

SUCCESSOR  $\Omega$  — CONTINUUM  $\Omega$

# L'intelligence qui traverse le changement

Décisions robustes. Vérification stratégique.  
Ressources finies. Institutions durables.



HORIZON CONCEPTUEL / IMAGE GÉNÉRÉE / NI INSTALLATION NI CONCEPTION D'INGÉNIERIE

## Vincent Boucher

Président, QUEBEC.AI & MONTREAL.AI

---

Préserver le monde. Éprouver l'avantage. Qualifier la prochaine frontière.

Calculs exécutés · Exploitation synthétique · Analyses stratégique et physique conditionnelles  
Aucune économie réalisée, autorité de production ou qualification ASI spécialisée indépendante.

## Thèse institutionnelle

### UNE INTELLIGENCE QUI SURVIT À SON MODÈLE PRÉFÉRÉ

# Préserver les acquis. Requalifier ce qui décidera.

Un propriétaire industriel n'a pas besoin que chaque successeur constitue un nouveau triomphe scientifique. Il lui faut un moyen fiable de déterminer quelle composition mérite de continuer, de conserver les alternatives et les échecs, et de ne plus confondre avantage prospectif, trésorerie et permission. CONTINUUM concrétise cette distinction : un monde nouvellement appris prédit mieux mais perd sur le plan opérationnel ; un monde antérieur devient utile avec un horizon de planification plus long.

#### L'actif durable

La mission, les hypothèses exécutables, les preuves admissibles, les limites contrefactuelles, les politiques concurrentes, la composition exacte, les essais négatifs et l'historique restent inspectables lorsqu'un modèle est conservé, remplacé ou retiré. La continuité institutionnelle préserve la possibilité d'amélioration. Elle ne garantit pas l'amélioration.

La proposition à long terme relie des décisions opérationnelles qualifiées à l'investissement productif : un surplus réalisé finance de meilleures preuves ; ces preuves soutiennent de nouveaux spécialistes ; une fabrication vérifiée élargit les possibilités physiquement réalisables. Cet article exécute et examine une étape bornée de ce programme. Ses extensions en théorie des jeux et en physique explicitent les obligations restantes, sans présenter une extrapolation astronomique comme un résultat acquis.

| Niveau de preuve | Sens retenu dans cet article                                                                        |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Exécuté          | Inspection des sources, répétition numérique, exécution de programmes et comparaisons enregistrées. |
| Modélisé         | Conséquences de dynamiques synthétiques et d'hypothèses financières déclarées.                      |
| Dérivé           | Propositions mathématiques conditionnelles et calculs secondaires propres à la publication.         |
| Proposé          | Vérification indépendante, qualification physique et futures missions productives.                  |

## Résumé

Nous étudions une mission de production adaptative construite avec le produit client SUCCESSOR  $\Omega$  18.0.0 R8 inchangé. Une recherche grammaticale bornée, guidée par un réseau neuronal, forme des programmes exécutables de transition à deux états ; un planificateur à horizon fini les utilise effectivement pour proposer des décisions d'entretien. La branche d'apprentissage initiale de deuxième génération perd ses six comparaisons face aux alternatives constituées. Une branche adaptative de collecte de preuves reste statistiquement non concluante sur quatre réajustements. Une ablation modèle-planificateur identifie ensuite l'horizon, plutôt que la nouveauté du modèle, comme amélioration dominante. Le client gèle le monde antérieur avec un planificateur à six pas, puis teste cette composition sur 128 nouveaux épisodes synthétiques appariés.

La composition gelée réduit le coût moyen de 0,72669 point d'utilité normalisée face au comparateur neuronal constitué, avec un intervalle bootstrap apparié conditionnel de [0,30769 ; 1,18463]. Le gain face à sa composition initiale à quatre pas est de 4,10082 points, tandis que l'écart avec l'alternative symbolique récente à six pas reste non concluant. La représentation est déterminante : retirer les références de retard apprises modifie 37 prédictions sur 96 et 42 premières actions proposées sur 96. Les sources conservées comprennent 736 scénarios d'évaluation, 4 464 trajectoires de politiques et 17 exécutions natives signées.

La conversion financière non calibrée donne un scénario net ponctuel annuel de 56,74 M\$ CA, non des économies observées. L'édition 2 conserve ce compte et examine sa résistance à une autre population. Repondérer les mêmes épisodes dans un ensemble d'ambiguïté KL annule le surplus ponctuel au rayon 0,0250641 nat ; le témoin réaffecte 7,10822% de la masse de probabilité, sans mécanisme nouveau. Des extensions analytiques résolvent un jeu d'inspection budgété et des limites conjointes de collecte et de radiateurs ; une référence thermique conservant l'énergie distingue les bilans physiques des états normalisés du simulateur. Ce sont des calculs secondaires et des contraintes prospectives, non de nouvelles preuves industrielles indépendantes. La contribution est un exposé inspectable des conditions permettant d'examiner, vérifier puis éventuellement convertir un avantage décisionnel appris en capacité productive.

**Mots-clés :** modèles du monde exécutables ; apprentissage neuro-symbolique ; planification à horizon glissant ; robustesse distributionnelle ; jeux de vérification ; dynamique irréversible ; capacité productive.

### Statut de publication

Auteur : Vincent Boucher, président, QUEBEC.AI & MONTREAL.AI. Manuscrit de recherche assisté par IA. Le client fictif n'est pas un témoignage. Aucun examen scientifique indépendant, bénéfice industriel réel, admission en production ou statut ASI spécialisée n'est revendiqué. Le livre blanc définit l'architecture cible et distingue expressément conception et prétentions acquises [1].

## Note décisionnelle

### POUR PROPRIÉTAIRES, RESPONSABLES TECHNIQUES ET COMITÉS D'ASSURANCE

| Question                       | Réponse dans l'étude exécutée                                                 |
|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| Qu'a-t-on conservé?            | Un programme du monde antérieur à 20 coefficients, avec un horizon plus long. |
| Qu'a-t-on amélioré?            | Utilité moyenne finale face à Bêta neuronal : +0,72669 par épisode.           |
| Chaque épisode gagne-t-il?     | Non. L'écart est positif dans 61/128 épisodes.                                |
| Le modèle récent domine-t-il?  | Non. Son écart final avec la sélection reste non concluant.                   |
| Les dollars sont-ils observés? | Non. Les 2 500 \$ CA par point sont une valorisation supposée.                |
| Qu'est-ce qui peut agir?       | Rien en production. Propositions A0 uniquement.                               |
| Que conserve-t-on?             | Programmes exacts, preuves, comparaisons, échecs et historique signé.         |

La proposition de déploiement la plus utile à court terme est une étude parallèle autorisée d'une décision d'entretien répétée à fort enjeu, non une automatisation de tout le parc. Le propriétaire technique doit d'abord valider la conversion des sources en états et les coûts réels, constituer un comparateur actuel sérieux, geler la composition complète et organiser une évaluation indépendante. Sélection du produit et autorisation du capital sont des décisions ultérieures.

#### Parcours de lecture

Pour décider : sections 7, 10, 13 et 22. Pour l'implémentation : sections 2–9. Pour les analyses stratégique et physique : sections 15, 19 et 20. Pour reproduire : annexes H–K et console de preuves.

## La frontière des preuves

### UN HORIZON PLUS VASTE, UNE COMPARAISON PLUS EXIGEANTE

Le cas d'origine est inchangé. La nouvelle édition rend délibérément sa prétention centrale plus facile à éprouver.

| Question                                       | Résultat exécuté                                    | Portée                                                             |
|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| La composition apprise aide-t-elle ?           | Confirmation de 128 épisodes conservée et répétée   | Gain synthétique conditionnel ; alternative récente non concluante |
| Les fréquences peuvent-elles effacer le gain ? | Témoin KL exact et balayage de 424 points           | Le résultat nominal n'est pas indépendant de la distribution       |
| Où consacrer l'effort d'inspection ?           | 81 problèmes minimax et certificats duaux           | Technologie supposée ; aucune efficacité mesurée                   |
| Qu'est-ce qui limite l'expansion physique ?    | 54 conceptions conjointes ; 241 instants thermiques | Bilans et plafonds, non infrastructure construite                  |

#### La norme de recherche

Un score positif est un commencement. Une institution durable conserve la distribution testée, les alternatives non dominées, les hypothèses rendant son économie positive et les obligations physiques que l'argent seul ne peut acquitter.

Cette monographie d'auteur a été préparée avec assistance IA. Typographie, signatures, notation mathématique et illustration conceptuelle ne confèrent ni validité empirique, ni indépendance externe, ni admission en production, ni mérite d'investissement.

## Table des matières

|                                                                               |     |
|-------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Thèse institutionnelle</b>                                                 | i   |
| <b>Résumé</b>                                                                 | ii  |
| <b>Note décisionnelle</b>                                                     | iii |
| <b>La frontière des preuves</b>                                               | iv  |
| <b>1 L'institution n'est pas le modèle le plus récent</b>                     | 1   |
| <b>2 Une composition aux identités distinctes</b>                             | 1   |
| <b>3 Le monde de production borné</b>                                         | 2   |
| <b>4 Ce que R8 apprend réellement</b>                                         | 3   |
| <b>5 Planifier des conséquences différées</b>                                 | 4   |
| <b>6 Chronologie des preuves et alternatives constituées</b>                  | 5   |
| <b>7 Résultats : améliorer sans sacrifier le nouveau modèle</b>               | 5   |
| <b>8 Attribuer le changement au modèle et au planificateur</b>                | 7   |
| <b>9 Incertitude et limites de l'inférence</b>                                | 8   |
| <b>10 De l'écart d'utilité à un dossier de capital conditionnel</b>           | 9   |
| <b>11 Trésorerie, réserves et capacité livrée</b>                             | 10  |
| <b>12 Un avantage concurrentiel est une option périssable</b>                 | 11  |
| <b>13 Quel changement de distribution l'avantage peut-il supporter?</b>       | 12  |
| <b>14 La vérification comme problème d'incitations</b>                        | 14  |
| <b>15 Un adversaire stratégique modifie le budget optimal de vérification</b> | 15  |
| <b>16 La portabilité modifie la position de négociation</b>                   | 17  |
| <b>17 Information, irréversibilité et physique productive</b>                 | 17  |
| <b>18 Un horizon élargi exige un bilan de ressources</b>                      | 19  |
| <b>19 Un modèle physique doit préserver les bilans qu'il revendique</b>       | 20  |
| <b>20 Limites conjointes de collecte, de rejet et de fabrication</b>          | 21  |
| <b>21 Quand le surplus productif peut soutenir l'expansion</b>                | 22  |
| <b>22 L'institution mérite l'expansion à l'intersection des contraintes</b>   | 23  |
| <b>23 Le parcours client le plus utile</b>                                    | 24  |
| <b>24 Limites, maturité et prochaines prétentions réfutables</b>              | 25  |
| <b>25 Conclusion : conserver l'institution, requalifier la composition</b>    | 26  |
| <b>A Simulateur exact et contrat d'observation</b>                            | 27  |
| <b>B Le monde exécutable sélectionné</b>                                      | 27  |
| <b>C Registre complet des réajustements appariés</b>                          | 28  |
| <b>D Les 128 comparaisons principales finales</b>                             | 29  |
| <b>E Le premier témoin décisionnel complet</b>                                | 31  |
| <b>F Économie, sensibilité et séparation dimensionnelle</b>                   | 31  |
| <b>G Hypothèses mathématiques et contre-exemples</b>                          | 32  |
| <b>H Reproduction et acceptation de publication</b>                           | 33  |
| <b>I Registre des prétentions et preuves</b>                                  | 34  |
| <b>J Auteur, provenance et diffusion</b>                                      | 35  |
| <b>K Édition 2 : registres reproductibles de robustesse et de conception</b>  | 35  |
| <b>Références</b>                                                             | 37  |

