.
- 3) Registre non distribué basé des comptes : l'euro numérique s'échange par le biais des comptes détenus par les intermédiaires supervisés.

Dans tous les cas, l'euro numérique, qu'il soit distribué par l'intermédiaire de comptes ou qu'il soit basé sur des tokens, est émis par l'Eurosystème et constitue un élément de passif au bilan de la banque centrale. Cependant, dans ce modèle, les banques centrales n'ouvriraient pas directement de comptes destinés au public ni ne distribueraient l'euro numérique aux utilisateurs finaux. Ce rôle incomberait aux intermédiaires privés.

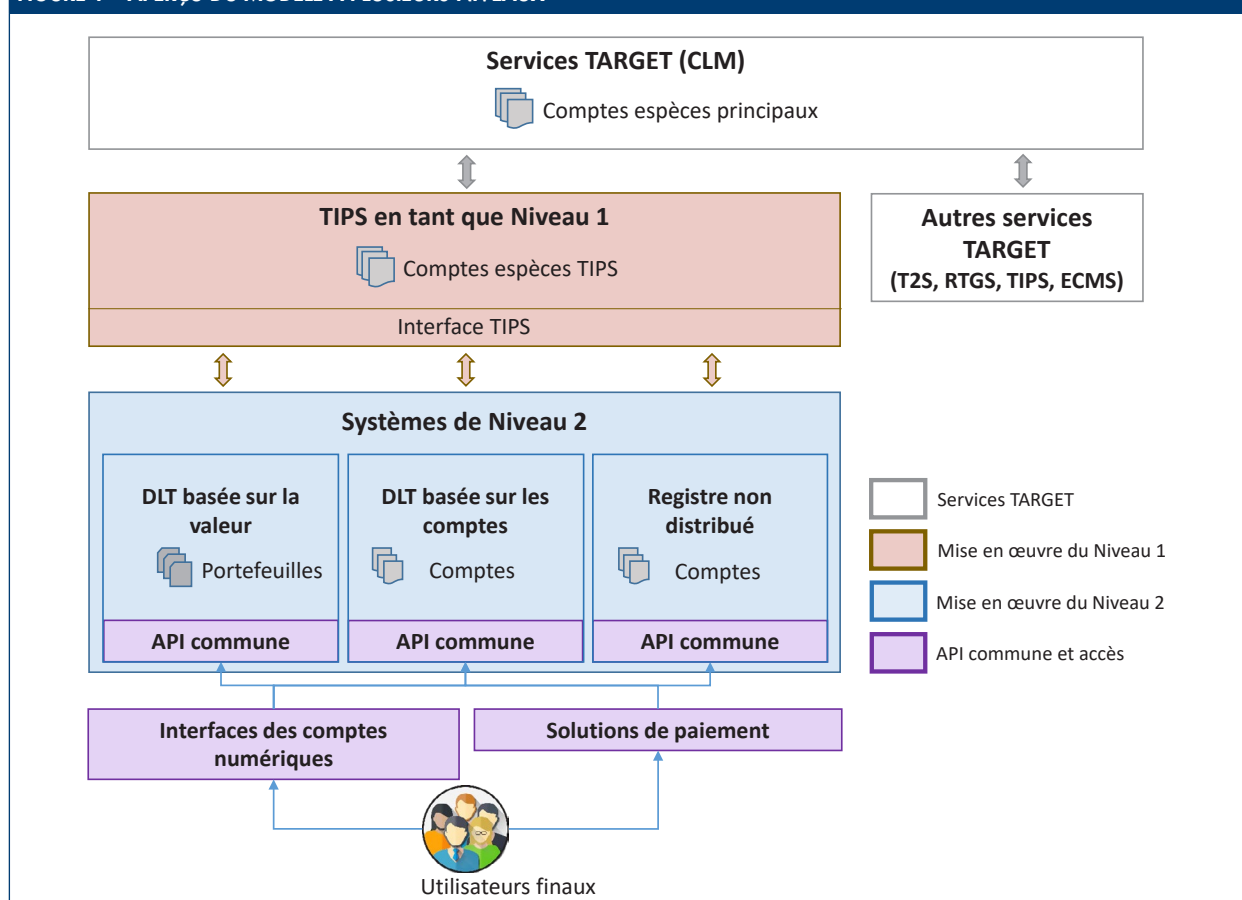
Les utilisateurs finaux interagiraient avec cette architecture au moyen d'une **Interface de programmation d'application** (« API ») commune à l'ensemble des systèmes de niveau 2. De cette manière, quelles que soient l'organisation et la technologie mises en œuvre dans un système de niveau 2, la compatibilité de l'euro numérique avec les différentes solutions de paiement est assurée.

¹ TIPS a été utilisé en tant que niveau 1 pour les besoins de l'expérimentation. Néanmoins, d'autres systèmes centralisés pourraient être développés pour servir de niveau 1.

SECTION 1 : PRÉSENTATION GÉNÉRALE DE LA CONCEPTION DU MODÈLE

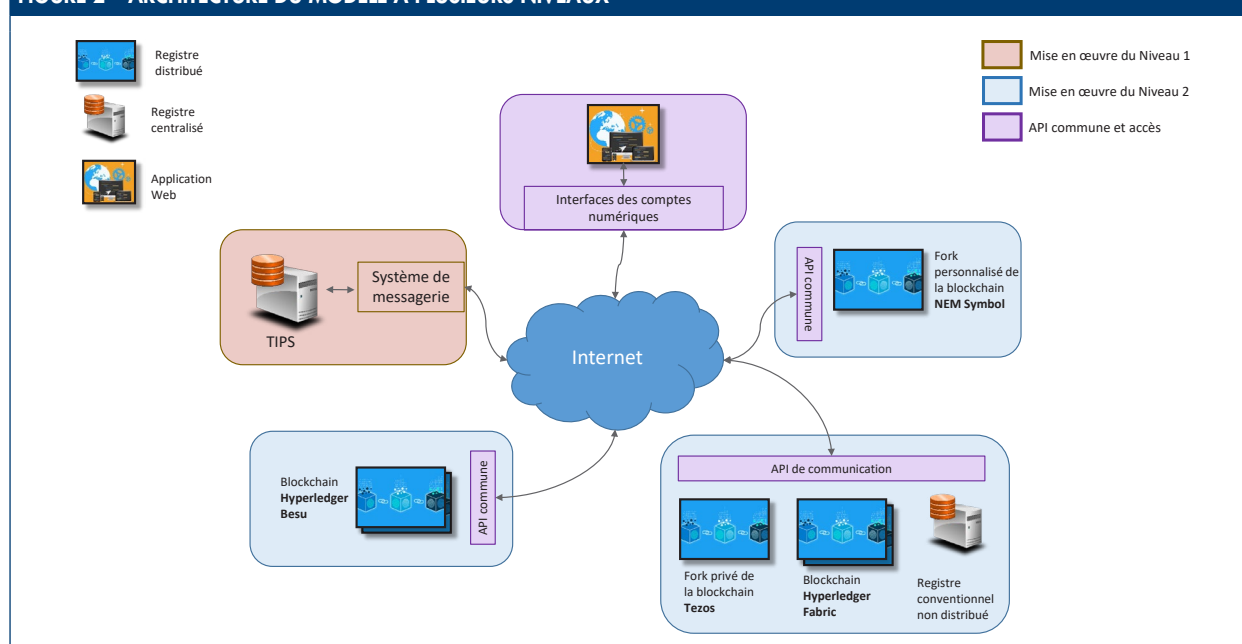
L'architecture globale du modèle peut être schématisée comme suit :

