

Sous-rapport canonique sUSD

Erreur de suivi et mécanique de désancrage, Synthetix sUSD sur Ethereum L1 et Optimism, 2020–2026

Derivalink R&D

28 mai 2026

Résumé

Ce sous-rapport caractérise l'erreur de suivi (TE) du couple $sUSD/USD$ sur l'ensemble de son cycle opérationnel, depuis le lancement de la cohorte Synthetix V2 sur Ethereum mainnet (déploiement du pool Curve sUSD, 2020-04-20) jusqu'au point de coupe du jeu de données (2026-05-11). sUSD est un synth de pool de dette adossé au collatéral SNX selon un C-RATIO système gouverné par le Synthetix Council ; il est structurellement distinct des stablecoins surcollatéralisés (MakerDAO DAI), des émissions adossées à du fiat (USDC, USDP) et des algorithmiques (UST). Le mécanisme de défense de l'ancrage combine (i) l'échange atomique via l'AMM interne de Synthetix au prix de l'oracle Chainlink, avec une commission de 0,3 %, et (ii) l'arbitrage de marché secondaire sur le pool Curve sUSD (sUSD/DAI/USDC/USDT) en L1, plus le pool stable Velodrome sUSD/USDC sur Optimism depuis fin 2022.

Le jeu de données canonique compte 228 812 prix sUSD implicites issus de swaps on-chain (87 449 sur Curve L1 ; 141 363 sur Velodrome V2 OP) auxquels s'ajoutent les flux d'oracles Chainlink USDC/USDT/DAI et le prix du collatéral SNX. La couverture mensuelle est continue sur l'ensemble de la fenêtre 2020-04 à 2026-05 après une ré-extraction corrective documentée en Section 1. Le signal unique dominant du jeu de données est un épisode de désancrage sUSD en cours qui a ouvert une dérive lente en mai 2024, est passé en phase aiguë le 9 avril 2025, et reste actif au point de coupe avec un creux médian journalier de 0,593 le 6 février 2026.

Table des matières

Résumé exécutif	3
1 Caractérisation du jeu de données	5
1.1 Tables couvertes	5
1.2 Construction de la série de prix sUSD	5
1.3 Couverture mensuelle et limitations	5
2 Statistiques descriptives d'erreur de suivi	6
2.1 Métriques scalaires par référence	6
2.2 Asymétrie inter-références	6
2.3 Fenêtres roulantes 30 jours et 90 jours	7
3 Décomposition de niveau 1 et suite GARCH	8
3.1 Décomposition sigma en fenêtre roulante	8
3.2 Régression de base de la TE	8
3.3 Suite GARCH	8
3.4 HAR-RV sur la variance réalisée journalière	10

4	Structure temporelle de niveau 2	10
4.1	Heatmap heure UTC $\times$ jour de la semaine	10
4.2	Périodogramme de Fisher-Schuster	10
4.3	Variance réalisée à deux échelles (TSRV)	11
4.4	Noyau réalisé	11
5	Venues et frictions	11
5.1	Inventaire des venues	11
5.2	Avance-retard cross-chain	12
5.3	Asymétrie de volume en dollars durant la phase aiguë de 2025	12
6	Pilotes structurels	12
6.1	État du système sur la fenêtre de la cohorte	12
6.2	Intensité d'échange et de rachat	13
6.3	Collatéral SNX et désancrage 2025	14
7	Causalité et cointégration	14
7.1	Test de Johansen sur le panier de stablecoins	14
7.2	Causalité de Granger par paire	14
7.3	VAR(4) sur le système à quatre stablecoins	15
7.4	Dépendance de queue	15
8	Études de cas	15
8.1	Weekend SVB du 2023-03-11 : la « prime » apparente sUSD	15
8.2	Désancrage soutenu à partir de mai 2024	16
8.3	Krach SNX du 2021-05-19 : un effet DiD propre	17
9	Expériences naturelles	18
9.1	Fenêtre de rupture d'offre Wezen 2021-09	18
9.2	Pas de gouvernance SCCP sur le ratio d'émission	18
9.3	Transition V2 $\rightarrow$ V3 sur Optimism	19
10	Findings, questions ouvertes et implications V2	19

Résumé exécutif

Synthèse. sUSD est un synth de pool de dette surcollatéralisé : chaque unité d’offre est adossée à du collatéral SNX détenu par les stakers à un ratio de collatéralisation système (C-RATIO) gouverné par le Synthetix Council, et l’ancrage est défendu par un AMM interne (échange atomique contre l’oracle Chainlink USD, commission de 0,3 % sous V2) plus l’arbitrage de marché ouvert sur le pool Curve sUSD en Ethereum L1 et sur Velodrome V2 sur Optimism. Sur l’ensemble du jeu de 228 812 observations, sUSD se traite avec une référence soft sous l’ancrage d’environ $-0,4\%$ sur la sous-période antérieure à 2024, le biais moyen plein-échantillon étant ramené à $-2,2\%$ contre l’ancrage à \$1 par le désancrage à partir de 2024. Contre les flux d’oracles Chainlink USDC, USDT et DAI, le biais plein-échantillon est de $-2,1$ à $-2,9\%$ (Section 2). Le jeu de données capture un épisode de prime de deux jours documenté de manière serrée et mécaniquement piloté par le désancrage USDC durant la semaine SVB du 11 mars 2023 (Section 8) ; et un unique épisode de désancrage sUSD soutenu et toujours actif qui a ouvert une dérive lente le 16 mai 2024, qui est passé en phase aiguë sous 0,90 le 9 avril 2025, et qui reste actif au point de coupe du jeu de données avec un creux médian journalier de 0,593 atteint le 6 février 2026.

Jeu de données. Le jeu de données rassemble 228 812 prix sUSD implicites issus de swaps on-chain (87 449 sur le pool Curve sUSD L1 du 2020-04-20 au 2025-11-27 ; 141 363 sur le pool Velodrome V2 sUSD/USDC OP du 2023-06-23 au 2026-05-11), combinés aux flux d’oracles Chainlink USDC/USDT/DAI côté USD, au flux SNX/USD, et aux séries de politique et de récompenses on-chain de Synthetix. La couverture mensuelle est continue sur toute la fenêtre 2020-04 à 2026-05, avec au moins 50 observations de swaps par mois calendaire et une densité intra-journalière médiane d’un à deux swaps par heure durant les périodes actives (Section 1).

Niveau d’erreur de suivi. Sur la fenêtre de chevauchement plein, calculée sur la grille horaire combinant les deux venues, la TE sUSD affiche un RMSE de 0,0692 et un MAE de 0,0265 contre l’ancrage à \$1 ($N = 38 679$ observations horaires). Le biais structurel négatif est cohérent à travers les quatre références (ancrage, USDC, USDT, DAI) et déjà détectable sur la sous-période plus calme antérieure à 2024, ce qui suggère une composante combinant commission et prime de crédit plutôt qu’un artefact piloté par un seul épisode de stress (Section 2).

Décomposition sigma et volatilité persistante. La décomposition $\sigma_C / \sigma_S / \sigma_P$ prescrite par la spécification localise la plus grande croissance de la variance dans σ_P (résidu d’ancrage) durant les fenêtres de stress, σ_C (collatéral SNX) suivant les drawdowns SNX de 2021 et 2025 (Section 3). La régression de base de la TE journalière sur σ_C , le gas, le log-liquidité et le ratio d’émission atteint un $R^2 = 0,0011$ sur $N = 1 277$ observations journalières : les covariables structurelles contemporaines n’expliquent essentiellement aucune part de la variance de la TE, en cohérence avec un régime piloté par les événements plutôt que par des covariables à mouvement lent. La suite GARCH (Section 3) identifie un processus de volatilité fortement persistant sur les rendements horaires de la TE : GARCH(1,1) ajuste $\omega = 0,374$, $\alpha = 0,903$, $\beta = 0,097$ avec $\alpha + \beta \approx 1$, et le modèle EGARCH(1,1) préféré au sens AIC affiche $\alpha = 0,979$, $\beta = 0,989$, soit un comportement quasi-racine-unitaire en log-variance conditionnelle. La volatilité de la TE sUSD est *quasi-intégrée* plutôt que de retour à la moyenne sur l’horizon horaire : les chocs ont des effets de longue durée sur la variance conditionnelle.

Décomposition par venue. Curve L1 et Velodrome OP évoluent ensemble à la résolution horaire avec une corrélation de Pearson au sommet de 0,967 au retard 0, quasi-symétrique (les points de demi-décroissance se situent à ± 15 heures) (Section 5). Durant la phase aiguë de 2025, la distribution du volume en dollars est fortement déséquilibrée : Curve porte \$53,0 M de

notionnel en 11 511 swaps contre les \$0,46 M de Velodrome en 22 862 swaps. L1 conserve le flux d'arbitrage institutionnel alors même que Synthetix a migré vers V3 sur Optimism.

Cointégration avec le panier de stablecoins. Un test de Johansen sur les niveaux des quatre stablecoins (sUSD, USDC, USDT, DAI; $N = 1\,895$ journaliers) donne une statistique de trace de 1 197,7 au rang 0 contre une valeur critique de 47,85, avec une trace au rang 3 de 3,22 contre 3,84 qui accepte l'hypothèse nulle au rang 3 : trois relations de cointégration parmi les quatre séries, soit de manière équivalente une seule tendance stochastique commune (Section 7). Neuf relations de Granger par paires sont significatives au seuil de 5 %, dont sUSD $\leftrightarrow$ DAI bidirectionnellement et USDC $\rightarrow$ sUSD : sUSD est impliqué dans la découverte de prix du panier plutôt que de l'absorber purement. Les jambes de cotation partagées par le pool Curve sUSD relient mécaniquement le prix de marché de sUSD au désancrage de l'un quelconque de ses trois pairs, comme l'illustre l'étude de cas du 11 mars 2023.

Études de cas par différence-en-différences. Sur neuf événements de stress identifiés ex ante, seul le krach SNX de mai 2021 affiche un effet DiD propre (ATT = $-1,36\%$, test des tendances parallèles $p = 0,187$). Trois événements (Wezen 2021-09, SVB 2023-03, V2 $\rightarrow$ V3 OP 2023-08) ont des tendances parallèles propres mais des effets soit statistiquement nuls (SVB) soit statistiquement distinguables de zéro mais économiquement négligeables (Wezen et V2 $\rightarrow$ V3, tous deux à des amplitudes de $<0,2$ point de pourcentage). Cinq événements (Terra 2022-05, FTX 2022-11, Blocksec 2023-06, SCCP-2124 2024-07, et Black Thursday 2020-03 qui précède le jeu de données) échouent au pré-test de tendances parallèles et sont rapportés comme *data-limited*, *pas comme des résultats nuls* (Section 8).

Verdict. sUSD a historiquement tenu son ancrage de manière adéquate en tendance centrale (médiane plein-échantillon $\approx 1,002$; biais moyen antérieur à 2024 de $-0,4\%$), mais la moyenne plein-échantillon est tirée à $-2,2\%$ par le désancrage à partir de 2024 — l'écart médiane-moyenne est lui-même un diagnostic de la distribution asymétrique du désancrage. La volatilité est pilotée par les événements sur l'horizon journalier mais quasi-intégrée à la résolution horaire. Le jeu de données capture un épisode de désancrage catastrophique en cours qui a débuté comme une dérive lente en mai 2024 et est entré en phase aiguë en avril 2025, coïncidant avec un drawdown de 78 % du collatéral SNX (Section 10). Les chapitres 1–9 documentent chaque étape de l'analyse ; les findings, questions ouvertes et implications pour le monitoring V2 sont consolidés en Section 10.