## 1 L'institution n'est pas le modèle le plus récent

HELIOS étudie l'exploitation d'actifs productifs existants. FORGE étudie l'achat de capacité de livraison. CONTINUUM examine comment conserver des connaissances opérationnelles utiles lorsque les effets de l'entretien changent. Les résultats financiers antérieurs ne sont pas ajoutés à cette mission. L'objet empirique est le dossier CONTINUUM-LAB 1.0.0 inchangé [2]; SUCCESSOR  $\Omega$  18.0.0 R8 est le produit local sous-jacent, non une institution d'entreprise validée indépendamment.

L'entreprise fictive Asterion Advanced Manufacturing possède au départ un portefeuille supposé de 150 milliards de dollars canadiens et 1 024 cellules de production. Un coût unitaire supposé de 40 M\$ CA représente 40,96 milliards de dollars d'installations existantes. Cette richesse est une donnée d'entrée. La recherche demande si une composition inspectable améliore une décision récurrente, puis examine une conversion monétaire et une politique de capital conditionnelles.

Le livre blanc distingue hypothèses exécutables, preuve protégée et action autorisée [1, pp. 15–21, 27–33]. CONTINUUM met en œuvre l'apprentissage local, l'exécution, la comparaison et la conservation des traces. Son autorité est A0 : les programmes émettent des propositions informatives, non des ordres d'entretien approuvés. L'étude ne fournit pas les organisations externes nécessaires pour convertir un résultat favorable local en preuve indépendante ou admission en production.

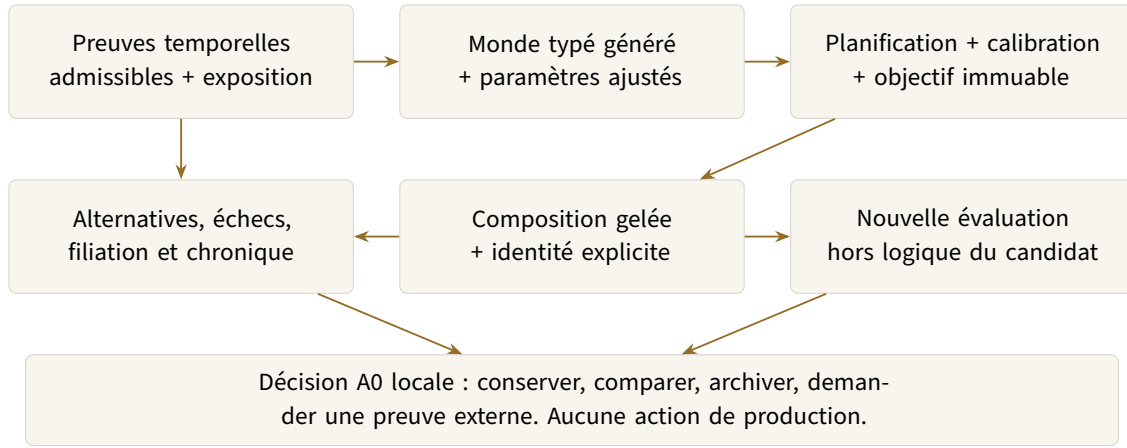
Les agents synthétisant des programmes constituent une filiation pertinente : WorldCoder construit des programmes modifiables par interaction ; GIF-MCTS explore des modèles codés ; TheoryCoder associe programmes de transition et planification hiérarchique [3, 4, 5]. R8 utilise ici une grammaire JSON restreinte, un petit réseau de classement des propositions et une recherche exhaustive à horizon fini. Il n'appelle pas de grand modèle de langage, ne reproduit pas ces systèmes publiés et n'hérite pas de leurs performances.

## 2 Une composition aux identités distinctes

Définissons une composition de mission par

$$C = (\mathcal{M}, \mathcal{D}, \mathcal{G}, P_\theta, \mathcal{I}, \Pi_H, \mathcal{Q}, \mathcal{B}, \mathcal{E}, \mathcal{A}, \mathcal{L}), \quad (1)$$

où  $\mathcal{M}$  désigne la mission ;  $\mathcal{D}$ , les preuves et expositions ;  $\mathcal{G}$ , la grammaire ;  $P_\theta$ , le programme sérialisé ;  $\mathcal{I}$ , son interpréteur ;  $\Pi_H$ , le planificateur ;  $\mathcal{Q}$ , la calibration ;  $\mathcal{B}$ , les références constituées ;  $\mathcal{E}$ , l'évaluation ;  $\mathcal{A}$ , l'autorité ; et  $\mathcal{L}$ , la filiation. Une comparaison utile engage la composition, pas seulement  $\theta$ .



**FIGURE 1.** La composition locale exécutée et ses limites probatoires. Preuve indépendante et admission opérationnelle relèvent d’institutions ultérieures, non de ce schéma.

Le produit natif enregistre un engagement de plan, un candidat gelé, une évaluation locale, une demande de preuve et un dossier signé. L’adaptateur côté client conserve le monde signé original et le lie à un nouveau planificateur. Il fait passer l’horizon de quatre à six et adapte le budget d’actions ; il ne modifie pas le contrat antérieur. Le lecteur natif traite correctement les missions dont le planificateur change comme incomparables. Le nouvel adaptateur est donc un code de recherche déclaré, non une promotion native implicite.

Le ZIP client R8 original compte 38 844 181 octets ; son SHA-256 commence par 0ee00b15547194c8. Les identités complètes figurent au registre des preuves. Les exemples signés attestent la cohérence avec les clés incluses, non une identité organisationnelle authentifiée extérieurement. Seules les clés privées sont chiffrées ; preuves, programmes et métadonnées restent généralement en clair.

### 3 Le monde de production borné

À l’instant  $t$ , l’acteur observe  $s_t = (x_t, q_t) \in [0, 1]^2$  : dégradation et pression de retard normalisées. Les entrées disponibles sont la charge  $z_t$  et la pression de libération  $r_t$ , également dans  $[0, 1]$ . L’action binaire  $a_t = 1$  demande un entretien ;  $a_t = 0$  produit ou le reporte. Deux entrées historiques autorisées complètent l’état observé. Un épisode compte 24 pas réguliers.

Dans le régime à effets différés, le simulateur conçu pour l’étude est

$$x_{t+1} = \text{clip}_{[0,1]}(x_t + 0.028 + 0.055z_t + 0.020q_t + 0.055a_t - 0.30a_{t-1} + 0.08x_tz_t + \epsilon_t^x), \quad (2)$$

$$q_{t+1} = \text{clip}_{[0,1]}(q_t + 0.035 + 0.10r_t - 0.18(1 - a_t)(1 - 0.55x_t) + 0.13(1 - a_t)a_{t-1} + \epsilon_t^q). \quad (3)$$

Le bruit gaussien a un écart-type de 0,002 par coordonnée et provient de flux exogènes appariés. Dans le premier régime, l’effet sur la dégradation vaut  $-0.26a_t$ , sans entretien différé ni interaction  $0.08x_tz_t$  ; le coefficient de redémarrage vaut 0,02 au lieu de 0,13. Un troisième mécanisme rare défini dans les sources est conservé, mais ne constitue pas la population de confirmation finale. Ces équations appartiennent au simulateur client de référence, non aux observations de l’acteur.

L'objectif pénalise l'état observé suivant et une dette terminale :

$$\ell(s_{t+1}, a_t) = 0.32a_t + 5x_{t+1}^2 + 6q_{t+1}^2 + 12\mathbb{I}[x_{t+1} > 0.84] + 8\mathbb{I}[q_{t+1} > 0.90], \quad (4)$$

$$J(\pi; \omega) = \sum_{t=0}^{23} \ell(s_{t+1}, a_t) + 4x_{24}^2 + 6q_{24}^2. \quad (5)$$

Une abstention entraîne le repli déclaré vers l'action zéro et 20 unités de pénalité supplémentaires. Aucune ligne défavorable n'est exclue. Un événement critique est compté si l'un des seuils est franchi. L'indice de pression n'est pas un travail conservé ; son écrêtage ne décrit pas la disparition physique de commandes. Ces états ne mesurent ni énergie, ni masse, ni revenu, ni vitesse d'usure physique, ni débit. L'extension thermodynamique introduit plus loin des variables dimensionnelles distinctes.

#### 4 Ce que R8 apprend réellement

R8 explore une représentation intermédiaire typée et fermée. Les nœuds autorisés comprennent arithmétique, comparaisons, conditions, écrêtage et retards bornés. Cette version limite les programmes à trois états, quatre entrées, quatre valeurs d'action, deux pas historiques, 512 nœuds et une profondeur de 18 ; l'horizon maximal vaut six. La mission utilise moins de dimensions. L'interpréteur effectue des mises à jour simultanées et refuse les nœuds dotés de capacités hôtes, les types invalides, les profondeurs excessives et l'épuisement du budget d'opérations. Il s'agit de limites logicielles, non d'une certification de sécurité physique.