FIGURE 1 – APERÇU DU MODÈLE À PLUSIEURS NIVEAUX



Toutes les banques centrales nationales (BCN) qui ont participé à cette expérimentation ont mobilisé leurs ressources et leur expertise pour mettre en pratique ce modèle conceptuel. L'expérimentation a été conduite dans le cadre de l'architecture globale suivante :

FIGURE 2 – ARCHITECTURE DU MODÈLE À PLUSIEURS NIVEAUX



3 Mise en œuvre technique dans le cadre des expérimentations

Le système de niveau 1 du modèle testé est connecté aux services Target. Le projet de consolidation T2/T2S permettra de centraliser la gestion des liquidités provenant de l'ensemble des services Target (T2S, RTGS, TIPS, ECMS) dans un système de gestion centralisée des liquidités (« *Central Liquidity Management* », CLM). Dans le prototype, TIPS est utilisé pour représenter le système de niveau 1 qui regroupe les comptes des intermédiaires supervisés. Les transferts du RTGS vers TIPS simulent les transferts qui auraient lieu du système CLM vers le système de niveau 1. Toutes les plateformes de niveau 2, quelle que soit leur technologie sous-jacente, ont réussi à se connecter au système de niveau 1 par le biais d'un module ou d'une interface leur permettant d'interagir avec le système de messagerie de la plateforme de niveau 1 (Files d'attente dans le cadre de ce prototype).

Le second niveau comprend plusieurs types de registres gérés à la fois par des systèmes basés sur des tokens et sur des comptes :

- Deux registres distribués (basés sur Hyperledger Besu et Hyperledger Fabric) ont permis de mettre en œuvre des systèmes de niveau 2 basé sur des comptes et des tokens.
- Deux registres distribués (un fork privé de la blockchain Tezos et un fork personnalisé de la blockchain NEM) ont permis de mettre en œuvre un système de niveau 2 basé sur des tokens.
- Un registre conventionnel non distribué a permis de déployer un système de niveau 2 basé sur des comptes.

Cette diversité de registres confirme la capacité du modèle à intégrer des systèmes de niveau 2, quelle que soit la technologie qui les sous-tend (blockchain distribuée ou non distribuée, privée ou publique).

Une interface simplifiée remplissant les critères définis par la seconde directive sur les services de paiement (DSP2) et une application en ligne reproduisent la manière dont l'utilisateur final accèderait à son compte ou à son portefeuille et initierait les paiements par le biais des intermédiaires supervisés. Cet accès ne saurait être

dépendant de la technologie du niveau 2 où le compte est situé. Par conséquent, les couches de communication devraient être développées de manière à permettre à plusieurs systèmes de fonctionner au niveau 2 et de garantir la faisabilité des transactions entre les différents systèmes.

Le schéma ci-dessous illustre l'organisation des différents niveaux au sein du modèle :

Système de niveau 1

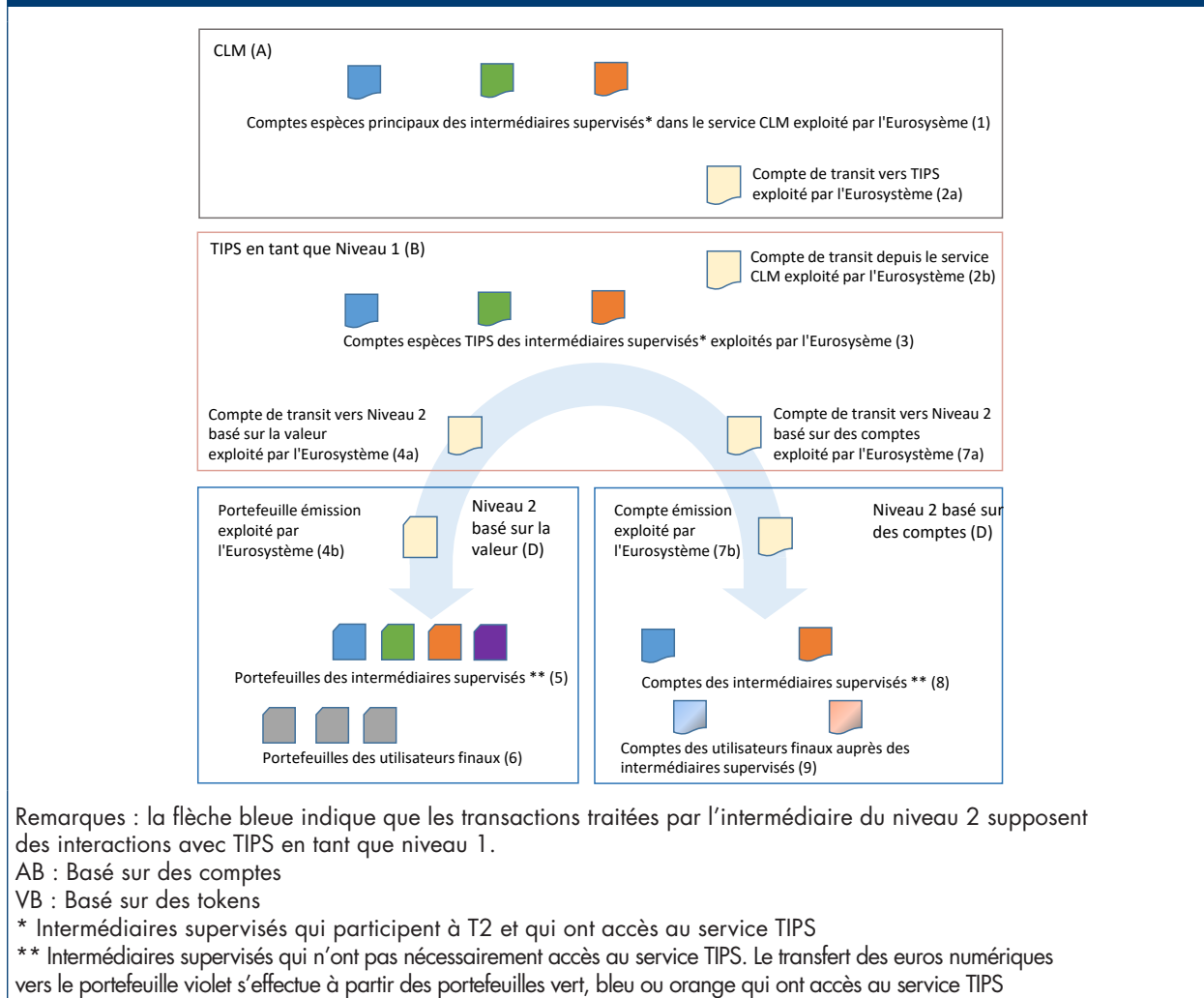
Le premier niveau (B), uniquement accessible par certains intermédiaires supervisés (participants à TARGET2), fonctionne essentiellement comme une passerelle permettant d'alimenter les comptes/portefeuilles d'euro numérique des utilisateurs finaux situés dans les différents systèmes du niveau 2. Il comprend :