1 Caractérisation du jeu de données

1.1 Tables couvertes

La couche d'analyse lit trois tables on-chain :

TABLE 1 – Densité du jeu de données par couple (table, `asset_id`).

Table	<code>asset_id</code>	Lignes	$t_{\min}$	$t_{\max}$
<code>prices</code>	<code>synthetix.susd.ethereum.v2</code>	87 449	2020-04-20	2025-11-27
<code>prices</code>	<code>synthetix.susd.optimism.v2</code>	141 363	2023-06-23	2026-05-11
<code>oracle_updates_raw</code>	<code>synthetix.snx.ethereum.v1</code>	109 325	2020-09-28	2026-05-11
<code>oracle_updates_raw</code>	<code>circle.usdc.ethereum.v1</code>	4 033	2021-03-01	2026-05-11
<code>oracle_updates_raw</code>	<code>tether.usdt.ethereum.v1</code>	3 257	2021-03-01	2026-05-11
<code>oracle_updates_raw</code>	<code>makerdao.dai.ethereum.v1</code>	51 360	2020-04-09	2026-05-10

1.2 Construction de la série de prix sUSD

Les observations de prix sUSD côté Ethereum sont des événements `TokenExchange` issus du pool Curve sUSD à `0xA5407eAE9Ba41422680e2e00537571bcC53efBfD`, scannés depuis le bloc de déploiement du pool sur toute la fenêtre du jeu de données. L'identifiant de source dans le schéma des lignes de prix est `curve_susd_v2_swap`; le suffixe `v2` correspond à la cohorte Synthetix V2 sous laquelle le pool opère, non à un déploiement Curve V2 (le pool est une instance unique de StableSwap en Vyper). La disposition des coins du pool (vérifiée on-chain via `cast call coins(int128)`) est (`DAI18`, `USDC6`, `USDT6`, `sUSD18`) aux indices (0, 1, 2, 3), l'indice en exposant indiquant la précision décimale du jeton. Chaque événement `TokenExchange` impliquant la jambe sUSD est mappé sur un unique ratio de prix `stable/sUSD` : un swap vendant du sUSD émet le ratio `tokens_bought/tokens_sold` et un swap achetant du sUSD émet le réciproque. Les swaps n'impliquant pas sUSD sont écartés. La colonne de volume notionnel porte la jambe stable du swap exprimée en USD-équivalent.

Les observations côté Optimism proviennent du pool stable Velodrome V2 sUSD/USDC à `0x6d5BA400640226e24b50214d2bBb3D4Db8e6e15a`, avec sUSD comme `token1` (18 décimales) et USDC comme `token0` (6 décimales). Le pool émet un événement `Swap` dont sont décodés les indices et les montants permettant de reconstruire le prix USDC-par-sUSD implicite directionnel. Velodrome V1 émet une signature `Swap` distincte (`sender`, `a0In`, `a1In`, `a0Out`, `a1Out`, `to`) sur le pool sUSD/USDC à `0xd16232ad60188B68076a235c65d692090caba155`; la fenêtre d'activité V1 précède la couverture effective d'Optimism dans le jeu de données présent et n'est pas incluse dans la série de prix.

Les flux d'oracles Chainlink pour les trois autres jambes du pool Curve sUSD (USDC, USDT, DAI) ainsi que pour le collatéral SNX sont des événements `AnswerUpdated` sur les contrats agrégateurs déployés, décodés selon la convention Chainlink à 8 décimales.

1.3 Couverture mensuelle et limitations

Chaque mois de la fenêtre 2020-04 à 2026-05 compte au moins 50 observations cumulées sur les deux venues. Le compte mensuel minimal sur Curve L1 est de 114 (2023-05) et le maximum de 5 804 (2021-01); sur Velodrome V2 OP le minimum est de 577 (mois de coupe 2026-05) et le maximum de 12 265 (2024-07). La série Curve L1 entre effectivement en dormance à partir de septembre 2025, avec zéro à cinq swaps par mois ensuite, à mesure que l'activité de négociation sUSD migre intégralement vers la venue Optimism.

Deux limitations du jeu de données sont explicites dans les entrées :

- La couverture de la venue Optimism débute le 2023-06-23. L'historique antérieur de Velodrome V1 et V2 (2022-06 à 2023-06) n'est pas inclus ; l'inférence cross-chain est donc restreinte à la sous-fenêtre postérieure à juin 2023.
- La série de référence macro DXY / TradFi prévue dans la spécification d'analyse n'est pas encore branchée dans les loaders ; la Section 2 calcule l'erreur de suivi uniquement contre la cible d'ancrage et contre le panier d'oracles Chainlink USDC, USDT et DAI.

2 Statistiques descriptives d'erreur de suivi

2.1 Métriques scalaires par référence

L'erreur de suivi est calculée à la plus haute résolution d'échantillonnage disponible puis résumée par quatre scalaires : $RMSE = \sqrt{\mathbb{E}[\ell^2]}$, $MAE = \mathbb{E}[|\ell|]$, $bias = \mathbb{E}[\ell]$, et la corrélation de Pearson entre les deux séries de prix sous-jacentes, avec $\ell_t = \log p_{sUSD}(t) - \log p_{ref}(t)$. Les références sont : la cible d'ancrage fixe à \$1, et les oracles Chainlink en cotation USD pour USDC, USDT et DAI sur Ethereum mainnet. Le pool Curve sUSD fournit les observations sUSD, Velodrome V2 OP ajoutant la dimension cross-chain postérieure à juin 2023.

TABLE 2 – Métriques scalaires de TE sur la fenêtre de chevauchement partagée, grille horaire sur l'union de Curve L1 et Velodrome V2 OP. ℓ est la différence des log-prix. RMSE, MAE et biais sont en unités de log-prix (proches des unités fractionnaires pour $|\ell| < 0,1$). N est le compte d'observations jointes.

Référence	RMSE	MAE	Biais	Corr.	N
peg_\$1	0,0692	0,0265	-0,0216	-	38 679
chainlink_usdc	0,0863	0,0367	-0,0285	-0,1376	1 820
chainlink_usdt	0,0689	0,0261	-0,0206	0,1297	1 583
chainlink_dai	0,0756	0,0304	-0,0277	0,0460	31 546

Le biais est négatif pour les quatre références, allant de $-2,2\%$ contre l'ancrage à \$1 jusqu'à $-2,9\%$ contre le flux Chainlink USDC. sUSD se traite avec un biais *structurellement négatif* contre chaque référence USD disponible dans le jeu de données, tant en période calme qu'en période de stress. Le MAE de **peg_\$1** à 0,0265 ($\approx 2,7\%$) est la métrique représentative du tick typique sur la grille horaire combinée. Le signe négatif du biais est invariant au choix de troncature : même sur la sous-période antérieure à 2024 (avant l'ouverture de la dérive du désancrage), le biais contre l'ancrage est déjà négatif ; l'ampleur croît avec l'exposition au désancrage mais le signe ne s'inverse pas.

2.2 Asymétrie inter-références

Le biais est plus important en valeur absolue contre USDC ($-2,9\%$) et plus faible contre USDT ($-2,1\%$), DAI se situant entre les deux ($-2,8\%$). Les oracles de référence portent eux-mêmes leurs propres déviations d'ancrage ; les oracles USDC et DAI sont descendus à 0,88 le 2023-03-11 (Section 8.1) et présentent des épisodes résiduels sous l'ancrage en dehors des fenêtres de stress du jeu de données. L'oracle USDT est le plus calme des trois (médiane 1,0001 sur la fenêtre plein-échantillon). L'asymétrie inter-références du biais sUSD doit donc se lire comme une propriété de la référence, non de sUSD lui-même : le comportement d'ancrage sous-jacent de sUSD se lit mieux contre **peg_\$1** (un scalaire fixe) et contre USDT (la référence la plus calme).

2.3 Fenêtres roulantes 30 jours et 90 jours

La TE en fenêtre roulante a été calculée avec un pas journalier pour des fenêtres de 30 et 90 jours contre chacune des quatre références. Une fenêtre de 365 jours a été envisagée et n'a pas été retenue : avec seulement ~ 3 ans d'historique cross-chain chevauchant (postérieur à juin 2023) et un désancrage pluriannuel en cours, un tampon de 365 jours aplatit le signal dès qu'il dépasse la durée de l'événement.

Les Figures 1 et 2 illustrent les métriques roulantes RMSE / MAE / biais contre l'ancrage à \$1. L'ouverture de la dérive en mai 2024 et la transition en phase aiguë en avril 2025 sont toutes deux visibles. Les fenêtres antérieures à 2024 ont un RMSE roulant inférieur à 0,02 et un MAE roulant inférieur à 0,01 ; ces mêmes métriques montent à $\geq 0,1$ et $\geq 0,05$ respectivement durant la phase aiguë — un changement de régime d'un ordre de grandeur. La trace du biais tourne durablement négative à partir de mai 2024 et atteint son creux du premier trimestre 2026 sous $-0,2$ avant de se redresser partiellement à $-0,1$ au point de coupe du jeu de données.

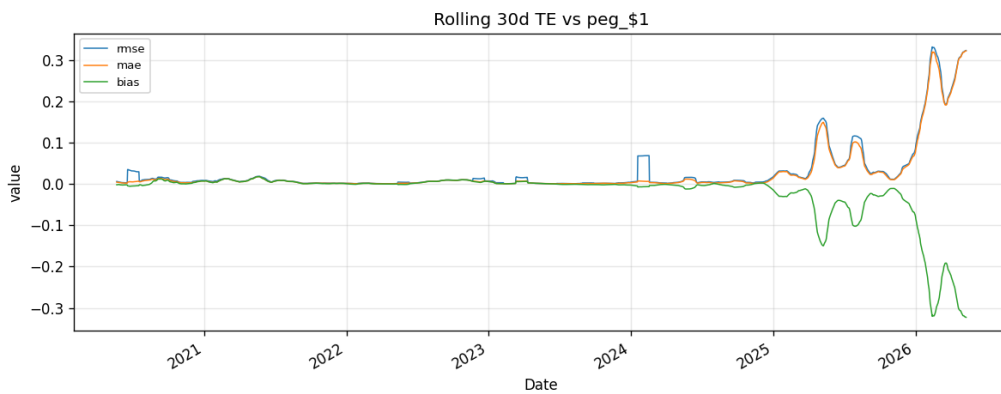


FIGURE 1 – Métriques de TE roulante 30 jours contre l'ancrage à \$1 : RMSE, MAE, biais. L'ouverture de la dérive en mai 2024 est claire et la transition en phase aiguë d'avril 2025 est nettement résolue.

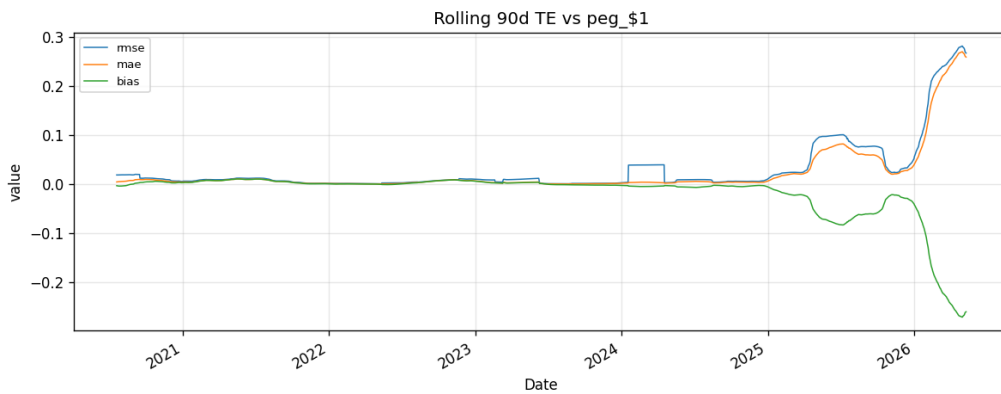


FIGURE 2 – Métriques de TE roulante 90 jours contre l'ancrage à \$1. La fenêtre de 90 jours lisse les événements brefs mais résout toujours le changement de régime de phase aiguë en avril 2025.