Les variables initiales sont  $\phi_0 = (1, x, q, z, r, a)$ . La recherche compose des retards, produits par paires et conditions dont les seuils proviennent uniquement des quantiles d'entraînement. Pour un ensemble  $\Phi$ , elle ajuste chaque incrément d'état par régression ridge et l'insère dans la transition exécutable :

$$\widehat{\theta}_j(\Phi) = \arg \min_{\theta} \left\{ \sum_{i \in \mathcal{D}_{\text{train}}} (s'_{ij} - s_{ij} - \theta^\top \Phi(h_i, a_i))^2 + \lambda \|\theta\|_2^2 \right\}, \quad (6)$$

$$\widehat{s}'_j = \text{clip}_{[0,1]} \left( s_j + \widehat{\theta}_j^\top \Phi(h, a) \right), \quad \lambda = 10^{-5}. \quad (7)$$

Le score est l'erreur quadratique moyenne de développement, majorée de  $10^{-7}$  par nœud compté par l'interpréteur. La recherche initiale autorise quatre ajouts ; la branche ciblée en autorise cinq. Chaque exécution dispose d'un plafond de 600 ajustements et de 120 secondes. Une sonde fondée sur le désaccord peut révéler un épisode de développement réservé, en débitant l'ajustement initial. Ces observations restent des données de formation, non une nouvelle réalité ou une preuve protégée. Les procédures de développement des comparateurs diffèrent de cette sonde native ; le résultat final compare des compositions entières, non les seules architectures.

Un perceptron local 8–8–1 classe les variables proposées à partir de huit descripteurs issus de la formation, dont covariance des résidus du premier état, variance et structure syntaxique. L'exécution conservée effectue 9 600 mises à jour. L'ordre change, mais les recherches guidée et non guidée convergent vers le même programme et le même score au budget complet. Le guidage neuronal est réel, sans bénéfice démontré sur la qualité finale.

Le monde antérieur retenu comporte 20 coefficients ajustés et 108 nœuds. Il ajoute l'action retardée, son produit avec l'action actuelle, un retard conditionné par l'état et le produit dégradation–action. Co-

efficients et seuils sont des contenus ajustés, non des constantes physiques fondamentales. L'expression et les coefficients complets figurent à l'annexe B.

## 5 Planifier des conséquences différées

L'état prédictif complète  $s_t$  par deux entrées historiques autorisées. À chaque pas, l'entrée actuelle ( $z_t, r_t$ ) est maintenue constante dans les futurs imaginés. Les entrées futures et l'étiquette de régime du simulateur sont indisponibles. Pour  $H \in \{4, 6\}$ , le planificateur résout

$$\hat{a}_t = \arg \min_{a \in \{0,1\}^H} \left[ \sum_{k=0}^{H-1} \ell(\hat{s}_{t+k+1}, a_{t+k}) + \psi(\hat{s}_{t+H}) \right], \quad \psi(x, q) = 4x^2 + 6q^2, \quad (8)$$

sous les contraintes déclarées de somme d'actions, de validité et de ressources. Il propose uniquement la première action, puis replanifie après l'observation suivante. Il existe 16 ou 64 séquences complètes, soit au plus 30 ou 126 expansions d'arêtes dans l'arbre binaire non élagué. Les deux respectent le plafond de 1 000 expansions. Une proposition résout donc exhaustivement ce petit problème fini, à l'arrondi près, non le problème stochastique complet à 24 pas.

Il s'agit d'une planification à horizon glissant, structure largement étudiée en commande prédictive [6]. La pénalité terminale décourage le report gratuit de dettes ; elle n'est ni une valeur terminale certifiée ni un ensemble terminal invariant. Un changement d'horizon crée une nouvelle composition et peut modifier les décisions même si le programme du monde reste identique octet par octet.

**Proposition 1** (Erreur conditionnelle de prédiction et de décision). *Pour une séquence admissible commune, supposons la transition réelle augmentée  $L$ -lipschitzienne, l'erreur uniforme du modèle au plus  $\varepsilon$ , et des états initiaux identiques. Alors  $e_k = \varepsilon \sum_{j=0}^{k-1} L^j$  borne l'erreur d'état après  $k$  pas. Si l'écart de coût cumulé est uniformément borné par  $B_H$  sur toutes les séquences admissibles, le coût réel d'une séquence  $\epsilon_{\text{opt}}$ -optimale dans le modèle dépasse l'optimum réel à horizon fini d'au plus  $2B_H + \epsilon_{\text{opt}}$ .*

*Démonstration.* La récurrence  $e_{k+1} \leq L e_k + \varepsilon$ ,  $e_0 = 0$ , donne la première assertion par induction. Pour la sélection  $\hat{a}$  et l'optimum réel  $a^*$ , ajoutons puis retirons les coûts du modèle dans  $J(\hat{a}) - J(a^*)$ . Les deux termes d'approximation valent au plus  $B_H$  chacun, et le terme d'optimisation au plus  $\epsilon_{\text{opt}}$ .  $\square$

Les parties lisses de cette mission ont des constantes de Lipschitz 22 et 20 en norme uniforme. Les pénalités critiques sont discontinues : si le tube d'erreur croise un seuil, une provision conservatrice peut ajouter 20 par pas. Les résidus empiriques n'établissent ni  $\varepsilon$  uniforme ni  $L$  sur tout le domaine. La proposition explique donc un mécanisme d'échec ; elle ne certifie pas les plans à six pas. Un horizon long révèle des bénéfices différés, mais accumule aussi des erreurs.

## 6 Chronologie des preuves et alternatives constituées

L'expérience est adaptative, non une victoire préenregistrée rétrospectivement. Chaque protocole ultérieur reconnaît les résultats antérieurs ayant motivé sa modification. Fichiers et résultats négatifs restent inchangés. L'unité d'échantillonnage est l'épisode complet, non chaque transition corrélée.

| Étape        | Formation par monde ajusté                                                     | Évaluation décisionnelle                                                             |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Initiale     | 24 entraînement / 8 développement / 16 calibration / 12 évaluation enregistrée | Six cohortes appariées, deux régimes ; 24 épisodes par ajustement ; 128 pour C0 gelé |
| Ciblée       | 48 / 12 / 20 / 16 ; mélange aléatoire et politique exploratoire d'état         | Quatre réajustements ; 16 épisodes chacun ; 128 épisodes gelés et ablation           |
| Confirmation | Aucun réajustement ; ancien programme avec H6                                  | 128 nouveaux épisodes appariés après sélection adaptative                            |

**TABLE 1.** Les trois étapes exécutées. Les effectifs précèdent la sonde native de développement réservé.

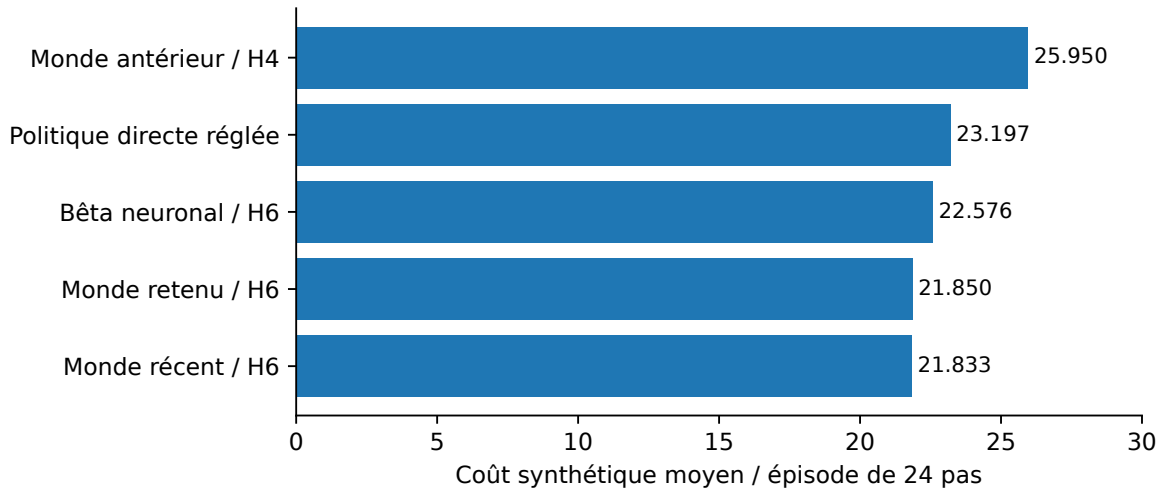
La politique directe explore 72 configurations. Un monde affine conçu manuellement sert de référence d'ingénierie ; le modèle paramétrique réajuste uniquement la base initiale. Deux candidats neuronaux utilisent 11 entrées et variables historiques, 16 ou 24 unités cachées et 100 ou 160 époques. L'utilité de développement choisit le réseau retenu. Dans une étape donnée, les comparateurs fondés sur un modèle utilisent l'horizon et les coûts déclarés ; leurs implémentations et formations restent identifiées séparément.

La confirmation gèle l'ancien programme G2\_C0 avec H6, la référence neuronale C0 choisie sur développement ciblé, le symbolique récent H6, la politique directe et la composition H4 initiale. Chaque politique suit sa propre trajectoire avec les mêmes entrées et bruits exogènes légitimes. Elle ne reçoit jamais l'état suivant causé par l'action d'une autre politique. La sélection de référence n'est pas répétée sur les résultats de confirmation.

La comparaison principale utilise 4 000 tirages bootstrap appariés par épisode, graine 910081. Le seuil déclaré exige un écart moyen supérieur à 0,25, une borne inférieure nette de la provision fonctionnelle de 0,02 positive, aucun événement critique supplémentaire et aucune abstention de la politique choisie. Les autres contrastes sont exploratoires, non des intervalles simultanés.

## 7 Résultats : améliorer sans sacrifier le nouveau modèle

La branche G2 initiale perd ses six comparaisons : moyenne de  $-3.441$  points, intervalle descriptif entre réajustements  $[-4.819, -2.063]$ . La branche ciblée donne quatre estimations positives, mais l'intervalle autour de  $0,747$ ,  $[-0.388, 1.882]$ , recoupe zéro. L'essai ultérieur de composition gelée répond à une question plus étroite, sans effacer l'incertitude sur la procédure de réentraînement.



**FIGURE 2.** Coûts moyens finaux sur 128 scénarios de confirmation. Toutes les alternatives restent visibles; plus bas est préférable.

| Politique            | Coût moyen | Entretiens | Critiques | Abstentions |
|----------------------|------------|------------|-----------|-------------|
| Monde antérieur / H4 | 25,95035   | 8,023      | 1         | 0           |
| Politique directe    | 23,19693   | 7,852      | 0         | 0           |
| Bêta neuronal / H6   | 22,57622   | 8,125      | 0         | 0           |
| Monde retenu / H6    | 21,84953   | 8,367      | 0         | 0           |
| Monde récent / H6    | 21,83309   | 8,242      | 0         | 0           |

**TABLE 2.** Toutes les politiques sur les mêmes 128 scénarios exogènes, chacune suivant sa trajectoire. Coûts en utilité synthétique; entretiens moyens par épisode.