- Un compte de transit unique Target2 / CLM (système de gestion centralisée des liquidités) pour le système de niveau 1 (2) opéré par l'Eurosystème. Ce compte permet de transférer la monnaie de banque centrale (CeBM) du « *Dedicated Cash Account* » CLM d'un intermédiaire supervisé, sous forme de soldes dans les services Target (1), vers son compte de niveau 1 (3), sous forme d'euros numériques ;
- Un compte de transit unique par système de niveau 2 (4, 7) opéré par l'Eurosystème. Ces comptes donnent un aperçu général des liquidités en circulation dans un système de niveau 2 donné et servent à transférer les euros numériques vers les comptes de niveau 2 (5, 6, 8, 9) ;
- Les comptes de niveau 1 des intermédiaires supervisés qui participent à Target2 (3). Les euros numériques sont crédités sur ces comptes une fois que les intermédiaires ont transféré la monnaie de banque centrale (c'est-à-dire les soldes de services Target) depuis le système CLM².

² L'euro numérique serait un passif de l'Eurosystème et une nouvelle forme de monnaie de banque centrale, qui n'est aujourd'hui mise à disposition des intermédiaires que sous forme de soldes Target. L'étape précise durant laquelle la CeBM sous sa forme actuelle est échangée contre des euros numériques n'a pas été déterminée avec exactitude à ce stade. Il est cependant acquis que les liquidités en circulation dans l'ensemble du niveau 2 sont des euros numériques, tandis que ces mêmes liquidités au niveau du système CLM sont de la CeBM. Au niveau 1, l'euro numérique pourrait se matérialiser à différentes étapes, sur un compte de transit ou une fois crédité sur les comptes de niveau 1 des banques. Pour simplifier, l'euro numérique se matérialise lorsqu'il est crédité sur les comptes de niveau 1 des intermédiaires supervisés pour les besoins de ce rapport. Cette détermination dépendra d'une analyse supplémentaire de la nature juridique de l'euro numérique, qui ne relève pas du périmètre de ce rapport.

SECTION 1 : PRÉSENTATION GÉNÉRALE DE LA CONCEPTION DU MODÈLE

FIGURE 3 – COMPOSITION DE CHAQUE NIVEAU



Par conséquent, afin de répondre à la demande de détail pour l'euro numérique, le modèle suit le processus suivant :

- 1) Un intermédiaire supervisé obtient des euros numériques en transférant la CeBM de son Compte espèce principal au niveau du système CLM vers son compte ouvert dans le système de niveau 1 (de 1 à 3) ;
- 2) L'intermédiaire met les euros numériques à disposition dans les systèmes de niveau 2 en transférant les euros numériques de son compte dans le système de niveau 1 vers le compte de transit de niveau 2 (de 3 à 4a ou 7a). Étant donné que les systèmes de niveau 1 et de niveau 2 sont connectés, le même montant est inscrit sur le compte / portefeuille émission dans le système de niveau 2 (4b ou 7b) et transféré vers le compte/portefeuille de niveau 2 de l'intermédiaire supervisé³ (5 ou 8) ;

- 3) Ce dernier transfère le montant demandé sur le compte/portefeuille de ses clients gérés dans les systèmes de niveau 2 (6 ou 9).

De manière symétrique, pour le remboursement des euros numériques, le compte de transit est utilisé pour transférer les euros numériques des systèmes de niveau 2 vers le système de niveau 1 à partir duquel les intermédiaires supervisés peuvent transférer les euros numériques vers le système CLM sous forme de CeBM.

³ Si l'intermédiaire a accès au niveau 1, il transfère les euros numériques de son propre compte / portefeuille de niveau 2 afin de répondre à la demande des clients. Sinon, il demande des euros numériques à un intermédiaire qui a accès au niveau 1 pour répondre à la demande de ses clients (généralement le cas d'un PSP)

SECTION 1 : PRÉSENTATION GÉNÉRALE DE LA CONCEPTION DU MODÈLE

Par voie de conséquence, le montant total d'euros numériques correspond à la somme des soldes des intermédiaires supervisés au niveau 1 (3) et de tous les fonds qu'ils ont transférés du niveau 1 vers les différents systèmes de niveau 2, c'est-à-dire la somme de 4a et 7a.

Systèmes de niveau 2

Les systèmes de niveau 2 (C et D) sont accessibles à l'ensemble des intermédiaires supervisés, y compris les intermédiaires qui ne participent pas à Target 2, ainsi qu'aux utilisateurs finaux (citoyens, commerçants, entreprises, etc.). Ainsi, chaque système de niveau 2 comprend :

- Les comptes / portefeuilles des intermédiaires supervisés (5, 8) : si ces intermédiaires ont accès au système de niveau 1 (participants à Target2), ils peuvent distribuer l'euro numérique directement aux utilisateurs finaux. Sinon (par exemple, Prestataire de services de paiement agréés en tant qu'Établissements de paiement ou Établissement de monnaie électronique), ils devront d'abord obtenir des euros numériques auprès d'autres intermédiaires supervisés avant de pouvoir les distribuer aux utilisateurs finaux ;
- Les comptes / portefeuilles des utilisateurs finaux (6, 9) contenant les euros numériques obtenus auprès des intermédiaires supervisés en échange de monnaie de banque centrale ou d'espèces ;
- Un compte / portefeuille émission (4, 7) à partir duquel les euros numériques en provenance du système de niveau 1 sont transférés sur le compte / portefeuille de l'intermédiaire supervisé en question dans le système de niveau 2.

Les utilisateurs finaux accèdent aux euros numériques dans les systèmes de niveau 2 par le biais d'une interface de compte numérique ou de solutions de paiement. De manière générale, les utilisateurs finaux pourraient accéder à l'euro numérique de diverses manières, étant donné que le système serait interopérable avec les solutions d'accès et de paiement du secteur privé.