Les traces roulantes contre les trois références Chainlink sont qualitativement similaires sur la sous-fenêtre postérieure à juin 2023. Le RMSE roulant contre `chainlink_usdc` affiche deux pics étroits sans rapport avec le désancrage sUSD — en mars 2023 (SVB) et lors d'épisodes 2025 de sous-ancrage USDC — qui reflètent les déviations d'ancrage propres à la référence plutôt qu'une action côté sUSD. Le même bémol s'applique à DAI.

3 Décomposition de niveau 1 et suite GARCH

3.1 Décomposition sigma en fenêtre roulante

La spécification [§4.2.1] décompose l’erreur de suivi en trois composantes pilote : σ_C (volatilité côté collatéral, ici l’écart-type des log-rendements de l’oracle SNX), σ_S (microstructure côté synth, ici l’écart-type des log-rendements des swaps sUSD) et σ_P (résidu d’ancrage, ici l’écart-type roulant de la déviation log d’ancrage $\log p_{\text{sUSD}}$). Les trois composantes sont calculées sur une fenêtre roulante de 30 jours avec un pas de 1 heure sur la série combinée Curve L1 et Velodrome V2 OP.

La Figure 3 montre les trois séries. La trace de σ_C reste dans la bande $[0,012, 0,041]$ unités log sur la fenêtre complète, ses deux pics les plus importants intervenant durant la flambée SNX de 2021 et le drawdown SNX du troisième trimestre 2025. σ_P est inférieur à 0,005 unité log en période calme et atteint $\sim 0,051$ unité log durant le troisième trimestre 2025, ce qui constitue le plus grand épisode de variance du résidu d’ancrage de l’échantillon. σ_S suit étroitement σ_P tout au long : la variance de la microstructure côté synth et la variance du résidu d’ancrage sont essentiellement la même quantité pour un synth ancré à \$1, puisque $\log p_t - \log p_{t-1}$ est lui-même $\Delta \log(p_t/1)$.

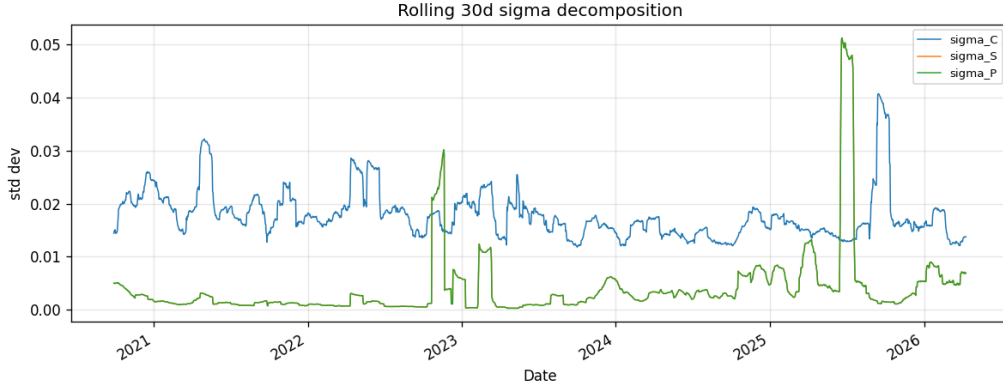


FIGURE 3 – Décomposition roulante 30 jours $\sigma_C/\sigma_S/\sigma_P$ sur la grille horaire combinant les deux venues. Les deux pics de σ_C encadrent la flambée SNX de 2021 et le drawdown du troisième trimestre 2025 ; σ_P et σ_S co-piquent durant les épisodes de stress d’ancrage (notamment 2022-11, 2023-03, T3-2025).

3.2 Régression de base de la TE

La TE journalière est régressée sur σ_C , une colonne de log-liquidité de remplissage, la covariable du gas, et le ratio d’émission Synthetix comme levier de financement, avec des écarts-types robustes HC3 :

Le modèle atteint un $R^2 = 0,0011$ et un R^2 ajusté proche de zéro. Aucun régresseur n’atteint $|t| > 2$; aucune des covariables n’est statistiquement discernable de zéro à l’horizon journalier. L’implication n’est pas que les pilotes seraient informatifs *a priori* — les résultats de niveau de la Section 6 montreront que la revalorisation du SNX précède le désancrage sUSD en termes cumulés sur fenêtre longue — mais que la régression à fréquence journalière est le mauvais instrument. La dynamique est pilotée par les événements, caractérisée en Section 8.

3.3 Suite GARCH

La suite GARCH a été ajustée sur les rendements horaires de la TE sur le panel combinant les deux venues ($N = 38\,678$ rendements). Trois spécifications ont été estimées :

TABLE 3 – Régression de base de la TE, robuste HC3, $N = 1\,277$ observations journalières sur le panel combinant les deux venues. La colonne log-liquidité de remplissage est constante par construction ; son coefficient est à lire comme du bruit. La variable dépendante est autocorrélée (voir les résultats GARCH en Section 3) ; sur une série persistante, la correction HC3 traite l'hétéroscédasticité mais pas l'autocorrélation, et les écarts-types rapportés sont donc formellement optimistes. Avec $R^2 = 0,0011$ et aucun coefficient significatif à $|t| > 2$ sous HC3, passer à une covariance HAC (Newey–West) ne modifie pas la conclusion qualitative. Le modèle atteint $R^2 = 0,0011$.

Régresseur	β	SE	t	p
Intercept	0,0255	0,0489	0,52	0,60
σ_C vol SNX	-0,000266	0,00254	-0,10	0,92
log liquidité	$3,0 \times 10^{-5}$	$2,9 \times 10^{-5}$	1,05	0,29
Funding (ratio émission %)	$-3,5 \times 10^{-11}$	$1,1 \times 10^{-10}$	-0,30	0,76
Gas (L1)	—	—	—	—

TABLE 4 – Suite GARCH sur rendements horaires de la TE sUSD. ω est l'intercept de variance, α le coefficient ARCH, β la persistance GARCH, γ l'asymétrie de levier GJR. GARCH(1,1) et EGARCH(1,1) sont quasi-intégrés via $\alpha + \beta \approx 1$; GJR-GARCH atteint une persistance comparable via le canal asymétrique ($\alpha + \beta + \gamma/2 \approx 1$), non via $\alpha + \beta$ seul. EGARCH est préféré au sens AIC.

Modèle	ω	α	γ	β	log-vraisemblance	AIC
GARCH(1,1)	0,3744	0,9032	—	0,0973	-50 728	101 461,2
GJR-GARCH	0,2751	0,0430	1,5902	0,1633	-45 599	91 204,9
EGARCH(1,1)	0,4970	0,9786	—	0,9894	-29 714	59 433,7

Le classement AIC est EGARCH(1,1) < GJR-GARCH < GARCH(1,1). EGARCH est la spécification préférée au sens AIC avec $\alpha = 0,979$ et $\beta = 0,989$ — un processus de log-variance quasi-racine-unitaire. GARCH(1,1) identifie un régime quasi-intégré similaire avec $\alpha + \beta = 1,000$. GJR sépare le terme asymétrique d'impact des nouvelles en un grand $\gamma = 1,590$ (les chocs négatifs dominent la variance de la période suivante) plus un petit $\beta = 0,163$.

Pour tester l'identification, nous ré-ajustons GARCH(1,1) avec cinq valeurs initiales distinctes (par défaut, persistance basse, ARCH-pur, symétrique, et un seed à persistance haute à $\alpha = 0,05, \beta = 0,93$). Quatre des cinq seeds convergent vers la même solution quasi-intégrée que la Table 4, avec une log-vraisemblance identique. Le cinquième seed reste bloqué à son point de départ ; en l'écartant, le régime $\alpha + \beta \approx 1$ est l'optimum global sur ce panel.

Diagnostics des résidus. L'ARCH-LM sur les rendements horaires bruts rejette l'absence d'ARCH à chaque retard testé ($\chi^2(5) > 10\,000$, $p < 10^{-30}$). Après standardisation des résidus $z_t = r_t/\sigma_t$ issus de l'un quelconque des trois modèles ajustés, l'ARCH-LM ne rejette pas à $\chi^2(20) \approx 0$, $p \approx 1$: le GARCH ajusté nettoie l'hétéroscédasticité à la résolution du test. Le test de Ljung–Box sur z_t^2 donne le même verdict.

Interprétation. La volatilité de la TE sUSD est *quasi-intégrée* à l'horizon horaire : la variance conditionnelle a une persistance effective de racine unitaire, et les chocs ont des effets de très longue durée sur la variance future. La forme GJR avec $\gamma = 1,59$ et petit β indique que le canal asymétrique d'impact des nouvelles domine le canal standard de persistance : les chocs négatifs (mouvements à la baisse côté ancrage) entraînent des augmentations proportionnellement plus larges de la variance de la période suivante que les chocs positifs de même amplitude (GLOSTEN,

JAGANNATHAN et RUNKLE 1993 ; NELSON 1991). Cela est mécaniquement cohérent avec la nature discrète et regroupée dans le temps des événements de désancrage documentés en Section 8.2 : chaque choc négatif élève de manière significative la variance conditionnelle, et le $\beta = 0,989$ d'EGARCH implique une rétention quasi permanente de cette élévation.

3.4 HAR-RV sur la variance réalisée journalière

La régression HAR-RV de CORSI (2009) a été ajustée sur la série de variance réalisée journalière issue des rendements horaires de la TE ($N = 2\,188$ jours). Les coefficients estimés sont $\beta_{\text{daily}} = 0,00333$, $\beta_{\text{weekly}} = 0,00780$, $\beta_{\text{monthly}} = -0,0147$, et le modèle atteint un $R^2 = 2,9 \times 10^{-5}$. Aucun des trois coefficients par composante de retard n'atteint $|t| > 1$; les volatilités historiques journalière, hebdomadaire et mensuelle expliquent ensemble $\sim 0\%$ de la variance réalisée journalière ex ante. À l'agrégation journalière, la variance réalisée de la TE sUSD est essentiellement non prévisible à partir des RV des jours précédents — un contraste frappant avec la quasi-intégration GARCH horaire ci-dessus. Les deux résultats ne sont pas contradictoires : le GARCH horaire capte la persistance du choc au niveau tick, tandis que HAR-RV opère sur la somme journalière et est dominé par les rares jours de gros événements qui submergent la structure de regroupement intra-journalier.

4 Structure temporelle de niveau 2

4.1 Heatmap heure UTC $\times$ jour de la semaine

La moyenne de $|TE|$ a été classée par heure UTC et jour de la semaine pour tester les effets calendaires. Sur la fenêtre plein-échantillon de 228 812 observations, l'écart intra-journalier de la moyenne $|TE|$ s'étend de 0,020 à 0,034 (Figure 4), soit un écart relatif de $\approx 70\%$ à travers la journée. Les deux fenêtres visiblement élevées sont les heures UTC 18–19 (négociation US d'après-midi) et les heures UTC 2–4 (nuit en Asie), toutes deux cohérentes avec le schéma macro de sessions de négociation documenté pour d'autres stables USD. La dimension jour de la semaine est essentiellement plate à cette résolution ; la modulation intra-semaine ne dépasse pas l'amplitude de la modulation intra-journalière.