L'écart d'utilité sélection-neuronal vaut 0,72669155, avec intervalle [0,30769466; 1,18462733]. Le seuil local est franchi. L'écart sélection-récent vaut -0.01643665, intervalle [-0.24737560, 0.21726738] : la comparaison est non concluante, et non une preuve d'équivalence formelle. L'écart sélection-ancien H4 vaut 4,10082450, intervalle [3,04549638; 5,25713621]. Ces contrastes ne sont jamais additionnables.

La composition choisie gagne 61 épisodes sur 128. Elle ne compte aucun événement critique ni abstention, tout comme les références neuronale, récente et directe; l'ancien H4 compte un événement critique. Un gain moyen n'efface pas les épisodes perdants. La population finale correspond à un régime synthétique, non à un domaine industriel validé.

## 8 Attribuer le changement au modèle et au planificateur

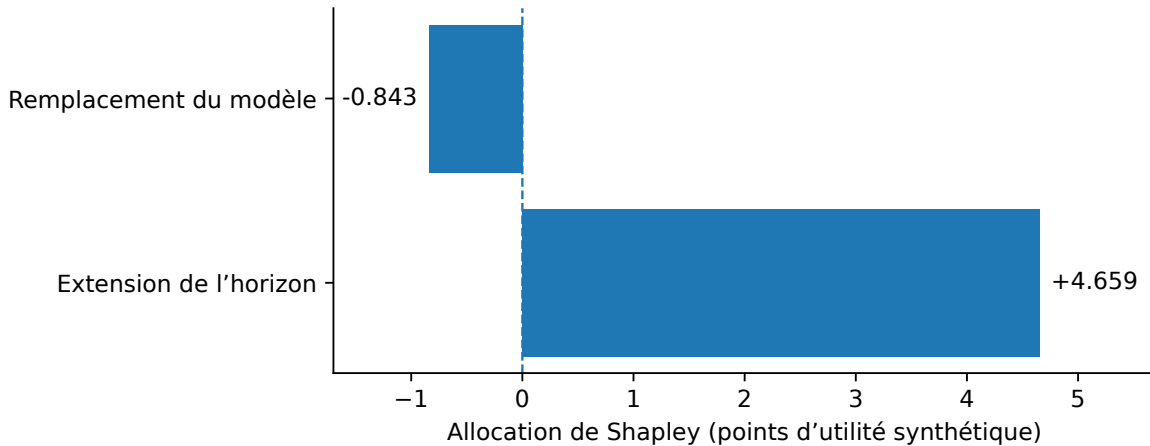
Un diagnostic à deux facteurs conserve chaque monde appris et fait passer H4 à H6. Sur les scénarios finaux conservés de la branche ciblée, ancien/H4 coûte 24,38542, ancien/H6 20,44092, récent/H4 25,94305 et récent/H6 20,56952. La composition de confirmation a été choisie après inspection de ce diagnostic, puis évaluée sur de nouveaux épisodes.

Une attribution coopérative propre à la publication traite le remplacement du modèle  $M$  et l'extension d'horizon  $H$  comme deux joueurs. Soit  $v_{ij}$  l'opposé du coût moyen, où  $i$  désigne le nouveau modèle et  $j$  l'horizon long. La moyenne des contributions marginales sur les deux ordres donne l'allocation de Shapley à deux joueurs [7] :

$$\phi_M = \frac{1}{2}[(v_{10} - v_{00}) + (v_{11} - v_{01})] = -0.84311678, \quad (9)$$

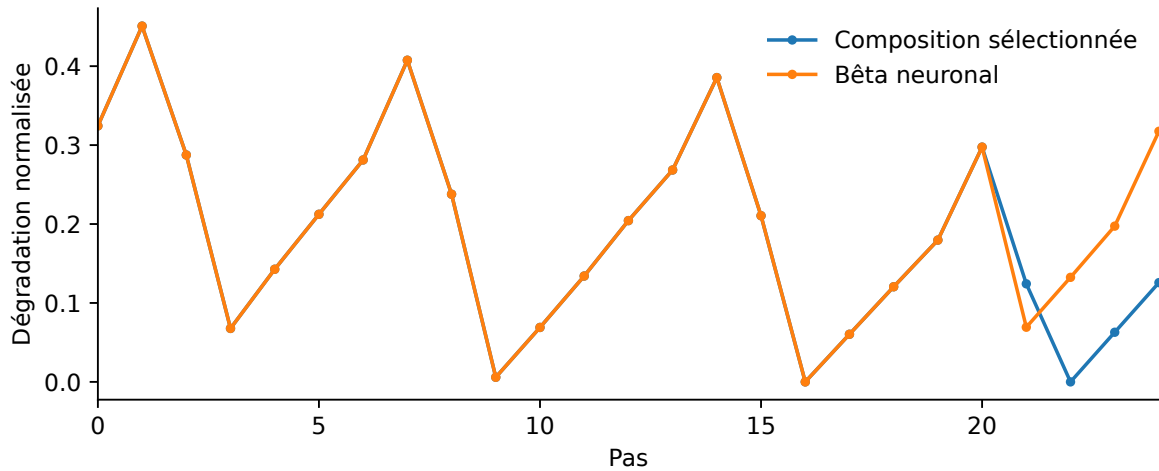
$$\phi_H = \frac{1}{2}[(v_{01} - v_{00}) + (v_{11} - v_{10})] = 4.65901875. \quad (10)$$

Leur somme vaut l'amélioration combinée de 3,81590196 points. L'interaction vaut 1,42902332. Il s'agit d'une allocation exacte de la comparaison sur données conservées, non d'un effet causal en usine ou d'un paiement monétaire uniquement équitable. Elle montre pourquoi attribuer toute l'amélioration aux paramètres récents serait erroné.



**FIGURE 3.** Attribution secondaire à deux facteurs. L'horizon porte la contribution positive ; le remplacement porte une contribution négative dans ce diagnostic conservé.

Les tests d'utilisation effective sont complémentaires. Remplacer les retards par zéro modifie 37 états prédits sur 96 et 42 premières actions sur 96 ; les interpréteurs récursif et à pile concordent sur les 96 contextes. Ces tests établissent le rôle du programme dans l'exécution et une substitution locale, non une portabilité entre fournisseurs externes. Le premier épisode de confirmation coûte 17,9623 contre 18,4897 pour Bêta, avec huit entretiens chacun : c'est le calendrier qui change, pas simplement leur nombre.



**FIGURE 4.** Premier épisode sélectionné par protocole : dégradation normalisée de la composition retenue et du comparateur neuronal. Aucune télémétrie réelle n'est utilisée.

## 9 Incertitude et limites de l'inférence

Pour chaque épisode réservé  $e$ , l'implémentation calcule le résidu absolu maximal à un pas  $R_e$  sur les instants et coordonnées. Avec  $n$  épisodes admissibles et un niveau  $\alpha$ , elle emploie la statistique d'ordre de rang  $\lceil (n+1)(1-\alpha) \rceil$ , en refusant les effectifs insuffisants. Sous échangeabilité avec les épisodes futurs, cela soutient une propriété marginale par épisode de type conforme scindé [8].

Le rayon du monde sélectionné vaut 0,10968392; celui de Bêta neuronal 0,04281734. Un audit rétrospectif place les 128 épisodes de confirmation dans chaque rayon. Des trajectoires dépendantes de la politique ne sont pas nécessairement échangeables avec la politique de formation. Ces taux sont donc descriptifs, non une garantie de calibration à six pas. Les futurs états du planificateur sont générés récursivement, non imposés par les observations futures réelles.

La répétition comprend les résultats du simulateur contrôlé par l'auteur pour chaque politique. Elle n'évalue pas une action non observée à partir d'un simple historique. Un tel transfert demanderait un support et des hypothèses causales non établis; les facteurs de confusion non observés constituent un problème substantiel d'évaluation des politiques [9]. Le programme conditionnel aux actions reste une hypothèse, non une loi physique découverte.

Dans les mesures initiales, le planificateur retenu prend environ 8,13 ms par décision contre 0,307 ms pour Bêta neuronal. Son inspectabilité n'est pas un avantage de vitesse. La recherche possède des a priori conçus, une grammaire limitée et des budgets bornés; sa réussite ne démontre ni compréhension sémantique universelle ni découverte générale de modèles.

## 10 De l'écart d'utilité à un dossier de capital conditionnel

Posons  $U = -J$ . La référence du livre blanc maximise l'utilité brute de mission parmi les alternatives constituées ; son modèle d'Alpha soustrait les coûts d'exploitation/intégration  $C$ , la réserve de risque  $R$ , la charge humaine  $H$ , l'imitation  $I$  et la dérive  $D$  après une comparaison en borne inférieure [1, pp. 30–31]. La référence finale de CONTINUUM est la politique neuronale sélectionnée sur développement. Elle n'est pas démontrée comme la meilleure alternative disponible sur le marché.