Hormis l'émission et le remboursement de l'euro numérique, seules les transactions entre deux systèmes de niveau 2 (de C à D) nécessiteraient des interactions avec le système de niveau 1. Ces

interactions sont représentées par la flèche bleue dans la figure 3 :

- Pour échanger des euros numériques au sein d'un système de niveau 2 donné, par exemple niveau 2 basé sur des comptes (D), les transactions sont réglées par le biais des comptes / portefeuilles de niveau 2 des intermédiaires supervisés ;
- Pour échanger des euros numériques entre des systèmes de niveau 2 (de C à D), le règlement est effectué par le biais des comptes de niveau 1 des intermédiaires supervisés de la manière suivante : le compte de niveau 2 du payeur est débité tandis que le compte de niveau 2 de son intermédiaire supervisé est crédité. L'intermédiaire transfère les euros numériques sur le compte émission de niveau 2. Les euros numériques sont transférés sur le compte de transit de niveau 1 en question puis injectés dans l'autre système de niveau 2. Ensuite, le processus est le même que celui appliqué pour l'émission d'euros numériques présenté ci-dessus.

Cas d'usage testés dans le cadre des expérimentations

L'expérimentation a porté sur plusieurs cas d'usage couvrant l'intégralité de la chaîne transactionnelle :

- Des euros numériques ont été émis / remboursés dans TIPS (niveau 1 pour les besoins des expérimentations) et transférés vers des systèmes de niveau 2 ;
- Des euros numériques ont été déposés et retirés par des utilisateurs finaux fictifs depuis les comptes ou les portefeuilles des intermédiaires supervisés ;
- Des euros numériques ont été échangés entre comptes / portefeuilles dans chaque système de niveau 2 (transaction intra-système) ;
- Des euros numériques ont été échangés entre comptes / portefeuilles dans différents systèmes de niveau 2 (transaction inter-système) ;
- Initiation de paiements par le biais d'une application en ligne ou de solutions de paiement existantes en ayant recours à une interface

SECTION 1 : PRÉSENTATION GÉNÉRALE DE LA CONCEPTION DU MODÈLE

utilisateur unique alimentée par une API commune, quel que soit le système de niveau 2 dans lequel le compte / portefeuille est géré.

Par ailleurs, deux fonctionnalités clés du modèle ont été déployées avec succès pour l'ensemble des systèmes de niveau 2 :

- 1) La rémunération programmée, comprenant une rémunération par paliers pour les utilisateurs finaux ;
- 2) Les limites programmées à la fois pour les avoirs en euros numériques et sur les transactions, y compris des limites différenciées⁴ et un mécanisme dit de « *waterfall* »⁵.

Les expérimentations ont également couvert la capacité d'ajouter des systèmes de niveau 2 à l'écosystème sans perturbation. En effet, au cours des expérimentations, alors que d'autres systèmes de niveau 2 avaient déjà été intégrés, un système supplémentaire a été connecté avec succès au niveau 1 et aux autres systèmes de niveau 2.

4 Au sein d'un système de niveau 2, une limite spécifique est établie pour au moins un portefeuille / compte. Cette fonctionnalité pourrait être utilisée pour fixer des limites plus élevées aux transactions pour les commerçants que pour les citoyens, par exemple.

5 Ce mécanisme permet de s'assurer que toute transaction supérieure à la limite aux avoirs déclenche la conversion automatique des euros numériques au-delà de la limite en monnaie commerciale.



Section 2 : Principaux résultats de l'expérimentation

1 Choix du registre

L'expérimentation a montré que l'architecture à plusieurs niveaux décrite ci-dessus présente plusieurs avantages. Chaque niveau remplit des rôles différents et complémentaires, permettant simultanément à la banque centrale de conserver un contrôle total sur l'euro numérique tout en autorisant une certaine souplesse, de l'innovation et de la résilience.

L'architecture à plusieurs niveaux permet à l'Eurosystème de conserver le contrôle total sur l'émission et la quantité d'euros numériques en circulation. Elle garantit en outre la convertibilité totale au pair avec d'autres formes de monnaies⁶.

L'existence d'un niveau 1 directement exploité par l'Eurosystème dans lequel l'euro numérique est émis et mis à disposition des intermédiaires supervisés qui participent à Target2 est une condition essentielle pour garantir que **l'euro numérique est un passif de l'Eurosystème**. Cette architecture à plusieurs niveaux garantit également que l'Eurosystème **contrôle la quantité d'euros numériques en circulation** dans l'ensemble des systèmes de niveau 2 dans la mesure où chaque compte de transit dans les systèmes de niveau 2 opéré par l'Eurosystème donne un aperçu global du nombre total d'unités d'euro numérique en circulation pour chaque système de niveau 2.

Le modèle permet la **convertibilité au pair de l'euro numérique dans d'autres formes de monnaie de banque centrale** (billets de banque, réserves de banque centrale) et de **monnaie de banque commerciale**. L'acquisition ou le remboursement

des euros numériques contre d'autres formes de l'euro sont assurés par le recours aux comptes Target 2 des intermédiaires supervisés (futurs comptes CLM), en parallèle de leurs comptes d'euros numériques de niveau 1. Le modèle à deux niveaux permet le **règlement en temps réel de toutes les transactions**, que leur exécution se déroule au sein du même système de niveau 2 (l'instantanéité du règlement étant une exigence native de tout système de niveau 2) ou par l'intermédiaire de deux systèmes différents de niveau 2 (par le recours au service TIPS en tant que niveau 1).

Par ailleurs, une architecture à plusieurs niveaux comprenant diverses plateformes de niveau 2 augmente la flexibilité et favorise la résilience du système.

L'architecture à plusieurs niveaux est suffisamment **flexible** pour permettre la mise en œuvre de plusieurs systèmes de niveau 2, chacun pouvant offrir différentes fonctions et fonctionnalités. Par exemple, un système donné de niveau 2 conçu dans le but d'encourager l'inclusion financière pourrait être élaboré avec des limites plus strictes et des règles en matière de lutte contre le blanchiment de capitaux et le financement du terrorisme (LCB-FT) plus souples (par exemple, enregistrement des nouveaux clients simplifié dans le cadre de procédures de connaissance client allégées). Par ailleurs, le modèle peut intégrer à un stade ultérieur de nouveaux systèmes de niveau 2 en vue de futurs cas d'usage innovants, comme des fonctions de « programmabilité » pouvant évoluer avec le temps pour répondre aux besoins exprimés par l'ensemble des parties prenantes. Grâce à son architecture agnostique en matière de technologie, le modèle à plusieurs niveaux peut héberger des DLT à la fois publiques et privées, en tirant le

⁶ Bien que ce modèle offre cette possibilité d'un point de vue technique, l'expérimentation ne couvre pas les aspects juridiques de la convertibilité de l'euro numérique ni celle de son cours légal.