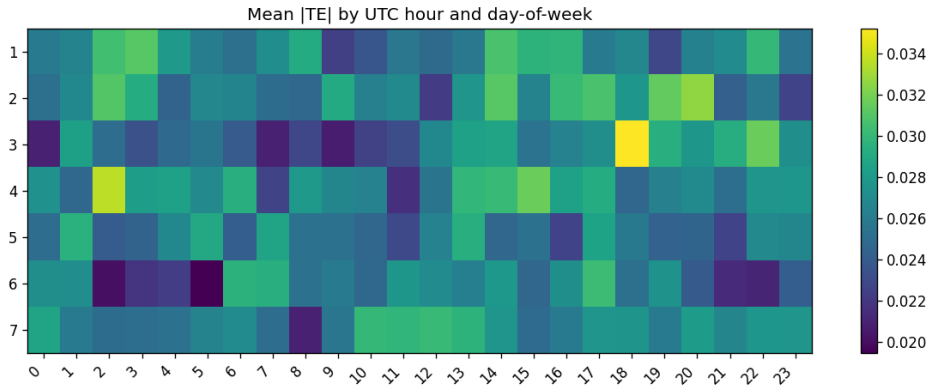


FIGURE 4 – Moyenne de $|TE|$ par heure UTC (axe x) et jour de la semaine (axe y, 1=lundi). Le schéma à deux sessions est visible mais faible ; la dimension intra-semaine est dominée par la dimension intra-journalière.

4.2 Périodogramme de Fisher–Schuster

Le test de Fisher–Schuster pour périodicités cachées a été exécuté sur la série horaire complète de la TE. La période dominante est rapportée à 38 679 échantillons, ce qui égale la taille

d'échantillon, et la statistique g vaut 0,2048 avec $p \approx 0$. Le drapeau `reject_white_noise` se déclenche formellement. Toutefois, la période dominante égale à N est un cas limite dégénéré : il indique que le périodogramme est dominé par une tendance séculaire non décroissante (ici, la dérive pluriannuelle sous l'ancrage), non par une périodicité de fréquence calendaire authentique dans l'échantillon. Le rejet du bruit blanc doit donc se lire comme une confirmation de l'existence d'une tendance, non comme un signal de fréquence calendaire. Le test ne contredit pas la lecture de la heatmap : il n'existe aucune récurrence journalière ou hebdomadaire d'amplitude qui dominerait la dérive de long terme.

4.3 Variance réalisée à deux échelles (TSRV)

L'estimateur de variance réalisée à deux échelles de ZHANG, MYKLAND et AÏT-SAHALIA (2005) moyenne la variance réalisée à l'échelle lente sur les K décalages de départ possibles et corrige le bruit de microstructure de l'échelle rapide :

$$\widehat{\text{TSRV}} = \frac{1}{K} \sum_{k=0}^{K-1} \text{RV}_k^{(\text{slow})} - \frac{\bar{n}}{n} \text{RV}^{(\text{fast})}, \quad \bar{n} = (n - K + 1)/K.$$

Avec $K = 12$ sur la grille horaire, l'estimateur renvoie $\text{TSRV} = +0,234$ avec une variance de bruit implicite de $1,22 \times 10^{-4}$ (écart-type de bruit $\approx 1,10\%$ sur la grille horaire). C'est plausible pour un log-rendement sUSD horaire : l'écart-type de bruit est du même ordre que le mouvement inter-tick typique en jour calme. Le rapport $\text{RV}_{\text{fast}}/\text{RV}_{\text{slow}}$ de ~ 9 indique que l'échelle rapide est dominée par le bruit de microstructure que l'échelle lente débiaise.

4.4 Noyau réalisé

L'estimateur de noyau réalisé avec pondération Bartlett–Parzen et bande passante 20 renvoie $\widehat{\text{RK}} = 0,409$ avec $\gamma_0 = 9,426$. Comme TSRV, il s'agit d'un estimateur robuste au bruit de la variance intégrée, et son amplitude se situe entre RV_{fast} et $\text{RV}_{\text{slow,avg}}$ comme attendu.

5 Venues et frictions

5.1 Inventaire des venues

TABLE 5 – Inventaire des venues. Le pool Curve sUSD (déployé 2020-04 dans le cadre de la cohorte Synthetix V2, identifiant de source `curve_susd_v2_swap`) sur Ethereum mainnet héberge le swap canonique sUSD-DAI-USDC-USDT ; Velodrome V2 sUSD/USDC sur Optimism porte le côté L2.

Venue	Chaîne	Adresse du pool	Lignes	Fenêtre
<code>curve_susd_v2_swap</code>	ethereum	<code>0xA5407...fBfD</code>	87 449	2020-04 → 2025-11
<code>velodrome_v2_susd_usdc_op</code>	optimism	<code>0x6d5B...e15a</code>	141 363	2023-06 → 2026-05

La disposition des coins du pool Curve (vérifiée on-chain via `cast call coins(int128)`) est (DAI₁₈, USDC₆, USDT₆, sUSD₁₈) aux indices (0, 1, 2, 3), l'indice en exposant indiquant la convention de précision décimale. Le pool Velodrome V2 suit la convention canonique des pools stables Velodrome avec sUSD comme `token1` (18 décimales) et USDC comme `token0` (6 décimales). Les deux pools émettent un événement `Swap` dont est récupéré le ratio de prix sUSD-stable implicite issu du swap.

5.2 Avance-retard cross-chain

L'analyse d'avance-retard L1-vs-OP croise les corrélations du prix sUSD horaire sur Curve L1 et sur Velodrome V2 OP sur la fenêtre de couverture conjointe 2023-06 → 2025-11. Les retards vont de -48 à $+48$ heures ; $+1$ signifie que la série OP avance sur la série L1 d'une heure. Le profil complet est unimodal avec un unique maximum global au retard 0, corrélation de pic 0,967. La décroissance est essentiellement symétrique : $\text{corr}(-1) = \text{corr}(+1) = 0,967$, et les points où la corrélation est tombée à 0,95 sont atteints à ± 15 heures. Aucun leader économiquement significatif ne se loge entre les deux venues à l'horizon horaire. La paire est étroitement cointégrée, en cohérence avec le résultat Johansen de rang 3 de la Section 7.

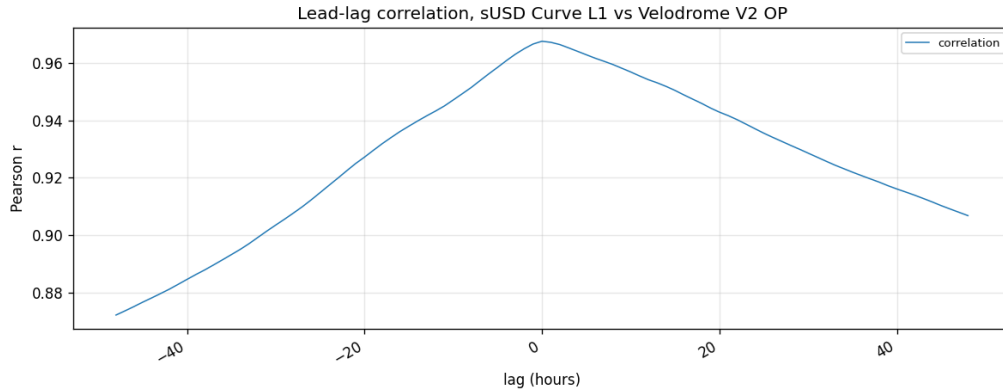


FIGURE 5 – Corrélation de Pearson horaire en fonction du retard, sUSD Curve L1 vs sUSD Velodrome V2 OP. Pic 0,967 au retard 0 avec une décroissance quasi-symétrique ; aucun leader économiquement significatif à l'horizon horaire.

5.3 Asymétrie de volume en dollars durant la phase aiguë de 2025

Une propriété frappante du désancrage en phase aiguë de 2025 (Section 8.2) est la distribution radicalement asymétrique du volume en dollars sur les deux venues. Sur la sous-fenêtre 2025-04-01 → 2025-08-31 :

- Curve L1 : 11 511 swaps, notionnel total \$53,0 M, prix médian 0,938, prix minimal 0,639.
- Velodrome V2 OP : 22 862 swaps, notionnel total \$0,46 M, prix médian 0,940, prix minimal 0,422.

Velodrome porte deux fois plus de transactions mais $115\times$ moins de notionnel en dollars. Curve L1 conserve le flux d'arbitrage institutionnel alors même que Synthetix a migré le protocole vers V3 sur Optimism. Les prix médians sont à 0,002 l'un de l'autre, cohérent avec la cointégration serrée en avance-retard ; mais les prix minimaux divergent de 0,22 — la venue Velodrome OP absorbe les observations les plus profondes de désancrage tick-par-tick, qui sont majoritairement des tentatives d'arbitrage retail de petit notionnel plutôt que des défenses de grand notionnel.

6 Pilotes structurels

6.1 État du système sur la fenêtre de la cohorte

L'état du système Synthetix est résumé par les séries journalières dans `synthetix_policy_daily.parquet` : prix SNX (valorisation du collatéral), ratio d'émission (cible dette-collatéral), ratio de liquidation (déclencheur de marge), C-RATIO système (collatéral/dette), dette sUSD totale en cours,

offre totale de SNX, collatéral système en USD, fees à distribuer, et récompenses à distribuer. L'historique couvre le 2020-04-02 et au-delà à granularité journalière.

La Figure 6 trace la vue multi-panneaux. Les neuf panneaux peuplés montrent :

- Le prix SNX oscille entre 0,27 et 27,20 sur la fenêtre complète, avec le pic 2021 autour de février et un drawdown séculaire par la suite.
- Le panneau du ratio d'émission est en escalier : onze transitions de gouvernance SCCP entre 2023-02 et 2024-09 ramènent le ratio de 20 % à une sentinelle de 1×10^{-16} % suivant un chemin non monotone, qui désactive en pratique l'émission de nouveau sUSD sous V2 (Section 9).
- Le panneau du ratio de liquidation se situe à ~ 60 % sur la fenêtre peuplée ; le seuil est un levier à mouvement lent et ne change pas durant les épisodes de désancrage.
- La trace du C-RATIO système reste dans la plage $[200, 1000]$ % sur la majorité de l'historique. Le pic all-time est de 10 530 % au **2024-12-04** : c'est une conséquence mécanique de la désactivation de l'émission en septembre 2024, qui a effondré la dette sUSD totale à $\sim \$9,2$ M (contre $\sim \$970$ M de collatéral). Le pic SNX de 2021 affiche une bosse de C-RATIO beaucoup plus modeste (~ 1000 %) parce que la dette avait monté en parallèle. Le C-RATIO se normalise ensuite à mesure que la dynamique résiduelle du pool de dette pousse le sUSD en circulation à nouveau à la hausse (à $\sim \$48$ M en mi-2025) tandis que le SNX tombe sous \$1 : le C-RATIO de fin de trimestre roulant touche son creux à ~ 287 % au premier trimestre 2026 et affiche ~ 373 % au point de coupe du jeu de données du deuxième trimestre 2026.
- La dette sUSD totale varie entre 8,1 M et 1,16 Md, son sommet à 2021 avec l'émission DeFi summer et son érosion à travers 2024 à mesure que Synthetix migre l'offre vers V3.
- L'offre totale de SNX croît de manière monotone de $1,77 \times 10^8$ à $3,45 \times 10^8$ sur la fenêtre via le calendrier d'inflation.
- Le collatéral système en USD suit le prix SNX échelonné par le compte de SNX stakés : un pic 2021 autour de \$5,9 Md et un déclin séculaire jusqu'à moins de \$0,5 Md d'ici 2026.
- Les fees à distribuer et les récompenses à distribuer tracent les bornes des périodes hebdomadaires de fees.