Les sources déclarent un facteur de conversion, non un prix observé :

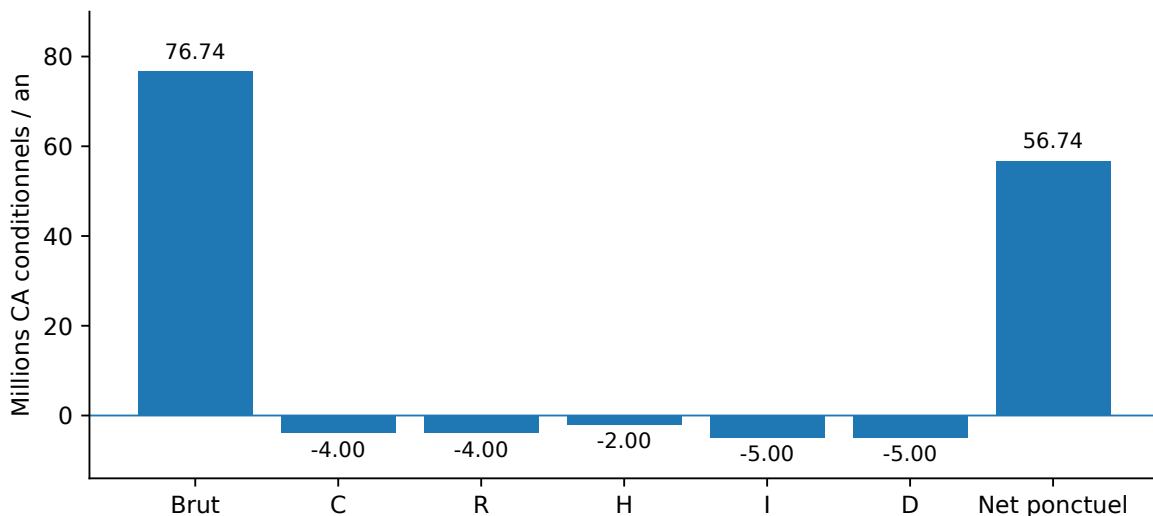
$$F = 1024 \times \frac{330 \times 3}{24} \times 2500 = 105,600,000. \quad (11)$$

Le facteur s'exprime en CAD par point moyen d'utilité d'épisode et par an. Le scénario suppose 330 jours d'exploitation, trois quarts par jour et 2 500 \$ CA par point normalisé ; un épisode correspond à 24 quarts. Cela donne une échelle de calcul, non un transfert économique mesuré vers 1 024 cellules physiques.

$$S_{\text{point}} = F \overline{\Delta U} - (C + R + H + I + D) = 56\,738\,628 \text{ \$ CA}, \quad (12)$$

$$S_{\text{lower}} = F \text{LCB}(\Delta U) - (C + R + H + I + D) = 12\,492\,556 \text{ \$ CA}. \quad (13)$$

Le scénario brut annuel est de 76 738 628 \$ CA. Les provisions, en millions, valent  $C=4$ ,  $R=4$ ,  $H=2$ ,  $I=5$  et  $D=5$ .  $C/H$  sont des dépenses modélisées ;  $R/I/D$  sont des réserves isolées, non des dépenses constatées ou profits distribuables. Le montant source de 56,74 M\$ CA est un scénario ponctuel, non la valeur en borne inférieure du livre blanc. Aucun n'est un Alpha prouvé. La provision fonctionnelle de 0,02 n'est pas débitée une seconde fois.



**FIGURE 5.** Passage monétaire original. Une valorisation déclarée convertit l'utilité en monnaie de scénario ; dépenses et réserves sont déduites une seule fois.

Une sensibilité propre à la publication multiplie l'écart brut gelé par  $q \in [0, 1]$  sans changer les politiques. À provision inchangée, un surplus ponctuel positif exige  $q > 0.26062$  ; une borne inférieure

conditionnelle transformée positive exige  $q > 0.61553$ . Ce ne sont pas des probabilités de réussite. Ces seuils indiquent quelle fraction de l'avantage supposé doit persister pour satisfaire chaque critère comptable.

## 11 Trésorerie, réserves et capacité livrée

Le scénario source sur vingt ans compare des actifs initiaux identiques.  $K_t$  désigne les cellules nouvellement opérationnelles, hors des 1 024 initiales, et  $n_t$  les cellules commandées et intégralement payées l'année  $t$ . Chaque cellule coûte  $p = 40\,000\,000$  \$ CA, arrive deux ans plus tard et fournit un flux commun supposé  $s = 6\,000\,000$  \$ CA par an. L'activité commune produit  $B = 180\,000\,000$  \$ CA annuellement. L'avantage brut d'intelligence vaut  $g_t = g_0(0.92)^{t-1}$ , indépendamment du nombre de nouvelles cellules.

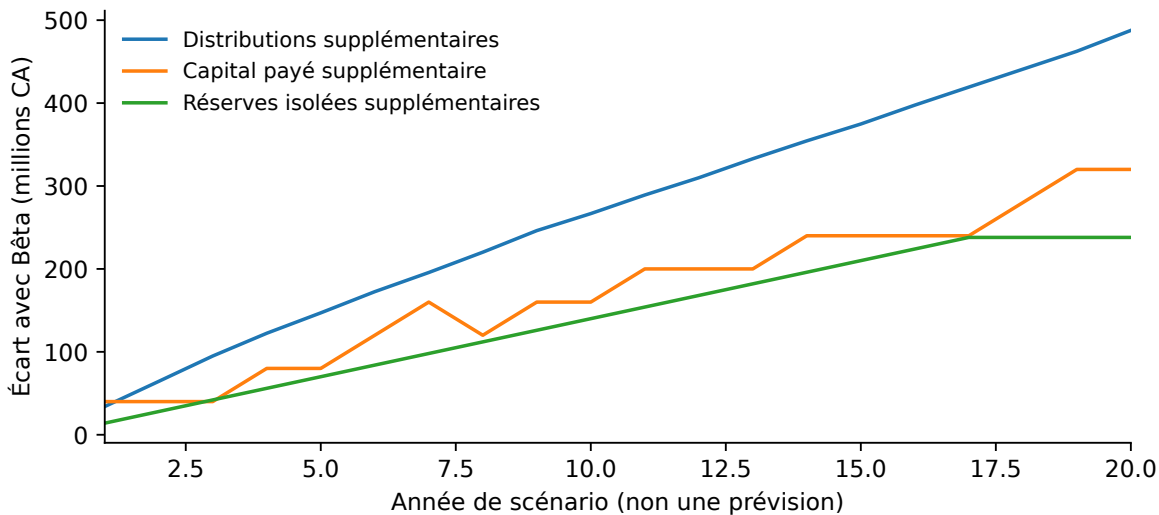
Dans le scénario de retrait, la politique reste active seulement tant que  $g_t > C + R + H + I + D$ . Après dépenses et transferts de réserves, la trésorerie disponible vaut  $A_t = B + sK_t + g_t - \text{expense}_t - \text{reserve}_t$ . Avec un réinvestissement  $\rho = 0.4$ , le portefeuille d'investissement  $W$  suit

$$W_t^+ = W_{t-1} + \rho \max(A_t, 0) + \min(A_t, 0), \quad (14)$$

$$n_t = \min \left( 16, \max \left[ 0, \left\lfloor \frac{W_t^+ - 40\,000\,000 \text{ \$ CA}}{p} \right\rfloor \right] \right), \quad W_t = W_t^+ - pn_t, \quad (15)$$

$$\text{distribution}_t = (1 - \rho) \max(A_t, 0), \quad K_t = K_{t-1} + n_{t-2}. \quad (16)$$

L'implémentation commande après la mise en service et la génération de trésorerie de l'année. Les réserves s'accumulent séparément et ne sont pas recyclées en achats. Un même dollar ne peut donc être simultanément une déduction, un bénéfice distribuable et un capital investi. La récurrence est un scénario nominal supposé, non un service de contrôle financier R8.



**FIGURE 6.** Comptes différentiels sur vingt ans, composition sélectionnée moins la même entreprise utilisant Bêta. Ces comptes distincts ne constituent pas une valorisation d'entreprise.

À la vingtième année, le cas d'effet complet avec retrait compte 487,67 M\$ CA de distributions supplémentaires, 320 M\$ CA de capital payé supplémentaire, sept cellules opérationnelles de plus et

238 M\$ CA de réserves supplémentaires. Bêta ajoute 48 cellules ; la route sélectionnée en ajoute 55. Les réserves correspondent à dix-sept années actives ; la politique est retirée en année dix-huit. Huit cellules supplémentaires ont été payées, sept sont opérationnelles et une reste en chantier.

À demi-effet, les distributions supplémentaires tombent à 87,28 M\$ CA et une cellule. Sans effet mais avec maintien des coûts, elles diminuent de 405,60 M\$ CA et de six cellules par rapport à Bêta. Ce dernier cas est un contrôle défavorable volontaire, non la politique optimale du propriétaire. Aucun impôt, endettement, modèle d'amortissement physique, réaction de demande ou persistance économique mesurée n'est fourni. Les avantages HELIOS et FORGE ne sont pas recomptés.

## 12 Un avantage concurrentiel est une option périssable

### EXTENSION ANALYTIQUE CONDITIONNELLE — NON UN MARCHÉ MESURÉ

Un écart positif statique omet la capacité du concurrent à progresser et celle du propriétaire à se retirer. Considérons une marge continue idéalisée  $g(t) = g_0 e^{-\kappa t}$  et une allocation annuelle requise  $f > 0$ . Au taux d'actualisation  $r > 0$ , conserver la politique jusqu'à  $T$  vaut, avant coût initial  $K_0$ ,

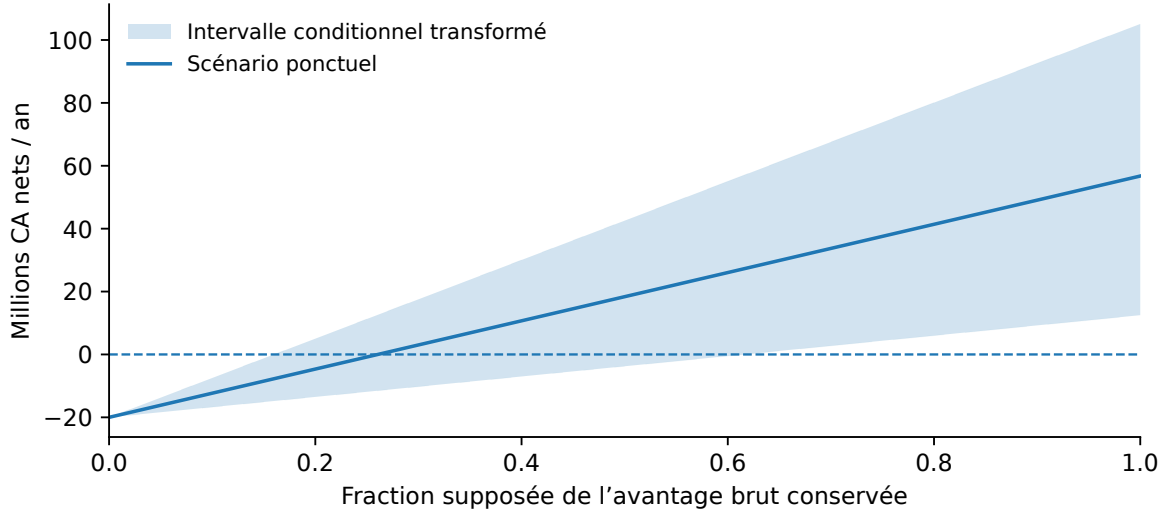
$$V(T) = \frac{g_0}{r + \kappa} (1 - e^{-(r+\kappa)T}) - \frac{f}{r} (1 - e^{-rT}) - K_0. \quad (17)$$

**Proposition 2** (Retrait sous érosion déterministe). *Si  $g_0 > f$  et  $\kappa > 0$ , le temps d'arrêt optimal vaut  $T^* = \log(g_0/f)/\kappa$  ; si  $g_0 \leq f$ , la non-entrée immédiate est optimale sous ces hypothèses. L'entrée exige de plus  $V(T^*) > 0$ .*

*Démonstration.* La dérivée  $V'(T) = e^{-rT}(g_0 e^{-\kappa T} - f)$  passe une fois du positif au négatif. Le test d'entrée compare ce maximum à l'option nulle de non-entrée.  $\square$

Avec le scénario brut initial,  $f = 20$  millions et  $\kappa = -\log(0.92)$ , le proxy continu donne  $T^* = 16.13$  années et une valeur actualisée partielle de surplus allouable de 286,98 M\$ CA à  $r = 5\%$ , avant  $K_0$ . Ce n'est pas le résultat discret sur vingt ans : calendrier, réserves et revenus des nouvelles cellules diffèrent. Ce n'est ni une valorisation d'entreprise ni une preuve que l'imitation suit une loi exponentielle.