SECTION 2 : PRINCIPAUX RÉSULTATS DE L'EXPÉRIMENTATION

meilleur parti des deux technologies, et mettre en œuvre divers mécanismes de consensus pour obtenir un consensus de validation économique en termes de ressources (par exemple, preuve de participation ou « *proof of stake* » et preuve d'autorité ou « *proof of authority* »).

Enfin, disposer de plusieurs systèmes de niveau 2 renforce la **résilience** de l'architecture dans son ensemble, puisque cela **élimine les points uniques de défaillance**. Dans l'éventualité où le système de niveau 1 (TIPS) deviendrait indisponible, tous les intermédiaires supervisés peuvent continuer de régler les transactions avec les liquidités en circulation dans un système donné de niveau 2. Dans l'éventualité où un système de niveau 2 deviendrait indisponible, les autres systèmes de niveau 2 continuent de fonctionner normalement et d'interagir avec le niveau 1 et les autres systèmes de niveau 2. Enfin, au sein d'un système donné de niveau 2 basé sur la DLT, la défaillance d'un intermédiaire supervisé qui pouvait exploiter un nœud de la blockchain n'affecte pas la capacité du système à valider la transaction.

2 Rôle des intermédiaires

Le modèle envisagé confère en théorie **une large place au secteur privé**, prévoit divers rôles que les intermédiaires pourraient être amenés à endosser, lesquels pourraient inclure la distribution d'euros numériques aux utilisateurs finaux et la fourniture de services innovants.

Le modèle à plusieurs niveaux établit une distinction claire entre, d'un côté, la fonction d'émission (dans le système de niveau 1), qui relèverait de la compétence exclusive de l'Eurosystème, et, de l'autre, la fonction de distribution d'euros numériques aux utilisateurs finaux (dans les systèmes de niveau 2), qui incomberait aux intermédiaires privés. Grâce à cette répartition des responsabilités, l'Eurosystème et les intermédiaires financiers continuent d'agir dans leurs domaines d'expertise respectifs en tirant parti de leur expérience⁷.

Dans le modèle à plusieurs niveaux, il incomberait aux intermédiaires de distribuer l'euro numérique aux utilisateurs finaux et d'assurer la conformité aux exigences réglementaires, telles que la connaissance du client (KYC – « *Know Your Customer* »), la lutte contre le blanchiment des capitaux et le financement du terrorisme, ainsi qu'aux lois et règles locales (par exemple, déclarer aux autorités

fiscales les ouvertures de comptes et les intérêts perçus⁸). De plus, il serait possible de programmer certaines de ces règles directement dans le système de niveau 2 en tant que propriétés des comptes ou des portefeuilles des utilisateurs finaux.

L'architecture envisagée permettrait également aux fournisseurs de service tiers (FST) de proposer des services à valeur ajoutée, ce qui favoriserait l'innovation. Calquée sur le cadre de DSP2, cette configuration permettrait aux FST de conclure des contrats avec les titulaires de compte / portefeuille afin de leur fournir des services à valeur ajoutée (par exemple, services d'agrégation de comptes, services d'initiation de paiement). Les FST se connecteraient à une interface commune sur le même principe que DSP2 (« API commune »), quelle que soit la plateforme de niveau 2 auprès de laquelle le compte / portefeuille de l'utilisateur final est tenu. En outre, dans le cas des systèmes de niveau 2 basés sur la technologie du registre distribué, les intermédiaires pourraient fournir ces services à valeur ajoutée en déployant des contrats intelligents (« *smart contracts* ») pour le compte de leurs clients. Par voie de conséquence, la capacité de programmation du modèle à plusieurs niveaux peut être mise en œuvre de deux manières complémentaires, l'API et l'accès par des tiers, d'un côté, et les contrats intelligents, de l'autre.

3 Protection de la vie privée et lutte contre le blanchiment de capitaux

Il ressort de la consultation publique organisée par l'Eurosystème sur l'euro numérique entre le 12 octobre 2020 et le 12 janvier 2021 que les participants considèrent la protection de la vie privée comme un élément fondamental de l'euro

7 Distinguer très clairement les fonctions d'émission et de distribution de l'euro numérique, chacune étant réalisée dans différents systèmes (niveau 1 et niveau 2, respectivement) dans le cadre de l'approche à plusieurs niveaux, pourrait présenter des avantages supplémentaires. Par exemple, le régime de tarification de l'euro numérique serait plus facile à définir, étant donné que son émission serait gérée dans le niveau 1 par l'Eurosystème, à l'instar des services Target actuels, dans le cadre d'un mécanisme de tarification défini par l'Eurosystème. Le secteur privé, quant à lui, définirait le prix des services qu'il fournirait aux fins de la distribution de l'euro numérique (lutte contre le blanchiment des capitaux et le financement du terrorisme, gestion des fraudes, cybersécurité, etc.)

8 Rémunérer les comptes signifie que le titulaire du compte peut percevoir des revenus supplémentaires susceptibles d'être imposables (les produits d'intérêt pourraient également être déduits du revenu imposable s'ils sont négatifs). Certains pays exigent également que la personne (physique ou morale) déclare à l'administration fiscale les revenus (positifs ou négatifs) qu'elle verse à une autre partie. D'autres pays exigent également que la personne qui verse des revenus calcule et retienne les impôts payés pour le compte de la personne à laquelle elle verse des intérêts. Les intermédiaires supervisés peuvent déjà s'appuyer sur le système pour respecter la législation fiscale, autre argument en faveur des banques centrales nationales/BCE pour qu'elles ne traitent pas directement avec les utilisateurs finaux.

numérique. Toutefois, il y a lieu de mettre en balance la protection de la vie privée au regard du respect des procédures en matière de connaissance du client (KYC) et des réglementations en matière de lutte contre l'évasion fiscale, le blanchiment des capitaux et le financement du terrorisme (LCB-FT). Compte tenu de la pluralité des plateformes de niveau 2, le modèle à plusieurs niveaux permet la mise en œuvre simultanée de différents mécanismes pour répondre à la fois aux impératifs de protection de la vie privée et d'intégrité financière.

Par exemple, il est possible d'ajouter une plateforme de niveau 2 avec des règles restreintes en matière de LCB-FT et de connaissance client en vue d'applications spécifiques comme faciliter l'inclusion financière et permettre à des non-résidents d'accéder à l'euro numérique. Cette option pourrait se traduire par l'imposition de limites plus strictes en termes d'avoirs et de transactions. Les expérimentations ont confirmé la faisabilité technique des paiements P2P anonymes avec des systèmes basés sur des tokens.