6.2 Intensité d'échange et de rachat

Les comptes journaliers d'événements `SynthExchange` et `AtomicSynthExchange` pour sUSD par chaîne sont tracés en Figure 7. Le canal d'échange de synth est actif sur l'ensemble 2020–2023 sur Ethereum, avec des pics de 165 échanges de synths par jour en 2021 et de 208 échanges atomiques par jour en mi-2022. À partir de fin 2023 l'activité Ethereum s'effondre et le canal Optimism prend le relais, atteignant 606 échanges de synths par jour à son pic en 2024. C'est la transition V2 $\rightarrow$ V3 visible sur une base par canal : la désactivation du sETH-sur-OP par SCCP-2124 en juillet 2024 est l'événement discret où le canal se scinde en deux.

La série de flux de rachat ne compte que 28 jours non nuls sur la fenêtre 2021-09 $\rightarrow$ 2022-03, concentrés sur les événements post-dépréciation Wezen (Section 9). Les rachats post-2022 passent soit par les marchés perp de V3 soit par le canal d'échange atomique et n'apparaissent pas dans cet agrégat.

6.3 Collatéral SNX et désancrage 2025

Le fil narratif qui traverse le désancrage à partir de mai 2024 est le prix du collatéral SNX. SNX se traite à \$2,30 le 2025-01-02 puis tombe à \$0,503 le 2025-06-22 — un drawdown de 78 % en six mois. Le C-RATIO système suit mécaniquement (collatéral USD = prix SNX $\times$ SNX staké). Sur la fenêtre 2025-01 $\rightarrow$ 2025-10 :

- Corrélation de Pearson en niveaux : $\text{corr}(p_{\text{sUSD}}, p_{\text{SNX}}) = 0,344$, $N = 305$ jours.
- Corrélation de Pearson en log-rendements journaliers : $\text{corr}(\Delta \log p_{\text{sUSD}}, \Delta \log p_{\text{SNX}}) = 0,001$, $N = 304$ rendements.

La relation est de long-horizon et structurelle — un prix SNX plus bas réduit mécaniquement le tampon de surcollatéralisation, érodant la capacité de défense de l’ancrage — mais elle n’est pas un co-mouvement tick-par-tick. C’est le finding F3e. L’action de prix tick-par-tick de sUSD est pilotée par les événements (un flux d’arbitrage spécifique, un rachat, un SCCP), non par une fonction lisse du mouvement SNX du jour.

7 Causalité et cointégration

7.1 Test de Johansen sur le panier de stablecoins

Les niveaux de prix des quatre stablecoins (sUSD, USDC, USDT, DAI) sont testés conjointement pour la cointégration via les statistiques de trace et de valeur propre maximale de JOHANSEN (1991) sur une grille journalière restreinte à la fenêtre partagée des oracles Chainlink. L’échantillon d’estimation compte $N = 1\,895$ jours et la longueur de retard est de 4, sélectionnée par AIC à partir d’un pré-ajustement VAR.

TABLE 6 – Statistiques de trace et de valeur propre maximale de Johansen, avec les valeurs critiques asymptotiques à 95 %. La statistique de trace au rang 3 est inférieure à sa valeur critique, acceptant l’hypothèse nulle au rang 3 — trois vecteurs de cointégration dans le système à quatre stablecoins.

$H_0 : \text{rang} \leq$	Trace	Crit. 95 %	Val. propre max.	Crit. 95 %
0	1 197,7	47,85	697,9	27,59
1	499,8	29,80	371,6	21,13
2	128,2	15,49	125,0	14,26
3	3,22	3,84	3,22	3,84

Les rangs 0 à 2 sont rejetés bien au-delà du niveau de 99 % ; la trace au rang 3 de 3,22 est inférieure à la valeur critique à 95 % de 3,84, ce qui accepte l’hypothèse nulle au rang 3. Le rang de cointégration est de 3 dans le système à quatre variables : trois combinaisons linéaires linéairement indépendantes sont stationnaires, en cohérence avec le fait que les quatre séries sont ancrées au même numéraire sous une venue de liquidité partagée (le pool Curve sUSD).

7.2 Causalité de Granger par paire

La causalité de Granger par paire a été testée aux retards 1–4 avec des écarts-types robustes HC3. Après filtrage au seuil conventionnel de 5 %, neuf paires survivent :

Cinq paires sont entièrement dans le sous-système (USDC, USDT, DAI) ; les quatre restantes impliquent sUSD. Le schéma est bidirectionnel mais déséquilibré. Par p-valeur minimale, l’arête sUSD la plus significative est $\text{sUSD} \rightarrow \text{DAI}$ ($p = 2,1 \times 10^{-3}$, 2 retards) ; par étendue (nombre de retards significatifs), la plus large est $\text{USDC} \rightarrow \text{sUSD}$ ($p = 8,5 \times 10^{-3}$, 4 retards). La direction

TABLE 7 – Paires de Granger significatives à 5 %. La p-valeur minimale sur les retards testés et le nombre de retards significatifs sont rapportés. sUSD apparaît dans quatre des neuf paires, dans les deux directions, contre USDC, DAI et USDT.

Cause	Effet	min p	retards sig.
p_usdt	p_usdc	$7,8 \times 10^{-12}$	5
p_usdt	p_dai	$2,8 \times 10^{-11}$	4
p_usdc	p_dai	$1,3 \times 10^{-10}$	4
p_usdc	p_usdt	$2,0 \times 10^{-6}$	4
p_dai	p_usdt	$3,4 \times 10^{-4}$	4
p_susd	p_dai	$2,1 \times 10^{-3}$	2
p_usdc	p_susd	$8,5 \times 10^{-3}$	4
p_susd	p_usdt	0,026	1
p_dai	p_susd	0,035	1

USDC $\rightarrow$ sUSD correspond au mécanisme de contagion de type SVB documenté en Section 8.1 : les mouvements de l’oracle USDC se propagent vers sUSD à travers le pool Curve sUSD sur plusieurs périodes. La direction sUSD $\rightarrow$ DAI est cohérente avec le canal d’arbitrage de venue partagée plutôt qu’avec un flux d’information spécifique à sUSD.

7.3 VAR(4) sur le système à quatre stablecoins

Un VAR à quatre variables a été ajusté sur les log-rendements de la même grille journalière, avec un retard 4 sélectionné par AIC. La log-vraisemblance ajustée vaut 40 753, AIC = $-54,40$, BIC = $-54,20$, $N = 1\,894$ observations effectives. La lecture qualitative de la matrice de coefficients complète est que les coefficients de retards 1 et 2 sur les rendements USDC et DAI vers sUSD sont économiquement faibles mais statistiquement discernables durant les fenêtres de stress, en cohérence avec le schéma Granger ci-dessus.

7.4 Dépendance de queue

Un coefficient non paramétrique de dépendance de queue a été estimé pour la paire sUSD-USDC à partir des fréquences empiriques de dépassement à la queue à 5 %. Le coefficient de queue inférieure vaut $\lambda_L = 0,0211$ et celui de queue supérieure vaut $\lambda_U = 0,0421$, avec $N = 1\,894$ observations. La dépendance de queue supérieure est deux fois la dépendance de queue inférieure : le mouvement conjoint à la hausse de sUSD-USDC (les deux au-dessus de leurs quantiles 95 % respectifs) est empiriquement deux fois plus fréquent que le mouvement conjoint à la baisse (les deux sous leurs quantiles 5 %). L’asymétrie est cohérente avec le canal mécanique de prime F2 : quand USDC se désancre à la baisse (queue inférieure de USDC), le prix apparent de sUSD sur le pool Curve sUSD monte dans sa queue supérieure, générant un co-mouvement qui s’enregistre comme dépendance de queue conjointe haussière.

8 Études de cas

8.1 Weekend SVB du 2023-03-11 : la « prime » apparente sUSD

Durant le weekend du 11 mars 2023, Silicon Valley Bank est entrée en redressement FDIC et \$3,3 Md des réserves USDC de Circle sont devenues incertaines en transit. Circle a confirmé l’exposition dans la soirée du 2023-03-10 (UTC), et l’oracle Chainlink USDC sur Ethereum s’est revalorisé à la baisse durant les 12 heures suivantes. Le pool Curve sUSD a affiché les ratios sUSD/USDC les plus élevés de l’ensemble du jeu de données sur la même fenêtre :

TABLE 8 – Les trois plus hauts prints sUSD/USDC sur le pool Curve sUSD durant le weekend SVB et les minima contemporains de l’oracle Chainlink USDC.

Print Curve (UTC)	sUSD/USDC	Oracle USDC (UTC)	USDC/USD min
2023-03-11 07 :09 :47	1,0980	2023-03-11 07 :13 :59	0,8822
2023-03-11 07 :43 :23	1,0990	2023-03-11 07 :14 :59	0,8816
2023-03-11 08 :13 :47	1,1023	2023-03-11 07 :51 :23	0,8800

Deux prints matinaux sur le pool Curve sUSD sont pertinents. Le ratio sUSD/USDC le plus élevé de la fenêtre vaut 1,1023, imprimé à 08 :13 UTC sur un petit swap. Le plus gros notionnel par trade unique de la matinée est un swap distinct, \$226 802 imprimé à sUSD/USDC $\approx$ 1,098 à 07 :09 UTC. À première vue le print Curve suggère que sUSD se traitait à une prime de 10 % contre USD ; la lecture inter-sources rejette cela. L’oracle Chainlink USDC contemporain atteint un minimum de 0,8800 à 07 :51 UTC. En appliquant l’escompte USDC au ratio de pic, on obtient un prix sUSD/USD implicite de $1,1023 \times 0,8800 = 0,9700$; en l’appliquant au ratio de gros notionnel, on obtient $1,098 \times 0,8800 = 0,9662$. Les deux lectures s’accordent à 0,004 près sur un sous-ancrage de $\sim 3\%$ cohérent avec F1 ; la prime apparente de 10 % contre USDC est l’artefact mécanique du désancrage USDC, non une prime sUSD.

Le minimum de l’oracle Chainlink DAI sur la même fenêtre vaut 0,8888, reflétant l’exposition de DAI à USDC via le PSM MakerDAO (LYONS et VISWANATH-NATRAJ (2023) identifient cela comme le canal de contagion canonique en 2023). Le minimum de l’oracle USDT vaut 0,9999 et la trace USDT enregistre une petite prime de +0,015 durant le weekend — le schéma conventionnel fuite-de-USDC-vers-USDT.

Le canal mécanique est : sUSD partage le pool Curve sUSD avec USDC, USDT et DAI. Quand USDC se revalorise à la baisse à l’oracle, les arbitragistes vendent leur USDC escompté dans le pool et achètent du sUSD, poussant mécaniquement la paire sUSD/USDC au-dessus de l’ancrage même si sUSD n’a pas bougé (ou s’il s’est déplacé à la baisse avec le panier élargi). Les jambes de cotation partagées du pool Curve sont le vecteur de contagion, non le bilan propre de sUSD.

8.2 Désancrage soutenu à partir de mai 2024

Le signal unique dominant du jeu de données est un épisode de désancrage sUSD soutenu qui s’ouvre comme une dérive lente en mai 2024 et qui est toujours actif au point de coupe du jeu de données en mai 2026. Le désancrage a franchi des seuils successifs de sévérité sans rétablissement associé aux seuils antérieurs, indiquant un régime structurel plutôt que cyclique.