Dans une extension stratégique, un rival choisit  $e \geq 0$  pour maximiser  $B(1 - e^{-\eta e \tau}) - ce^2/2$ , où  $B$  est son bénéfice accessible,  $c$  la courbure du coût et  $\tau$  l'horizon. L'unique optimum positif satisfait  $B\eta\tau e^{-\eta e \tau} = ce$ . Un coût d'imitation plus faible ou un bénéfice plus élevé accélère sa réaction. Ces paramètres non estimés doivent être mesurés avant de remplacer la réserve fixe par un modèle d'érosion issu d'un équilibre.



**FIGURE 7.** Analyse secondaire de rétention de l'avantage. La fraction est une hypothèse, non une probabilité de réussite ou une persistance mesurée.

### 13 Quel changement de distribution l'avantage peut-il supporter ?

#### NOUVELLE ANALYSE SECONDAIRE / RÉSULTATS GELÉS / AUCUNE NOUVELLE ÉPREUVE DE PREUVE

Le bootstrap apparié initial porte sur la variation d'échantillonnage dans la population empirique conservée. Une autre question institutionnelle concerne la variation des fréquences relatives de situations déjà observées. Nous ne modifions aucune trajectoire, ne réajustons aucune politique et ne choisissons aucun nouveau comparateur. Nous repondérons les mêmes 128 résultats appariés.

Soit  $d_i = J_{B,i} - J_{C,i}$  l'écart d'utilité gelé,  $p_i = 1/n$ , et l'ensemble d'ambiguïté à support fini, en logarithmes naturels :

$$\mathcal{Q}_\rho = \left\{ q \in \mathbb{R}_+^n : \sum_i q_i = 1, \sum_i q_i \log \frac{q_i}{p_i} \leq \rho \right\}, \quad (18)$$

$$V(\rho) = \min_{q \in \mathcal{Q}_\rho} \sum_i q_i d_i. \quad (19)$$

Cette construction par divergence KL relève de l'optimisation distributionnellement robuste [10]. Il s'agit ici d'un diagnostic rétrospectif, non d'un apprentissage robuste ni d'un intervalle de confiance statistique. L'analyste choisit  $\rho$  ; les données n'estiment aucune probabilité de changement réel. Tous les épisodes d'origine restent dans le dénominateur.

**Proposition 3** (Témoin exact de robustesse à support fini). *Pour un vecteur d'écarts non constant et un rayon intérieur, les poids défavorables satisfont*

$$q_i(\eta) = \frac{p_i e^{-\eta d_i}}{\sum_j p_j e^{-\eta d_j}}, \quad \eta > 0, \quad D_{\text{KL}}(q(\eta) \| p) = \rho. \quad (20)$$

La valeur égale l'optimum dual concave

$$V(\rho) = \sup_{\tau > 0} \left\{ -\tau \log \left( \sum_i p_i e^{-d_i/\tau} \right) - \tau \rho \right\}. \quad (21)$$

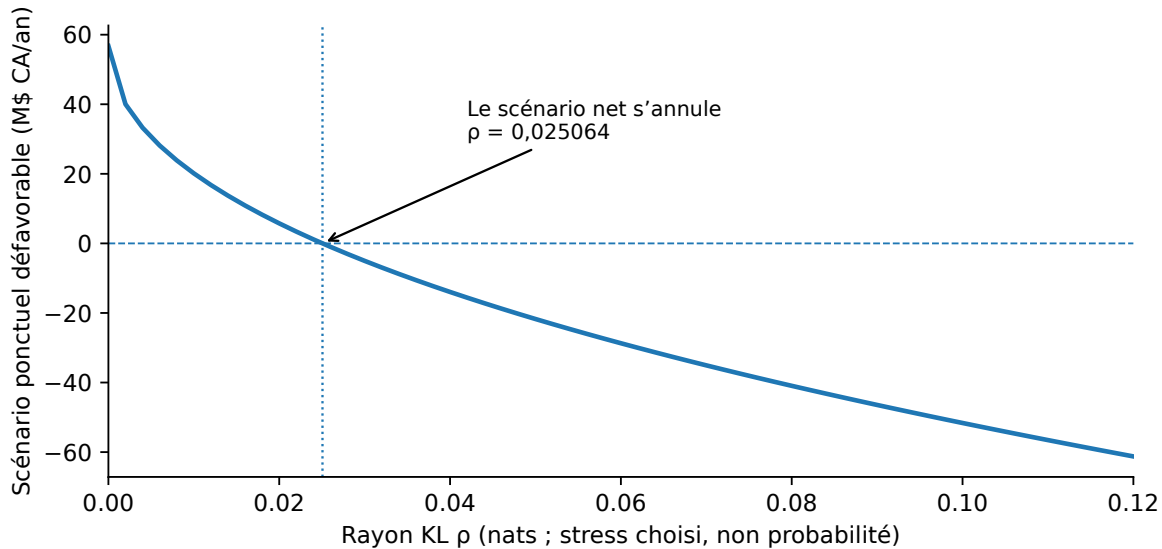
*Démonstration.* Introduisons un multiplicateur  $\tau \geq 0$  pour la contrainte KL et un autre pour la normalisation. La stationnarité du lagrangien pour les poids positifs donne l'équation (20), avec  $\eta = 1/\tau$ . La stricte faisabilité pour  $\rho > 0$  assure la dualité forte. La distribution nominale est retrouvée par passage à la limite lorsque  $\rho = 0$ . Si le minimum est atteint sur  $k$  épisodes, la valeur saturée est atteinte au rayon  $\log(n/k)$  en répartissant uniformément la masse sur cet ensemble.  $\square$

Ce témoin est utile :  $d\mathbb{E}_{q(\eta)}[d]/d\eta = -\text{Var}_{q(\eta)}(d) \leq 0$  et  $dD_{\text{KL}}(q(\eta)||p)/d\eta = \eta \text{Var}_{q(\eta)}(d) \geq 0$ . Accroître le stress déplace la probabilité vers les pertes sans inventer d'épisode de défaillance.

| Frontière atteinte                | $\rho$ (nats) | Support effectif |
|-----------------------------------|---------------|------------------|
| Scénario net ponctuel déclaré nul | 0.0250641     | 122.13 / 128     |
| Avantage empirique brut nul       | 0.0476562     | 116.91 / 128     |

**TABLE 3.** Seuils de stress calculés face à Bêta neuronal constitué. Le support effectif vaut  $1/\sum_i q_i^2$ ; c'est un diagnostic de concentration, non une taille d'échantillon indépendant.

Avec la conversion annuelle inchangée  $F = 105.6$  millions CA par point et les déductions  $D = 20$  millions CA, le compte ponctuel stressé vaut  $FV(\rho) - D$ . Il s'annule lorsque  $V(\rho) = D/F = 0.18939394$ . Le témoin correspondant a une variation totale  $\frac{1}{2} \sum_i |q_i - p_i| = 0.0710822 : 7,10822\%$  de la masse de probabilité est réaffectée entre épisodes observés. Ce n'est ni une perte de recettes de 7,1%, ni une variation des capteurs de 7,1%, ni une probabilité mesurée d'échec.



**FIGURE 8.** Stress de fréquences sur la comparaison principale gelée. Compte ponctuel défavorable, distinct de l'intervalle bootstrap et d'une nouvelle population empirique.

Le résultat nominal positif est conservé. La nouvelle conclusion est que son transfert entre distributions exige des preuves. Le rayon auquel le compte échoue n'est pas une estimation de la distance réelle du domaine d'exploitation. Un support fini ne représente pas de mécanisme nouveau, de défaillance inédite ou de réaction du marché dépendant des actions. Un scénario externe peut invalider le résultat plus tôt; calibrer un ensemble d'ambiguïté défendable reste une nouvelle tâche empirique.

Les quatre vecteurs de comparaison reçoivent le même balayage de 106 rayons, soit 424 calculs. Faisabilité primale, accord dual et monotonie sont contrôlés. Trois problèmes réduits sont également résolus par une autre formulation numérique contrainte. Ces contrôles valident le calcul secondaire, non une robustesse réelle ni une inférence simultanée sur les comparateurs.

## 14 La vérification comme problème d'incitations

### MODÈLE DE GOUVERNANCE PROPOSÉ — NON UNE INSTITUTION DE PREUVE IMPLÉMENTÉE

L'identité cryptographique indique quels octets et quelle clé sont impliqués. Elle n'explique pas pourquoi un demandeur révélerait un échec, pourquoi un évaluateur enquêterait ou si un commanditaire accepterait un résultat négatif. La théorie principal-agent formalise l'effort non observé et les signaux informatifs [11]. Le jeu suivant rend la séparation institutionnelle interprétable, sans prétendre que des étiquettes de rôles locales la réalisent.

#### 14.1 Demandeur et évaluateur

Supposons qu'un demandeur gagne  $G > 0$  grâce à une prétention infondée non détectée. La probabilité de détection vaut  $q$ ; la détection retire ce gain et impose une perte supplémentaire exécutoire  $L > 0$ . Par rapport à un rapport honnête, la tromperie rapporte en espérance

$$\Delta u_C = (1 - q)G - qL. \quad (22)$$

L'honnêteté n'est une meilleure réponse que si  $q \geq G/(G + L)$ . De grandes pénalités nominales sont inefficaces si elles ne sont pas exécutoires ou si l'accès aux preuves rend  $q$  négligeable.