Dans le modèle proposé, les intermédiaires joueraient un rôle central dans le respect des normes en matière de lutte contre le blanchiment de capitaux et le financement du terrorisme. Quel que soit le cas de figure, les intermédiaires se chargeraient des procédures de connaissance du client, tant pour l'enregistrement de nouveaux clients que pour les retraits et dépôts d'euros numériques. Par ailleurs, selon le niveau de protection de la vie privée retenu dans un système donné de niveau 2, ils assureraient également le filtrage des flux et signaleraient les transactions suspectes, le cas échéant.

Au moment d'enregistrer de nouveaux clients dans un système donné de niveau 2, les intermédiaires supervisés effectueraient les vérifications requises aux termes des procédures de connaissance client et s'assureraient que l'utilisateur final ne détient pas déjà un compte / portefeuille d'euros numériques. Grâce à ces vérifications, il serait impossible pour les utilisateurs qui ouvrent plusieurs comptes ou portefeuilles de contourner les limites et / ou les mécanismes de rémunération par paliers. Ce « contrôle d'unicité » pourrait être réalisé au moyen d'un échange automatisé de données. Le

compte/portefeuille nouvellement créé pourrait être lié au compte courant existant de l'utilisateur⁹, ce qui faciliterait les conversions entre les euros numériques et la monnaie de banque commerciale et permettrait la mise en œuvre d'un mécanisme « en cascade » (voir section 2.4 ci-dessous).

Hormis les intermédiaires supervisés, les fournisseurs de services LCB-FT et de connaissance client de niveau 2 pourraient se charger de contrôler la conformité des transactions aux réglementations applicables et de signaler les transactions suspectes.

Toutefois, afin que l'utilisation de l'euro numérique garantisse une protection adéquate de la vie privée, les plateformes de niveau 2 devraient satisfaire aux exigences suivantes :

- Les informations partagées entre les parties d'une transaction sont strictement limitées aux informations requises à des fins réglementaires et toute personne qui ne participe pas à la transaction ne pourra pas accéder aux informations échangées dans le cadre d'une transaction donnée.
- Le respect des lois et réglementations en matière de protection de la vie privée, y compris le Règlement général sur la protection des données (EU) 2016/679 du 27 avril 2016 (le « RGPD »), doit être assuré. Ceci supposerait d'établir une gouvernance claire, en déterminant les rôles et responsabilités respectifs de tous les participants aux systèmes de niveau 2 (par exemple, le « responsable du traitement », le « sous-traitant ») et de veiller à ce que les principes en vigueur en matière de traitement des données à caractère personnel et les droits des personnes concernées soient correctement appliqués.

Le modèle à plusieurs niveaux peut recourir à plusieurs techniques en matière de protection de la vie privée pour satisfaire à ces exigences, chaque technique différant en termes de caractéristiques et de niveau de maturité et ayant des répercussions sur les coûts et la performance. Par exemple, la mise en œuvre de techniques avancées de cryptographie suppose des investissements plus importants. En outre, ces techniques consommeraient de manière significative de la bande passante et pourraient nuire à la capacité de traitement des transactions en ralentissant le

⁹ Ce rattachement n'aurait aucun intérêt dans le cas d'un niveau 2 spécifiquement destiné à l'inclusion financière ou aux non-résidents.

SECTION 2 : PRINCIPAUX RÉSULTATS DE L'EXPÉRIMENTATION

TYPE DE TECHNIQUE	NIVEAU DE PROTECTION DE LA VIE PRIVÉE	DISPONIBILITÉ ET FAISABILITÉ EN TERMES DE TRANSACTIONS FINANCIÈRES
<i>Zero Knowledge Proof</i> (ZKP, preuve à divulgation nulle de connaissance) : protocole cryptographique dans le cadre duquel le « prouveur » peut prouver au « vérificateur » la connaissance d'une certaine donnée, sans avoir à communiquer aucune autre information – par exemple, un utilisateur prouvant qu'il a plus de dix-huit ans sans fournir sa date de naissance.	Élevé	Déjà disponible sur plusieurs systèmes, exige le stockage de données à caractère personnel par les intermédiaires supervisés, permettant ainsi de réaliser les contrôles LCB-FT requis
Chiffrement des données à l'aide de clés de déchiffrement spécifiques : chiffrement des données sur la chaîne à l'aide de clés de déchiffrement partagées entre participants déterminés. Solution peu performante à long terme étant donné la difficulté de prédire l'avancée de la puissance de déchiffrement.	Élevé à court terme, faible à long terme	Facile à mettre en œuvre, diminue la capacité de traitement des transactions
Fournisseur d'identités externes et de jeton d'identité sur la chaîne : le seul attribut qui circule sur la chaîne est un attribut aléatoire qui permet de relier le compte d'un utilisateur à une identité. Il est possible de vérifier cet attribut en interrogeant le fournisseur de la base de données extérieure.	Élevé	Facile à déployer, nécessite des bases de données d'identités extérieures à la chaîne
Parage de secret, « <i>Secret sharing</i> » et Multi-signature : les données sensibles ne sont communiquées que lorsqu'un nombre approprié d'entités (par exemple, trois sur cinq) y consent.	Moyen	Déjà disponible dans certains systèmes. Ne permet pas de procéder aux contrôles LCB-FT de manière systématique.
Canaux : les transactions sont partagées entre un nombre restreint de participants. Toutefois, chaque interaction avec un nouvel intermédiaire supervisé nécessite de créer un nouveau canal. Cette technique est difficile à mettre en œuvre à partir du moment où les intermédiaires supervisés sont trop nombreux.	Faible	Technique peu adaptable, déjà disponible avec certaines DLT uniquement
Transactions privées : moyen de traiter une transaction uniquement entre les participants et les parties de la transaction concernée. Un nœud « notaire » obtient un hachage d'une transaction. Simple et efficace. Personne d'autre n'accède aux données.	Élevé	Disponible avec certaines DLT uniquement
Calcul multipartite : plusieurs entités apportent de manière sécurisée leurs données dans un ensemble de données combiné, par exemple détection des fraudes, tout en préservant la confidentialité de leurs données vis-à-vis d'autres ensembles.	Élevé	Déjà disponible avec certains systèmes

système. Sur la base de cette analyse (voir tableau ci-dessous), la preuve à divulgation nulle de connaissance, « *Zero Knowledge Proof* », et les techniques en matière d'identité externe semblent les plus susceptibles d'être déployées étant donné que leur mise en œuvre aurait peu d'impact sur la performance du système tout en garantissant un niveau élevé de protection de la vie privée.