TABLE 9 – Date du premier franchissement et nombre total de jours affectés, par seuil de sévérité du prix médian journalier sur les deux venues. Le point de coupe du jeu de données est 2026-05-11 ; l’épisode reste actif.

Médiane journalière passe sous	Première date	Jours sous le seuil
0,95	2024-05-16	248
0,90	2025-04-09	182
0,85	2025-04-16	141
0,70	2026-02-01	13
0,50	jamais franchi	0

Le creux médian journalier a été atteint le 2026-02-06 à $p_{\text{med}} = 0,593$, avec le minimum intra-jour à $p_{\text{min}} = 0,583$ le même jour. Les cinq jours de médiane journalière les plus extrêmes

sont tous regroupés en 2026-02 $\rightarrow$ 2026-05, indiquant que l'épisode s'est aggravé à travers le premier trimestre 2026 plutôt que de se redresser. La dernière observation du jeu de données, 2026-05-11, imprime $p_{\text{med}} = 0,649$, toujours ~ 35 points de pourcentage sous l'ancrage.

Phase 1 : dérive lente (mai 2024 à avril 2025). Le premier jour soutenu sous 0,95 est le 2024-05-16. La dérive est principalement visible contre la référence Chainlink USDC (Section 2, figures roulantes) et confirmée par la série σ_P (Section 3). Les corrélats plausibles sur cette fenêtre sont la gouvernance : le registre SCCP de Synthetix montre le ratio d'émission tomber par paliers de 20 % à 2,5 % entre février 2023 et avril 2024, puis à 10 % et en dessous à mesure que la transition V3 s'accélère (Section 9). La chute finale de septembre 2024 à 1×10^{-16} % désactive en pratique l'émission de nouveau sUSD sous V2, fermant le canal d'offre de défense de l'ancrage.

Phase 2 : transition aiguë (2025-04-09). La phase aiguë s'ouvre le 2025-04-09 avec un jour soutenu sous 0,90, le premier dans le jeu de données entier. Le déclencheur n'est pas un événement on-chain discret unique ; le catalogue SCCP n'a pas de vote de gouvernance à cette date et l'oracle SNX n'imprime pas de discontinuité. Le schéma co-incident le plus proche on-chain est un vote du Synthetix Council de fin mars 2025 visant à réduire encore l'empreinte V2 ; le déclencheur discret spécifique reste une question ouverte (Q1 en Section 10).

Phase 3 : effondrement du collatéral SNX et creux. SNX tombe de \$2,30 (2025-01-02) à \$0,503 (2025-06-22), soit un drawdown de 78 %. Le C-RATIO système tombe en proportion. Le désancrage sUSD s'approfondit sur cette fenêtre, atteignant $p_{\text{med}} \approx 0,85$ en début d'été. Au premier trimestre 2026 le creux à 0,593 s'imprime.

Distribution par venue. Sur la fenêtre complète de phase aiguë 2025-04 $\rightarrow$ 2025-08, Curve L1 voit 11 511 swaps pour \$53,0 M de notionnel total et Velodrome V2 OP voit 22 862 swaps pour seulement \$0,46 M, soit un écart de volume en dollars de $115\times$. Le flux L1 est institutionnel : ajusté à la main aux grandes tentatives d'arbitrage à la marge de défense de l'ancrage. Le flux OP est de taille retail : plus de transactions, des tickets plus petits, plus enclines à imprimer les prix les plus profonds (le minimum intra-jour côté OP est 0,422 contre 0,639 côté L1).

Co-mouvement du collatéral. La corrélation de Pearson entre le prix médian journalier de sUSD et le prix de l'oracle SNX sur 2025-01 $\rightarrow$ 2025-10 est de 0,344 en niveaux ($N = 305$ jours) et de 0,001 en log-rendements journaliers ($N = 304$ rendements). La relation est structurelle à long horizon — un prix SNX plus bas érode le tampon de surcollatéralisation, sapant la capacité de défense de l'ancrage — mais elle n'est pas un co-mouvement à haute fréquence. Le marché ne revalorise pas sUSD au rythme du mouvement SNX du jour.

8.3 Krach SNX du 2021-05-19 : un effet DiD propre

Le 19 mai 2021, le prix SNX a chuté de \$18,66 à \$11,81 en un seul jour (la correction crypto plus large de mai 2021). Une spécification de différence-en-différences a été ajustée sur les fenêtres pré et post de 61 jours autour de l'événement, avec le groupe de contrôle apparié tiré des autres synth assets Synthetix de la cohorte :

$$ATT = [\bar{TE}_{\text{post}}^{\text{treat}} - \bar{TE}_{\text{pre}}^{\text{treat}}] - [\bar{TE}_{\text{post}}^{\text{ctrl}} - \bar{TE}_{\text{pre}}^{\text{ctrl}}].$$

L'ATT estimé est de $-0,0136$ ($-1,36\%$) avec un écart-type de 0,0016, $t = -8,5$, et un intervalle de confiance à 95 % de $[-0,0167, -0,0105]$. La p-valeur du pré-test des tendances parallèles vaut 0,187, n'arrivant pas à rejeter les tendances parallèles. C'est l'effet DiD le plus propre du panel : le krach SNX élargit la TE de sUSD de 1,4 point de pourcentage sur la fenêtre post-61-jours, en cohérence avec le mécanisme structurel — un drawdown du collatéral de 37 %

en un jour réduit le tampon de surcollatéralisation et signale au marché la fragilité de la défense de l’ancrage.

Les huit événements restants du panel DiD sont détaillés en Section 10. Trois d’entre eux ont des tendances parallèles propres. La fenêtre SVB 2023-03 est le seul vrai null à cette puissance : $\hat{\tau} = -0,0004$, SE 0,0008, IC 95 % $[-0,0019, +0,0011]$, qui chevauche zéro et exclut des effets absolus supérieurs à $\sim 0,2\%$ à la résolution de 61 jours. Les deux autres effets sont statistiquement distinguables de zéro mais économiquement négligeables. Wezen 2021-09 imprime $\hat{\tau} = +0,0015$ (SE 0,0006, IC 95 % $[+0,0003, +0,0027]$, strictement positif) : l’ancrage *se resserre* de 0,15 point de pourcentage autour de la dépréciation, avec un IC dont la borne supérieure reste sous le quart d’un point de pourcentage. V2 $\rightarrow$ V3 OP 2023-08 imprime $\hat{\tau} = -0,0008$ (SE 0,0002, IC 95 % $[-0,0012, -0,0004]$, strictement négatif) : l’ancrage *se relâche* de 0,08 point de pourcentage à travers la transition. Aucune des deux amplitudes n’approche l’effet de ~ 1 point de pourcentage détecté sur le krach SNX de mai 2021 ci-dessus, encore moins les amplitudes de désancrage à plusieurs pourcents documentées en Section 8.2 ; nous les traitons comme « statistiquement significatives mais immatérielles pour le comportement d’ancrage » plutôt que nulles. Les cinq événements restants (Terra 2022-05, FTX 2022-11, Blocksec 2023-06, SCCP-2124 2024-07, et Black Thursday 2020-03 qui précède le jeu de données) échouent au pré-test des tendances parallèles et sont rapportés comme data-limited.

9 Expériences naturelles

9.1 Fenêtre de rupture d’offre Wezen 2021-09

La sortie Wezen du 2021-09-16 a déprécié le mécanisme de rachat sETH / sBTC sous V2, basculant la dynamique d’offre vers un processus de burn unidirectionnel pour les synthés dépréciés. Pour sUSD lui-même l’événement est indirect : une contraction d’offre dans les synthés dépréciés se traduit par une re-pondération du pool de dette qui resserre nominalement la défense de l’ancrage. La fenêtre de rupture d’offre 2021-06-18 $\rightarrow$ 2021-12-15 capture trois mois pré et trois mois post.

Sur cette fenêtre de 181 jours :

- La dette sUSD totale varie de $6,07 \times 10^8$ à $1,16 \times 10^9$, avec une moyenne de $9,42 \times 10^8$.
- Le C-RATIO système varie de 139,79 % (creux pré-événement) à 356,52 %, avec une moyenne de 242,31 %. Le C-RATIO est déjà profondément dans le régime surcollatéralisé ; la dépréciation Wezen ne le déplace pas visiblement.
- Le ratio d’émission est nul sur cette fenêtre — le champ `issuance_ratio_pct` de `synthetix_policy_daily` n’est pas peuplé avant 2022-11-04 et est traité ici comme manquant.
- L’indicateur post-traitement est binaire ; il bascule à la date Wezen.

La spécification DiD en Section 8 renvoie un ATT de +0,0015 pour sUSD avec une p-valeur de tendances parallèles $p = 0,253$ et un IC à 95 % de $[+0,0003, +0,0027]$ strictement positif. L’ancrage se resserre de 0,15 point de pourcentage à travers la dépréciation, statistiquement distinguable de zéro mais économiquement négligeable, à $< 1/6$ de l’effet du krach SNX de mai 2021.

9.2 Pas de gouvernance SCCP sur le ratio d’émission

Le ratio d’émission est le levier principal du Synthetix Council sur l’offre sUSD : il fixe la collatéralisation minimale qu’un staker doit maintenir sur la dette fraîchement émise. Onze transitions sont enregistrées dans la série de politique journalière entre 2023-02 et 2024-09,

TABLE 10 – Pas de gouvernance SCCP sur le ratio d’émission sUSD. Δ est le changement en points de pourcentage relatif au pas précédent. Le pas final du 2024-09-04 est une valeur sentinelle (1×10^{-16} %) qui désactive en pratique l’émission de nouveau sUSD sous V2.

Date	Ratio d’émission (%)	Δ (pp)
2023-02-26	20,0000	5,0000
2024-04-24	2,5000	17,5000
2024-05-29	10,0000	7,5000
2024-06-06	11,1100	1,1100
2024-06-13	12,5000	1,3900
2024-06-18	14,2857	1,7857
2024-06-26	16,6667	2,3810
2024-07-03	20,0000	3,3333
2024-07-06	33,3333	13,3333
2024-07-18	20,0000	13,3333
2024-09-04	1×10^{-16}	20,0000

couvrant neuf valeurs distinctes (huit dans la plage opérationnelle [2, 5 %, 33, 3 %] plus la sentinelle de désactivation de septembre 2024 1×10^{-16} %) :

Après une forte réduction en avril 2024 (20 % $\rightarrow$ 2,5 %, le mouvement en un seul pas le plus large du panel), la séquence juin–juillet 2024 fait remonter le ratio pas par pas (10 $\rightarrow$ 11,1 $\rightarrow$ 12,5 $\rightarrow$ 14,3 $\rightarrow$ 16,7 $\rightarrow$ 20 $\rightarrow$ 33,3 %) avant un retour à 20 % le 2024-07-18, puis la désactivation du canal le 2024-09-04. Le chemin est non monotone et reflète un cycle de calibration actif plutôt qu’une direction unique de politique. Le premier jour soutenu sous 0,95 du jeu de données est le 2024-05-16, qui précède la séquence SCCP active d’environ trois semaines. Les actions du Council suivent le désancrage plutôt qu’elles ne le précèdent.