Supposons maintenant qu'un effort élevé coûte  $c_e$  à l'évaluateur et augmente la détection de  $d_L$  à  $d_H$ . La probabilité préalable d'une prétention infondée est  $p$ ; manquer celle-ci expose l'évaluateur à une perte  $L_v$ . Avec des honoraires fixes, indépendants du résultat, l'effort élevé n'est compatible avec les incitations que si

$$p(d_H - d_L)L_v \geq c_e. \quad (23)$$

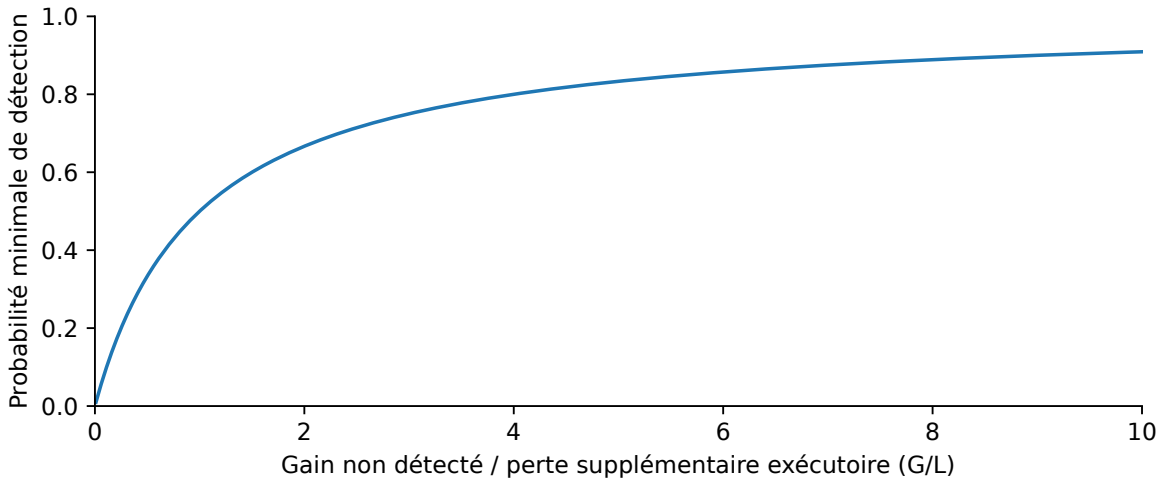
Les équations (22)–(23) décrivent des meilleures réponses dans un jeu simplifié à neutralité au risque. Elles ne rendent les sanctions ni souhaitables, ni suffisantes, ni juridiquement disponibles. Protection des preuves, compétence, garde, reproductibilité, conflits déclarés, contestabilité et honoraires indépendants sont des instruments distincts. L'interdiction des honoraires conditionnés à la réussite dans le livre blanc évite une distorsion évidente, sans résoudre tous les problèmes d'incitation [1, p. 17].

## 14.2 Prédiction honnête et admission honnête sont distinctes

Pour une issue binaire exogène  $Y \sim \text{Bernoulli}(p)$ , un rapport  $r$  évalué par perte quadratique satisfait

$$\mathbb{E}[(r - Y)^2] = p(1 - p) + (r - p)^2. \quad (24)$$

L'unique minimiseur est  $r = p$ , exemple élémentaire de score strictement propre [12]. Si le prévisionniste contrôle les observations, choisit la population ou bénéficie de la suppression des échecs, cette identité ne résout pas le biais de sélection. Une probabilité calibrée n'autorise pas non plus l'action proposée. CONTINUUM n'implémente aucun jeu, paiement ou sanction imposé extérieurement ; ces propositions spécifient une institution future.



**FIGURE 9.** Frontière conditionnelle de dissuasion. Détection et perte exécutoire doivent être établies, non déduites d'une signature locale.

## 15 Un adversaire stratégique modifie le budget optimal de vérification

### JEU CONDITIONNEL / TECHNOLOGIE DE DÉTECTION SUPPOSÉE / AUCUNE CERTIFICATION

Les conditions d'incitation précédentes laissent un problème d'allocation : plusieurs voies d'échec existent, mais l'inspection est limitée. Supposons qu'une voie  $j$  impose une perte déclarée  $L_j > 0$ . L'intensité  $x_k \geq 0$  du canal  $k$  réduit sa perte résiduelle à  $L_j \exp(-A_j x)$ , avec une matrice d'efficacité supposée non négative  $A$ . L'adversaire choisit la voie restante la plus faible après l'annonce de la politique d'inspection.

$$R^*(B) = \min_{x \geq 0, c^T x \leq B} \max_j L_j \exp(-A_j x). \quad (25)$$

Ce n'est pas un modèle ajusté de détection d'attaques. Ce jeu de conception fini peut révéler un contrôle manquant même si chaque contrôle paraît utile. La monotonie du logarithme donne le programme linéaire

$$\min_{x, t} t \quad \text{s.t.} \quad \log L_j - A_j x \leq t \quad (\forall j), \quad c^T x \leq B, \quad x \geq 0. \quad (26)$$

**Proposition 4** (Un certificat vérifiable du jeu d’inspection). *Le dual est*

$$\max_{\pi, \lambda} \pi^T \log L - \lambda B, \quad \pi \geq 0, \mathbf{1}^T \pi = 1, \lambda \geq 0, A^T \pi \leq \lambda c. \quad (27)$$

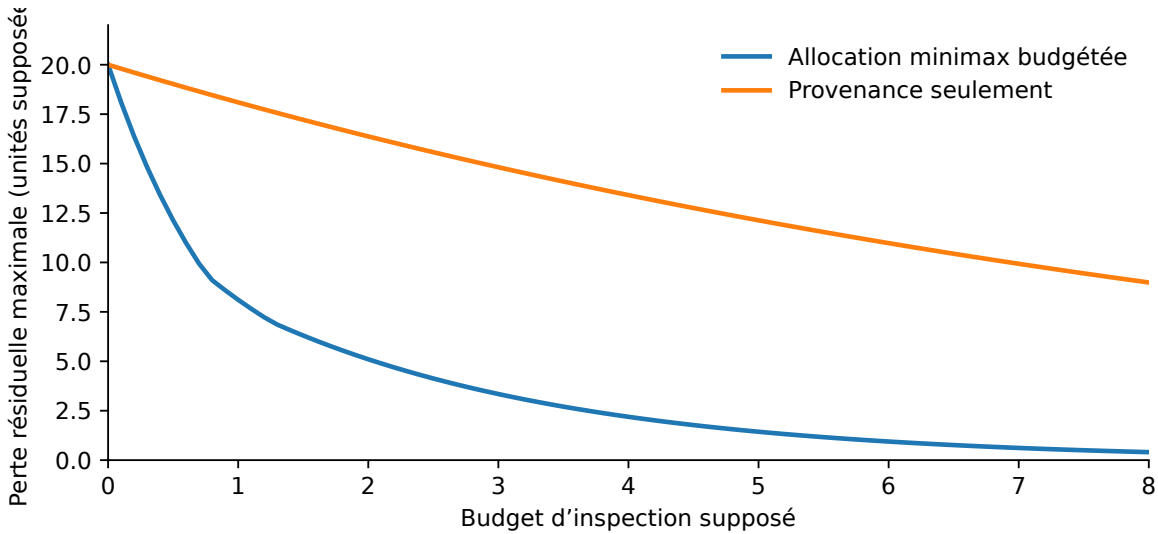
À l’optimum, l’égalité des valeurs certifie la perte minimax budgétée déclarée;  $\lambda$  est la valeur marginale locale du budget sur l’échelle logarithmique.

*Démonstration.* Associer  $\pi_j \geq 0$  aux voies et  $\lambda \geq 0$  au budget. La minimisation sur  $t$  libre impose  $\sum_j \pi_j = 1$ ; celle sur  $x \geq 0$  impose  $A^T \pi \leq \lambda c$ . Le terme constant est l’équation (27). La dualité linéaire s’applique à cette instance faisable et bornée [13].  $\square$

Les canaux illustratifs sont provenance/filiation, exécution/répétition et objectif/autorité. Les voies sont contamination des preuves, substitution de composants, omission de passifs terminaux et contournement d’autorité/restauration. Avec coûts unitaires, la référence déclarée est

$$L = \begin{pmatrix} 8 & 10 & 20 & 12 \end{pmatrix}^T, \quad A = \begin{pmatrix} 1 & .15 & .10 \\ .15 & 1 & .10 \\ .10 & .20 & 1 \\ .25 & .60 & .50 \end{pmatrix}. \quad (28)$$

Au budget  $B = 3$ , l’allocation minimax vaut (0.58889, 0.85141, 1.55969) et la borne de perte résiduelle vaut 3,34300 unités supposées. Tout dépenser en provenance laisse une perte maximale de 14,81636. Les poids adverses du dual valent environ (0.34184, 0.29967, 0.35849, 0); ils portent sur les trois voies actives. Quatre-vingt-un problèmes budgétaires sont résolus, avec contrôles distincts de faisabilité primale, duale et d’accord des objectifs.



**FIGURE 10.** Inspection minimax avec technologie de réponse supposée. Comparaison d’un jeu conçu, non performance de sécurité mesurée.

Les poids duaux sont des multiplicateurs mathématiques, non des fréquences d’attaque observées. L’implication n’est pas de transformer cette matrice en produit de sécurité. Il faut établir empiriquement

$L$  et  $A$ , modéliser collusion et défaillances corrélées, et préserver la garde protégée. Si le demandeur contrôle tous les canaux, l'allocation mathématique ne crée aucune indépendance. Ni le programme linéaire ni la signature ne fournissent compétence, opposabilité juridique, identité authentifiée ou autorité de production.