4 Limites

Comme précisé dans le Rapport, l'introduction d'un euro numérique pourrait conduire à des transferts excessifs de monnaie de banque commerciale au profit de la monnaie numérique

de banque centrale (MNBC), avec d'importantes répercussions sur le modèle économique des banques. Imposer des limites aux avoirs et aux flux de transaction semble être un moyen, parmi d'autres, d'atténuer les effets de la désintermédiation et, en cas de crise, des paniques bancaires exacerbées.

Appliquer des limites aux avoirs et aux transactions permettraient également d'atténuer les risques liés à la lutte contre le blanchiment des capitaux et au le financement du terrorisme. La réglementation en vigueur prévoit déjà ces types de limites qui ont vocation à lutter contre le blanchiment de capitaux. Il existe par exemple des plafonds pour

les retraits d'espèces¹⁰ et des limites sur les transactions de paiement mensuelles à l'aide d'instruments de paiement rechargeables¹¹.

L'expérimentation a cherché à tester la possibilité de mettre en œuvre les deux types de limites à l'aide de fonctions programmables. Les principaux enseignements à retenir pour chacune de ces limites sont résumés ci-après :

• Limites appliquées aux avoirs

Le modèle à plusieurs niveaux permet de fixer des limites aux avoirs afin de gérer ces risques. De plus, il est suffisamment flexible pour permettre l'application de limites différenciées en fonction des plateformes de niveau 2 et en fonction des utilisateurs au sein d'une même plateforme de niveau 2.

Fixer différentes limites selon les diverses plateformes de niveau 2 permettrait à l'Eurosystème de soumettre, par exemple, une plateforme de niveau 2 à des limites plus strictes et des règles plus souples en matière de LCB-FT dans le but d'encourager l'inclusion financière ou en vue d'une utilisation par des non-résidents.

De la même manière, appliquer des limites différentes aux utilisateurs d'une même plateforme de niveau 2 permettrait de tenir compte des différents statuts juridiques et modèles économiques de chaque agent économique. À cet égard, les commerçants pourraient en principe bénéficier, du moins sur une base intra-journalière, d'une limite supérieure à celle des consommateurs. Afin de reproduire cette configuration, la limite par défaut paramétrée dans le cadre de l'expérimentation portant sur les systèmes de niveau 2 a été personnalisée pour quelques comptes / portefeuilles programmés afin de disposer d'un plafond d'avoir plus élevé.

Quel que soit le montant, l'introduction d'une limite aux avoirs soulève un certain nombre de questions pratiques. **Un afflux d'euros numériques pourrait entraîner le franchissement de la limite**

de détention, ce qui déclencherait deux options qui ont été testées lors de l'expérimentation :

- 1) Un message d'erreur adressé au payeur lui indiquant un règlement refusé parce que le bénéficiaire aurait franchi sa limite de détention d'euros numériques. Étant donné que le solde du bénéficiaire des euros numériques est catégorisé en tant que données transactionnelles hautement confidentielles, sa vie privée ne serait pas protégée. Cette option n'est donc pas viable.
- 2) Un mécanisme automatique de déversement optionnel de liquidités ou « cash sweep » sur le compte courant du bénéficiaire (appelé « mécanisme en cascade »), qui a été relié à son compte d'euros numériques à l'ouverture du compte d'euros numériques. Dans ce cas, le montant au-dessus du seuil serait automatiquement converti en monnaie de banque commerciale, par exemple en fin de journée. **Cette option accroît la complexité du processus de règlement de l'euro numérique et le nombre de transactions liées à l'euro numérique dans le système. Toutefois, l'expérimentation a démontré que cette option était viable : lors de l'expérimentation, certains portefeuilles ou comptes ont été configurés afin de transférer un montant supérieur à la limite de détention définie sur le compte d'un intermédiaire supervisé si bien que ce dernier a pu créditer le compte courant de l'utilisateur final en monnaie de banque commerciale**

• Limites appliquées aux transactions

Outre les limites imposées aux avoirs, le modèle à plusieurs niveaux permet également d'appliquer des limites aux flux de transactions. Ces limites s'appliqueraient uniquement aux transactions sortantes. Toute transaction à destination d'un autre portefeuille ou compte au-delà du seuil préalablement défini serait ainsi automatiquement rejetée. Toutefois, les remboursements ne devraient être soumis à aucune limite. Les utilisateurs seraient en mesure de convertir librement les euros numériques au-delà de ce seuil en monnaie de banque commerciale par le biais de leur intermédiaire supervisé. Dans le cadre de l'expérimentation, les systèmes de niveau 2 ont été configurés par défaut de manière à limiter le montant maximum par transaction et à fixer un montant maximal pour les transactions sur 7 jours glissants.

¹⁰ Par exemple, la réglementation française interdit aux consommateurs de régler des marchandises en espèces au-delà de 1 000 euros.

¹¹ Article 12.1 de la 5^e Directive européenne sur la prévention du détournement du système financier aux fins du blanchiment de capitaux et du financement du terrorisme.

5 Rémunération

Comme mentionné ci-dessus, l'introduction d'un euro numérique ne devrait pas faire courir le risque d'une désintermédiation du système bancaire. Elle ne devrait pas non plus perturber la transmission de la politique monétaire. Élaborer un mécanisme de rémunération approprié apparaît comme une option envisageable pour répondre à ces deux exigences. Il ressort de l'expérimentation que divers mécanismes de rémunération, y compris la **rémunération par paliers**¹² dont le **calibrage différerait en fonction du statut juridique du détenteur d'euros numériques**, pourraient être déployés afin d'éviter les risques de désintermédiation importante et de préserver la transmission de la politique monétaire. À l'instar des limites, s'appuyer sur des plateformes DLT de niveau 2 permet de recourir à des solutions programmables pour mettre en œuvre les mécanismes de rémunération.

L'exemple ci-après illustre une application possible de ce type de rémunération pour les intermédiaires supervisés et les utilisateurs finaux.

Dans le cas des **intermédiaires supervisés**, une option possible consisterait à rémunérer les avoirs en euros numériques à l'instar de billets de banques dans l'attente d'être distribués aux utilisateurs finaux (c'est-à-dire une rémunération à 0 %). Toutefois, émettre une MNBC rémunérée à un taux nul dans un environnement de taux négatifs – sans limites imposées aux avoirs – encouragerait les intermédiaires supervisés à demander de grandes quantités d'euros numériques pour éviter les taux négatifs sur leurs réserves, ce qui priverait de la possibilité de mettre en œuvre une politique de taux négatif (Bindseil et Panetta, 2020). D'un autre côté, rémunérer toutes les avoirs en euros numériques à des taux d'intérêt négatifs – à l'instar des réserves aujourd'hui – pourrait pousser les intermédiaires supervisés à détenir des liquidités en euros numériques en quantités insuffisantes dans les systèmes de niveau 2, restreignant leur capacité à répondre aux demandes des clients et affaiblissant la résilience du système dans son ensemble.