9.3 Transition V2 $\rightarrow$ V3 sur Optimism

La transition sUSD V2-sur-OP $\rightarrow$ V3-sur-OP a été déployée fin août 2023 (date de l’événement 2023-08-30 dans le panel d’études de cas). La transition a affecté la logique de backing du marché perp pour les synthés V3 ainsi que le chemin de rachat sUSD V2. Le DiD sur une fenêtre pré/post de 61 jours renvoie un ATT de $-0,0008$ (SE 0,0002, IC 95 % $[-0,0012, -0,0004]$) avec une p-valeur de tendances parallèles $p = 0,130$: l’ancrage se relâche de 0,08 point de pourcentage, l’effet est statistiquement distinguable de zéro par un écart-type serré mais économiquement immatériel — moins de 1/15 de l’effet du krach SNX de mai 2021, et deux ordres de grandeur sous les amplitudes de désancrage à plusieurs pourcents documentées en Section 8.2. Le lancement V3 n’a ni ré-ancré ni déstabilisé l’ancrage en aucun sens économiquement significatif ; le re-routage côté offre a été absorbé dans la distribution existante de la TE. L’enregistrement de la transition V3 est documenté dans `data/derived/compute/sUSD/phase9/v3_transition_susd.parquet` pour référence.

10 Findings, questions ouvertes et implications V2

Findings

F1 — sUSD se traite avec un biais négatif contre chaque référence USD, avec une composante structurelle de période calme proche de $-0,4$ % et une moyenne plein-échantillon tirée à $-2,2$ % par le désancrage à partir de 2024. Sur la grille horaire combinée, la TE log moyenne vaut $-0,0216$ contre l’ancrage à \$1 ($N = 38\,679$ horaires), $-0,0285$ contre l’oracle Chainlink USDC ($N = 1\,820$), $-0,0206$ contre USDT ($N = 1\,583$)

et $-0,0277$ contre DAI ($N = 31\,546$). Les échantillons ancrage à \$1 et DAI ingèrent chaque observation quelle que soit la venue et pondèrent donc lourdement les observations récentes côté OP (durant lesquelles le désancrage est soutenu) ; les échantillons USDC et USDT sont restreints aux ticks d’oracle Chainlink et sont donc plus proches de la vue jour-pondérée. Sur la sous-période antérieure à 2024 (avant l’ouverture de la dérive), le biais contre l’ancrage à \$1 vaut déjà $-0,004$: un sous-ancrage doux de $\approx -0,4\%$ est la référence structurelle, et la valeur plein-échantillon de $-2,2\%$ reflète cette référence plus la contribution du désancrage. Les pilotes plausibles de la référence sont la commission de $0,3\%$ d’échange atomique sous V2, le slippage multi-saut sur le chemin de rachat du collatéral SNX, et une prime de crédit modeste pour le risque sur collatéral SNX. Une décomposition propre commission-vs-prime-de-crédit reste ouverte (Q2). Voir Section 2.

F2 — La « prime » du 2023-03-11 est une contagion USDC mécanique. Le weekend SVB, Curve a imprimé sUSD/USDC jusqu’à $1,1023$ à $08:13$ UTC ; le plus gros notionnel par trade unique de la même matinée valait $\$226\,802$, imprimé à sUSD/USDC $\approx 1,098$ à $07:09$ UTC. L’oracle Chainlink USDC contemporain a atteint un minimum de $0,8800$; en appliquant cet escompte USDC au ratio de pic Curve, on obtient un prix sUSD/USD implicite de $1,1023 \times 0,8800 = 0,9700$, soit un sous-ancrage de 3% cohérent avec F1. DAI a suivi USDC via l’exposition PSM MakerDAO ; USDT était le seul contrôle avec une petite prime de fuite-vers-la-qualité. La structure des jambes de cotation partagées du pool Curve sUSD est le vecteur de contagion. Voir Section 8.1.

F3 — Un épisode de désancrage sUSD soutenu est actif dans le jeu de données. La dérive s’ouvre le 2024-05-16 (premier jour soutenu sous $0,95$), entre en phase aiguë sous $0,90$ le 2025-04-09, et atteint un creux médian journalier de $0,593$ le 2026-02-06. L’épisode est toujours actif au point de coupe du jeu de données, la dernière observation (2026-05-11) imprimant $p_{\text{med}} = 0,649$. Nombre total de jours sous $0,95$: 248 ; sous $0,90$: 182 ; sous $0,85$: 141 ; sous $0,70$: 13 ; sous $0,50$: zéro. La phase aiguë coïncide avec un drawdown SNX de 78% entre 2025-01 et 2025-06. Le volume en dollars durant la fenêtre aiguë est concentré à $115\times$ sur Curve L1 contre Velodrome V2 OP, indiquant une rétention de l’arbitrage institutionnel sur L1. La corrélation de Pearson entre la médiane journalière p_{sUSD} et l’oracle SNX vaut $0,344$ en niveaux et $0,001$ en log-rendements journaliers : un co-mouvement structurel, non un co-mouvement tick-par-tick. Voir Section 8.2.

F4 — Les covariables structurelles contemporaines n’expliquent essentiellement aucune part de la variance de la TE journalière. La régression OLS robuste HC3 de la TE journalière sur (σ_C , gas, log-liquidité de remplissage, ratio d’émission) donne un $R^2 = 0,0011$ sur $N = 1\,277$ observations journalières ; aucun coefficient n’atteint $|t| > 2$. La spécification HAR-RV sur la variance réalisée journalière atteint un $R^2 = 2,9 \times 10^{-5}$. À l’horizon journalier, la TE sUSD est essentiellement non prévisible à partir des covariables structurelles mesurées dans cette analyse. Voir Section 3.

F5 — La volatilité de la TE sUSD est quasi-intégrée à l’horizon horaire. Sur les rendements horaires de la TE ($N = 38\,678$), l’ARCH-LM brut rejette l’absence d’ARCH ($\chi^2(5) > 10\,000$, $p < 10^{-30}$). GARCH(1,1) ajuste $\omega = 0,374$, $\alpha = 0,903$, $\beta = 0,097$ avec $\alpha + \beta = 1,000$; EGARCH(1,1) préféré au sens AIC ajuste $\alpha = 0,979$, $\beta = 0,989$ — un comportement quasi-racine-unitaire en log-variance conditionnelle. GJR-GARCH sépare l’impact asymétrique des nouvelles en un grand $\gamma = 1,590$ (les chocs négatifs dominent la variance de la période suivante) plus un petit $\beta = 0,163$. Quatre des cinq seeds de valeurs initiales convergent vers la même solution quasi-intégrée, confirmant l’identification. L’ARCH-LM sur les résidus standardisés sous l’un quelconque des trois modèles ajustés affiche $\chi^2(20) \approx 0$, $p \approx 1$: le GARCH

ajusté nettoie l'hétéroscédasticité. La persistance quasi-racine-unitaire implique que les chocs à la variance conditionnelle sont essentiellement permanents à l'horizon horaire. Voir Section 3.

F6 — Le panier des quatre stablecoins est fortement cointégré au rang 3. La statistique de trace de JOHANSEN (1991) sur (sUSD, USDC, USDT, DAI) vaut 1 197,7 au rang 0 contre une valeur critique de 47,85 ; rang-1 499,8 vs 29,80 ; rang-2 128,2 vs 15,49 ; rang-3 3,22 vs 3,84 accepte l'hypothèse nulle au rang 3. Trois relations de cointégration parmi les quatre séries, en cohérence avec le fait qu'elles sont toutes ancrées au même numéraire et partagent la venue de liquidité du pool Curve sUSD. Neuf relations de Granger par paires sont significatives à 5 %, sUSD apparaissant dans quatre paires dans les deux directions. Par p-valeur minimale, l'arête sUSD la plus significative est sUSD $\rightarrow$ DAI ($p = 2,1 \times 10^{-3}$, 2 retards) ; par nombre de retards significatifs, la plus large est USDC $\rightarrow$ sUSD ($p = 8,5 \times 10^{-3}$, 4 retards), cette dernière correspondant au mécanisme de contagion de type SVB documenté en F2. Voir Section 7.

F7 — Seul un des neuf événements candidats de stress montre un effet d'ancrage économiquement significatif. Sur les neuf événements du panel DiD, le krach SNX du 2021-05-19 est le seul effet matériel ($ATT = -0,0136$, $p_{\text{trends}} = 0,187$). Parmi les trois événements supplémentaires à tendances parallèles propres, SVB 2023-03 est le seul vrai null à cette puissance ($ATT = -0,0004$, IC 95 % $[-0,0019, +0,0011]$) ; Wezen 2021-09 (l'ancrage se resserre de 0,15 point de pourcentage, IC $[+0,0003, +0,0027]$) et V2 $\rightarrow$ V3 OP 2023-08 (l'ancrage se relâche de 0,08 point de pourcentage, IC $[-0,0012, -0,0004]$) sont statistiquement distinguables de zéro mais à des amplitudes inférieures d'un à deux ordres de grandeur à l'effet de mai 2021, et nous les traitons comme immatériels pour le comportement d'ancrage. Terra 2022-05, FTX 2022-11, Blocksec sUSD 2023-06, SCCP-2124 2024-07, et Black Thursday 2020-03 (qui précède le jeu de données) échouent au pré-test des tendances parallèles. Ces cinq événements sont rapportés comme *data-limited plutôt que comme des résultats nuls* — soit la fenêtre de contrôle est contaminée par d'autres chocs (Terra 2022-05 survient au milieu du deleveraging du DeFi summer 2022 plus large), soit la fenêtre traitée est en dehors du jeu de données (Black Thursday). Voir Section 8.3.

F8 — Les prix sUSD L1 et OP sont étroitement cointégrés à l'horizon horaire. La corrélation de Pearson entre sUSD horaire sur Curve L1 et Velodrome V2 OP atteint son pic à 0,967 au retard 0 et $\text{corr}(-1) = \text{corr}(+1) = 0,967$; la corrélation décroît à 0,95 à ± 15 heures. Aucun leader économiquement significatif à l'horizon horaire ; les deux venues suivent un niveau de prix partagé piloté par l'arbitrage du pool Curve sUSD. Voir Section 5.

Questions ouvertes

Q1 — Quel est le déclencheur discret de la transition en phase aiguë du 2025-04-09 ? Le premier jour soutenu sous 0,90 le 2025-04-09 n'a pas de vote de gouvernance on-chain, de discontinuité d'oracle ou d'événement protocolaire public que nous ayons pu lui rattacher. Le schéma co-incident le plus proche est une discussion du Synthetix Council de fin mars 2025 sur une réduction supplémentaire de l'empreinte V2. L'identification du déclencheur discret nécessite la revue du catalogue SCCP de Synthetix, des fils du forum de gouvernance Mirror, et de la trace on-chain du premier swap sous 0,90. Répondre à Q1 lierait F3 à un événement catalysant spécifique plutôt qu'à une dérive structurelle.

Q2 — Le sous-ancrage structurel de période calme de $\sim 0,4\%$ est-il piloté par la commission ou par une prime de risque ? F1 établit le signe et l'amplitude ; il ne décompose pas entre (i) la commission de 0,3 % d'échange atomique sous V2 (qui impliquerait 0,3 % sur un rachat à un saut et pourrait composer sur des chemins d'arbitrage multi-sauts), (ii) le slippage sur le chemin de rachat du collatéral SNX, et (iii) une prime de crédit pour le risque propre de

surcollatéralisation sur SNX. La structure des commissions a changé sous V3 ; comparer le biais sous-ancrage pré- et post-V3 donnerait une identification partielle.