Une solution envisageable pour répondre à ces problématiques serait d'appliquer une **rémunération par paliers** à l'ensemble des dépôts détenus par les intermédiaires supervisés dans le niveau 1 et le niveau 2¹³ : dans cette configuration, en

dessous d'un seuil donné, les avoirs en euros numériques des intermédiaires supervisés seraient traités au même titre que des espèces (autrement dit, ils ne seraient pas rémunérés). Ces avoirs fourniraient les liquidités nécessaires pour répondre à la demande de détail dans l'éventualité où l'accès au niveau 1 serait temporairement perturbé. Au-delà de ce seuil, les avoirs en euros numériques des intermédiaires supervisés seraient traités au même titre que des réserves, et donc rémunérés au Taux de la facilité de dépôt.

Un raisonnement similaire s'appliquerait aux utilisateurs finaux : à concurrence d'un certain montant, leurs avoirs seraient rémunérés à un taux nul et au-delà de ce montant, ils seraient soumis à des taux d'intérêt inférieurs, pouvant être négatifs. Une telle configuration faciliterait l'utilisation de l'euro numérique comme principal moyen de paiement tout en prévenant le risque d'une importante désintermédiation bancaire. Afin de compléter cette analyse technique, il y a lieu d'étudier de manière approfondie les impacts d'un euro numérique sur la transmission de la politique monétaire.

6 Capacité de programmation

La capacité de programmation est l'un des services à valeur ajoutée susceptible d'être proposé aux utilisateurs finaux de l'euro numérique. D'un point de vue technique, la capacité de programmation pourrait trouver des applications dans un certain nombre de cas d'usage, au nombre desquels :

- (1) Les paiements programmables : dans ce cas d'usage, les paiements s'exécuteraient automatiquement dès lors que des conditions particulières, préalablement définies, sont remplies. Des fonctionnalités assimilables au séquestre en vertu desquelles la réception d'un actif engendra la libération d'un autre actif dans le cadre d'un paiement contre livraison (DvP) et d'un paiement contre paiement (PvP) relèveraient également de cette catégorie.

12 La possibilité d'un mécanisme de rémunération par paliers a été exposée par Panetta (2018) puis plus amplement développée par Bindseil (2020). Dans un système de rémunération par paliers, les avoirs en euros numériques seraient rémunérés à un taux donné en dessous de certains seuils, tandis que les avoirs au-dessus de ces seuils seraient rémunérés à un taux inférieur dans le but de décourager l'utilisation de l'euro numérique en tant que réserve de valeur.

13 Si la rémunération n'est appliquée qu'au niveau 1, les banques pourraient placer d'importantes sommes d'euros numériques sur leurs comptes de niveau 2, d'où la nécessité d'appliquer une rémunération à leurs avoirs consolidés en euros numériques.

- (2) La monnaie programmable : la capacité de programmation permet aux banques centrales de définir les propriétés de la monnaie. Elles peuvent doter les jetons de propriétés telles que la rémunération, des limites sur les montants de transaction, l'inscription sur liste blanche/noire de certains bénéficiaires.

Si la capacité à programmer une infrastructure pour qu'elle exécute des tâches automatiquement n'est pas nouvelle en soi, l'émergence de la technologie du registre distribué ouvre la voie à une utilisation accrue des capacités de programmation permettant de développer de nouvelles fonctionnalités innovantes. Cette capacité de programmation peut reposer soit sur des **contrats intelligents**, soit des **API**, soit une combinaison de ces deux fonctionnalités.

Un **contrat intelligent** est la version numérique d'une condition logique qui se met en œuvre entre deux parties et dont les modalités sont intégrées dans un élément de code qui s'exécute dès lors que certaines exigences préalablement définies sont remplies.

À l'inverse, une **API** désigne une couche applicative qui sert d'interface entre deux systèmes d'informations distincts. Elle permet à un système d'information donné d'accéder à des données ou à lancer des tâches sur un autre système d'information.

D'un point de vue technique, le modèle à plusieurs niveaux permet de mettre en œuvre des capacités de programmation de deux façons (contrat intelligent et API), comme expliqué dans la section 2.2. En effet, les expérimentations ont confirmé la viabilité des deux approches en :

- Mettant en place une API de type DSP2, en supposant que les capacités de programmation peuvent être fournies par des fournisseurs de service tiers comme c'est souvent le cas aujourd'hui dans les systèmes conventionnels.
- Menant l'expérimentation avec des systèmes de niveau 2 basés sur la DLT en déployant un contrat intelligent pour la création de jetons d'euro numérique, leur remboursement et les paiements, ainsi que pour les fonctionnalités liées aux limites et à la rémunération.

Toutefois, les avantages respectifs de ces deux méthodes n'ont été ni comparés ni confrontés

dans le cadre de ces expérimentations. Cette analyse pourrait être réalisée au regard de divers critères tels que **la flexibilité, l'accessibilité, la résilience et la vulnérabilité aux cyber-risques**.

Enfin, l'Eurosystème voudra probablement exercer un certain contrôle sur les capacités de programmation déployées ou mises en œuvre par les intermédiaires pour le compte de leurs clients. Cette question est particulièrement pertinente dans le cas des systèmes de niveau 2 basés sur la DLT étant donné que les intermédiaires pourraient directement déployer des contrats intelligents dans ce cas de figure.



Conclusion

L'expérimentation portant sur une approche à deux niveaux a démontré **la faisabilité technique de la combinaison de systèmes centralisés et de DLT, puisque les expériences ont réussi à faire cohabiter divers composants technologiques** (divers types de DLT ainsi qu'un système de registre non distribué) et à les relier aux systèmes existants. Plusieurs cas d'usage testés avec succès ont montré que l'approche à plusieurs niveaux offre une architecture adaptée à l'émission, la distribution et l'échange d'euros numériques et peut héberger de nouvelles fonctionnalités comme des capacités de programmation.

Au-delà de ces considérations purement techniques, le modèle à plusieurs niveaux a également démontré sa **capacité à répondre à plusieurs problématiques de conception de l'euro numérique et à relever certains défis en termes de politique** identifiés dans le rapport sur un euro numérique,

grâce à son architecture ouverte et sa flexibilité et à la large place que ce modèle confère au secteur privé.

L'inclusion et la flexibilité propres à l'approche à plusieurs niveaux permettent également de soutenir l'émission d'une MNBC de détail et d'une MNBC destinée au règlement interbancaire¹⁴. Outre les cas d'usage de détail testés dans le cadre des expérimentations, l'ajout d'autres systèmes de niveau 2 permettrait d'intégrer d'autres utilisations, y compris les cas d'usage de gros tels que le règlement de titres, les paiements transfrontières et les paiements en devises croisées.

¹⁴ Souvent appelée MNBC de gros dans la littérature.