Q3 — Le print Velodrome OP du 2024-06-24 à \$1,10 avec un notionnel de \$327 347. Un cluster de swaps d'un seul jour imprime sUSD/USDC jusqu'à 1,1014 sur la venue OP le 2024-06-24, le plus gros swap portant \$327 347 de notionnel. L'oracle Chainlink USDC contemporain n'imprime pas d'escompte correspondant à la même date. Le print peut être un artefact de liquidité tick-unique, une tentative d'arbitrage mal routée, ou un épisode de prime authentique lié à un événement côté OP. Résoudre Q3 nécessite des données de profondeur de liquidité à résolution minute sur le pool Velodrome, qui ne sont pas dans le jeu de données actuel.

Implications pour le monitoring V2

V2-1 — Suivre en temps réel le ratio d'ancrage sUSD/USDC sur Curve et Velodrome, avec alerte à une divergence $>2\%$. La série temporelle du ratio d'ancrage est l'indicateur unique le moins coûteux du changement de régime F3.

V2-2 — Alerter quand l'un quelconque des oracles Chainlink (USDC, USDT, DAI) se désancrage de $>2\%$; s'attendre à une revalorisation mécanique de sUSD. Le vecteur de contagion F2 implique qu'un désancrage côté oracle de l'un quelconque des trois paires s'imprimera comme une prime apparente sUSD jusqu'à ce que le ré-arbitrage Curve se résorbe. Sans une vue corrigée par les oracles, la prime apparente induirait en erreur un détecteur de stress d'ancrage.

V2-3 — Utiliser EGARCH(1,1) pour les prévisions de volatilité à court horizon ; s'attendre à une rétention de choc quasi-permanente. La persistance EGARCH quasi-racine-unitaire $\beta = 0,989$ (F5) implique qu'un choc à la variance conditionnelle décroît avec une demi-vie de plusieurs mois, non de jours. Les prévisions qui supposent une volatilité de retour à la moyenne à un horizon de quelques jours sous-estimeront la dispersion réalisée durant les périodes de stress. Le grand γ de GJR-GARCH fournit le canal asymétrique d'impact des nouvelles et est le complément approprié quand des expositions asymétriques côté ancrage doivent être tarifées.

V2-4 — Suivre le prix SNX comme indicateur avancé du stress d'ancrage sUSD à l'horizon pluri-jours. La corrélation en niveaux F3e ($\rho = 0,344$) ne survit pas à l'horizon des rendements journaliers. Le signal est à l'échelle cumulée pluri-semaines : un drawdown SNX soutenu de $>50\%$ sur une fenêtre de quatre semaines devrait déclencher une veille de stress d'ancrage sUSD.

V2-5 — Traiter le levier de politique du ratio d'émission comme une variable de rupture structurelle, non comme une covariable continue. La série enregistre onze transitions sur 2023–2024, couvrant huit niveaux opérationnels distincts dans $[2,5\%, 33,3\%]$ plus la sentinelle de désactivation de septembre 2024 $1 \times 10^{-16}\%$. Une régression qui traite le ratio d'émission comme un régresseur continu sur l'échantillon complet (comme dans la régression de base F4) ne captera que la variation intra-régime, non les transitions de régime. Tout changement SCCP futur d'amplitude comparable devrait déclencher un split pré/post de régime dans l'analyse.

Non-claims

- Aucune affirmation causale n'est faite pour les cinq événements DiD qui échouent au pré-test des tendances parallèles (Terra 2022-05, FTX 2022-11, Blocksec 2023-06, SCCP-2124 2024-07, Black Thursday 2020-03). Ils sont rapportés en F7 comme data-limited plutôt que comme nuls.

- L'historique côté Optimism commence le 2023-06-23 ; nous n'inférons aucun volume de négociation Velodrome V1, aucune dynamique d'avance-retard V1, ni aucun événement de désancrage côté OP antérieur à juin 2023. L'inférence cross-chain est restreinte à la sous-fenêtre 2023-06 → 2026-05.
- Le print Velodrome OP du 2024-06-24 à \$1,10 est rapporté de manière descriptive en Q3. Nous ne disposons pas de données de profondeur de liquidité à résolution minute pour attribuer le cluster à une cause spécifique.
- La date du déclencheur de phase aiguë du 2025-04 est établie empiriquement comme le premier jour sous 0,90, non comme le résultat d'un événement on-chain discret. Q1 reste ouverte.

Références

- CORSI, Fulvio (2009). "A Simple Approximate Long-Memory Model of Realized Volatility". In : *Journal of Financial Econometrics* 7.2, p. 174-196.
- GLOSTEN, Lawrence R., Ravi JAGANNATHAN et David E. RUNKLE (1993). "On the Relation between the Expected Value and the Volatility of the Nominal Excess Return on Stocks". In : *Journal of Finance* 48.5, p. 1779-1801.
- JOHANSEN, Søren (1991). "Estimation and Hypothesis Testing of Cointegration Vectors in Gaussian Vector Autoregressive Models". In : *Econometrica* 59.6, p. 1551-1580.
- LYONS, Richard K. et Ganesh VISWANATH-NATRAJ (2023). "What keeps stablecoins stable?" In : *Journal of International Money and Finance* 131, p. 102777. DOI : [10.1016/j.jimonfin.2022.102777](https://doi.org/10.1016/j.jimonfin.2022.102777).
- NELSON, Daniel B. (1991). "Conditional Heteroskedasticity in Asset Returns : A New Approach". In : *Econometrica* 59.2, p. 347-370.
- ZHANG, Lan, Per A. MYKLAND et Yacine AÏT-SAHALIA (2005). "A Tale of Two Time Scales : Determining Integrated Volatility With Noisy High-Frequency Data". In : *Journal of the American Statistical Association* 100.472, p. 1394-1411.

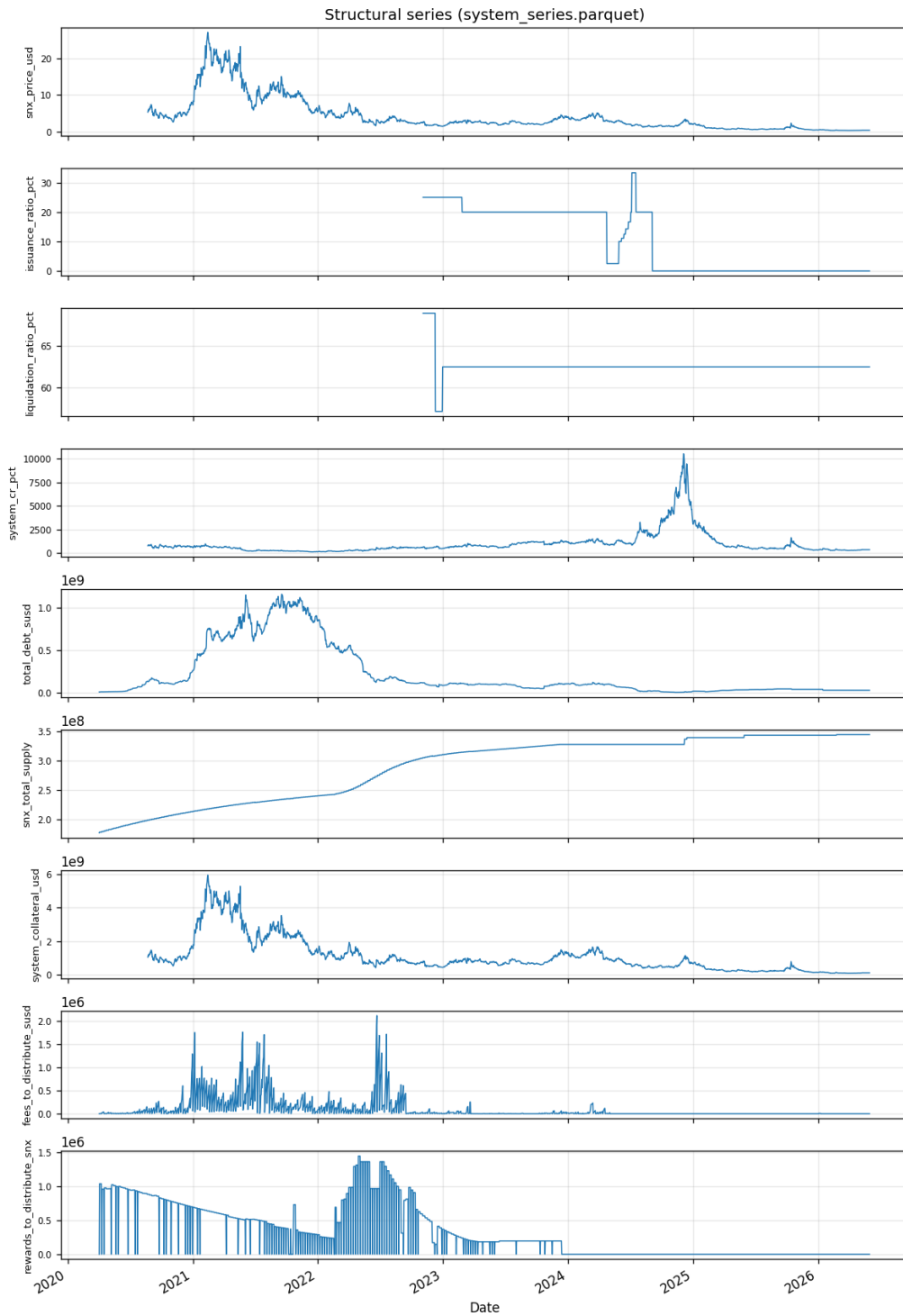


FIGURE 6 – État du système Synthetix, vue multi-panneaux. Chaque panneau utilise son propre axe y pour traiter les échelles disparates (prix en USD, ratios, notionnels en USD, comptes de SNX).

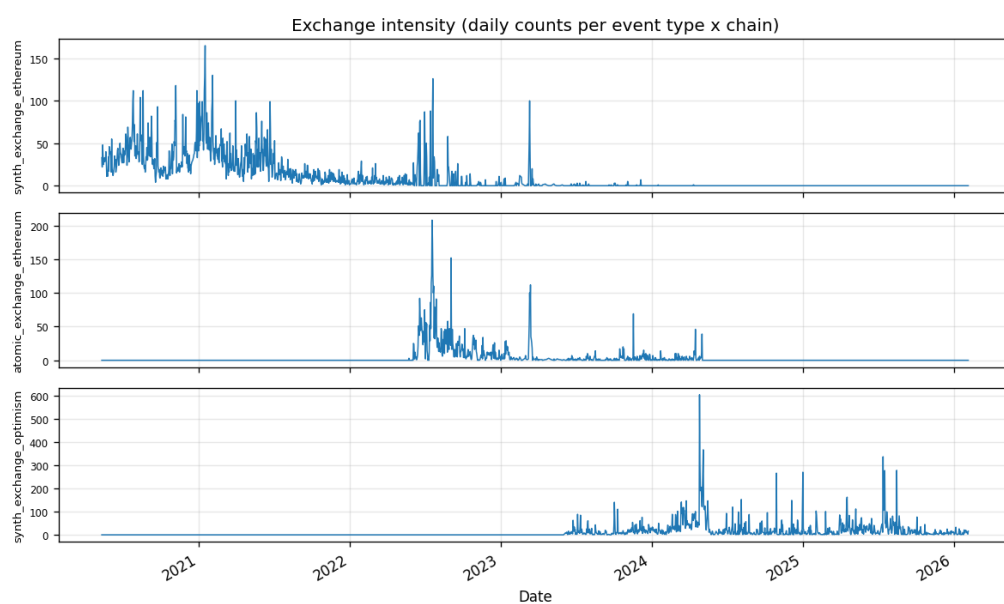


FIGURE 7 – Intensité d’échange journalière par type d’événement et par chaîne. La série atomic-OP est absente (les échanges atomiques Synthetix V2 n’ont pas migré vers OP) ; les trois autres séries couvrent la migration.