## 16 La portabilité modifie la position de négociation

Conserver une connaissance exécutable peut importer même si un autre prédicteur est meilleur : cela préserve une option extérieure. Considérons un surplus transférable  $S$  entre propriétaire et fournisseur, des gains de désaccord  $d_o, d_s$  et un poids  $\theta \in (0, 1)$  du propriétaire. La solution de Nash pondérée maximise le produit des gains au-delà du désaccord [14] :

$$\max_{u_o + u_s = S} (u_o - d_o)^\theta (u_s - d_s)^{1-\theta}, \quad S > d_o + d_s. \quad (29)$$

**Proposition 5** (Valeur d'une option extérieure crédible). *La solution est  $u_o = d_o + \theta(S - d_o - d_s)$  et  $u_s = d_s + (1 - \theta)(S - d_o - d_s)$ . À  $S, d_s, \theta$  constants, relever le gain de désaccord du propriétaire de  $\Delta d_o$  augmente son allocation de  $(1 - \theta)\Delta d_o$ , tant que le surplus négociable reste positif.*

*Démonstration.* Prendre le logarithme, poser  $u_s = S - u_o$ , puis résoudre  $\theta/(u_o - d_o) = (1 - \theta)/(S - u_o - d_s)$ . La stricte concavité assure l'unique maximum intérieur. Dérivée ensuite la solution selon  $d_o$ .  $\square$

Une mission exportable, un interpréteur alternatif testé et les échecs conservés peuvent rendre une substitution plus crédible. Ils n'augmentent pas automatiquement  $d_o$  : licences, intégration, matériel, droits et performances peuvent réduire l'option extérieure. Si préserver la portabilité coûte plus que sa contribution attendue, ce n'est pas un surplus gratuit. L'étude mesure seulement l'équivalence locale des interpréteurs et la restauration. Aucun prix fournisseur, poids de négociation ou réduction de dépendance n'est estimé.

Cette analyse explique une possibilité architecturale sans lui attribuer d'argent non mesuré. Meilleure prédiction et pouvoir de négociation sont des actifs différents. Ils exigent des références, données et tests différents.

## 17 Information, irréversibilité et physique productive

### THÉORIE PHYSIQUE DISTINCTE — AUCUN GAIN ÉNERGÉTIQUE MESURÉ

La pression normalisée du simulateur n'est pas une entropie ; son utilité n'est pas un travail ; une empreinte n'est pas une information thermodynamique. Un déploiement physique exige états dimensionnels, flux mesurés, lois constitutives et carte d'observation validée. Les relations suivantes contraignent un futur modèle ; elles ne donnent pas rétroactivement un sens physique aux équations (2)–(3).

### 17.1 Un système dissipatif contrôlé

Pour un système matériel fermé échangeant de la chaleur  $\dot{Q}_k$  avec des réservoirs à  $T_k$ , recevant du travail électrique  $P_e$  et fournissant du travail utile  $P_u$ , un bilan idéalisé est

$$\dot{U} = P_e - P_u + \sum_k \dot{Q}_k, \quad (30)$$

$$\dot{S} = \sum_k \frac{\dot{Q}_k}{T_k} + \dot{S}_{\text{gen}}, \quad \dot{S}_{\text{gen}} \geq 0, \quad (31)$$

$$\frac{d}{dt}(U - T_0 S) = P_e - P_u + \sum_k \left(1 - \frac{T_0}{T_k}\right) \dot{Q}_k - T_0 \dot{S}_{\text{gen}}. \quad (32)$$

$T_0$  est une température de référence fixe; une usine ouverte exige des termes de flux matériels. L'intelligence peut améliorer les calendriers, réduire la dissipation évitable ou préserver les actifs; elle ne supprime pas la production d'entropie en renommant un coût. L'équation (32) est une identité issue des bilans d'énergie et d'entropie, non une amélioration d'efficacité mesurée.

### 17.2 L'information hors équilibre possède un bilan physique

Pour des microétats finis d'énergie  $E_i$  à température  $T$ , posons  $p_i^{\text{eq}} = e^{-E_i/k_B T}/Z$ . L'énergie libre hors équilibre de  $p$  vaut

$$\mathcal{F}[p] = \sum_i p_i E_i + k_B T \sum_i p_i \ln p_i, \quad (33)$$

$$\mathcal{F}[p] - \mathcal{F}[p^{\text{eq}}] = k_B T D_{\text{KL}}(p \| p^{\text{eq}}) \geq 0. \quad (34)$$

Substituer  $\ln p_i^{\text{eq}} = -E_i/(k_B T) - \ln Z$  prouve l'identité. La divergence emploie les logarithmes naturels et une distribution physique, non la taille d'un fichier appris. La thermodynamique de l'information étudie les bilans correspondants de travail et de mesure [15].

Pour des protocoles de rétroaction isothermes définis adéquatement, le travail extractible est borné sous une forme  $\langle W_{\text{ext}} \rangle \leq -\Delta F + k_B T I$ , où  $I$  est l'information acquise selon les hypothèses de mesure [16]. Cela ne crée pas d'énergie : mémoire et contrôleur ont leurs propres bilans de travail et de réinitialisation. Effacer un bit initialement équiprobable dans le modèle idéal isotherme exige au moins  $k_B T \ln 2$ , soit environ  $2.871 \times 10^{-21}$  J à 300 K [17, 18]. C'est une borne pour un effacement irréversible spécifié, non le coût de chaque opération, paramètre neuronal ou inférence.

Aucune mesure énergétique de ce type n'a été faite dans CONTINUUM. Le lien utile est méthodologique : séparer ressources physiques, information prédictive et décisions institutionnelles, sans déduire les unes d'un chiffre favorable dans les autres.

## 18 Un horizon élargi exige un bilan de ressources

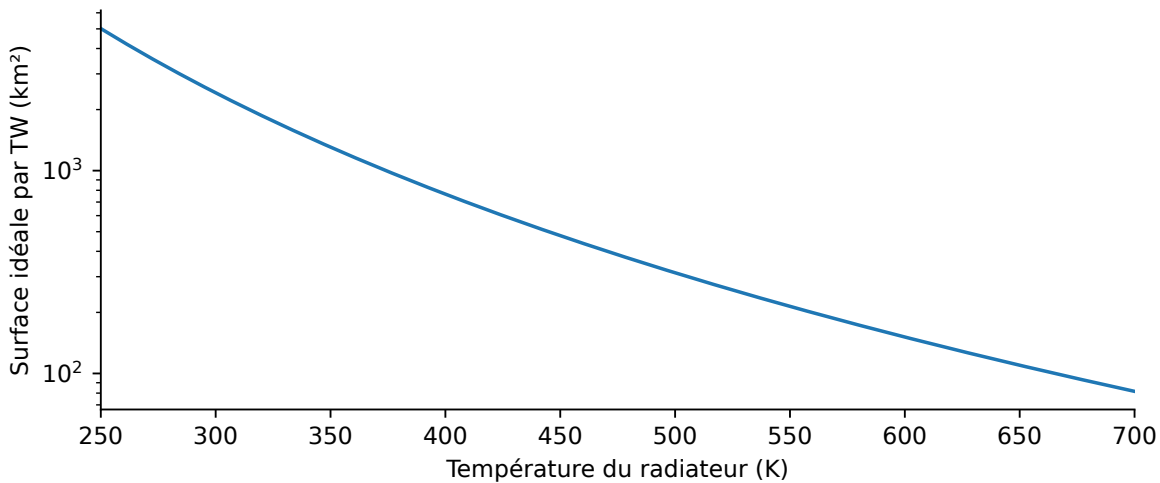
Une institution poursuivant des missions successivement plus grandes doit comptabiliser ensemble collecte, conversion, fabrication, transport et rejet de chaleur. Soit  $P$  la puissance électrique utile,  $\eta$  le rendement et  $I_\star$  l'irradiance normale. Collecteur et radiateur idéaux satisfont

$$A_c \geq \frac{P}{\eta I_\star}, \quad (35)$$

$$A_r \geq \frac{P_{\text{heat}}}{\epsilon \sigma (T_r^4 - T_{\text{bg}}^4)}, \quad P \leq \eta f L_\star, \quad 0 \leq f \leq 1. \quad (36)$$

Pour un calcul de référence, prenons  $I_\star = 1361 \text{ W/m}^2$  près de l'orbite terrestre [19],  $L_\star = 3.828 \times 10^{26} \text{ W}$  comme conversion solaire nominale de l'UAI [20], et  $\sigma = 5.670374419 \dots \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$  [18]. Supposons  $\eta = 0.30$ ,  $\epsilon = 0.90$ ,  $T_r = 340 \text{ K}$ ,  $T_{\text{bg}} = 3 \text{ K}$  et  $P_{\text{heat}} = P$ . Un térawatt implique alors environ  $2\,449 \text{ km}^2$  de collecte idéalement orientée et  $1\,466 \text{ km}^2$  de surface radiative.

La ligne  $10^{26} \text{ W}$  du bilan idéal demande une fraction d'interception  $f \approx 0.871$  à 30% de rendement. C'est un budget global de ressources stellaires, non une extrapolation plausible de l'installation actuelle. Ombrage, rayonnement mutuel, géométrie orbitale, chaleur de conversion, transmission, redondance, approvisionnement et construction doivent être réétablis. Le radiateur ne couvre ici que la dissipation de l'électricité utile; les pertes de conversion peuvent imposer un traitement thermique supplémentaire.



**FIGURE 11.** Surface conditionnelle de rejet par térawatt selon la température, émissivité 0,9 et fond à 3 K. Géométrie et pertes d'ingénierie sont exclues.

Si  $\mu$  est la masse installée par unité de surface et  $\dot{M}$  la cadence massique qualifiée, même une trésorerie illimitée impose  $\dot{A}_c \leq \dot{M}/\mu$ . Livraison et assemblage peuvent être plus contraignants. L'opportunité n'est donc pas d'extrapoler un score logiciel, mais de créer des missions identifiant et améliorant expérimentalement la contrainte physique dominante. La conversion financière n'estime ni  $\mu$ , ni  $\dot{M}$ , ni rendement, ni faisabilité orbitale.

## 19 Un modèle physique doit préserver les bilans qu'il revendique

### RÉFÉRENCE ANALYTIQUE DISTINCTE / NON UN NOUVEL ADAPTATEUR PHYSIQUE R8

Un prochain adaptateur physique crédible devrait encoder structurellement conservation et pertes irréversibles plutôt que les pénaliser seulement après ajustement. L'apprentissage port-métriplectique et le contrôle port-hamiltonien irréversible proposent des formulations apparentées [21, 22]. Nous utilisons la forme fermée suivante comme contrat prospectif, non comme modèle appris par R8 :

$$\dot{z} = J(z)\nabla E(z) + M(z)\nabla S(z), \quad J^T = -J, \quad M = M^T \geq 0, \quad J\nabla S = 0, \quad M\nabla E = 0. \quad (37)$$

La dérivation directe donne  $\dot{E} = 0$  et  $\dot{S} = \nabla S^T M \nabla S \geq 0$ . Les unités de  $M$  assurent la conversion entre gradient d'entropie et dérivée d'état. Les ports ouverts, flux matériels et travaux doivent être ajoutés séparément; l'identité fermée ne peut être étendue en les omettant.

### 19.1 Une référence résoluble à deux corps

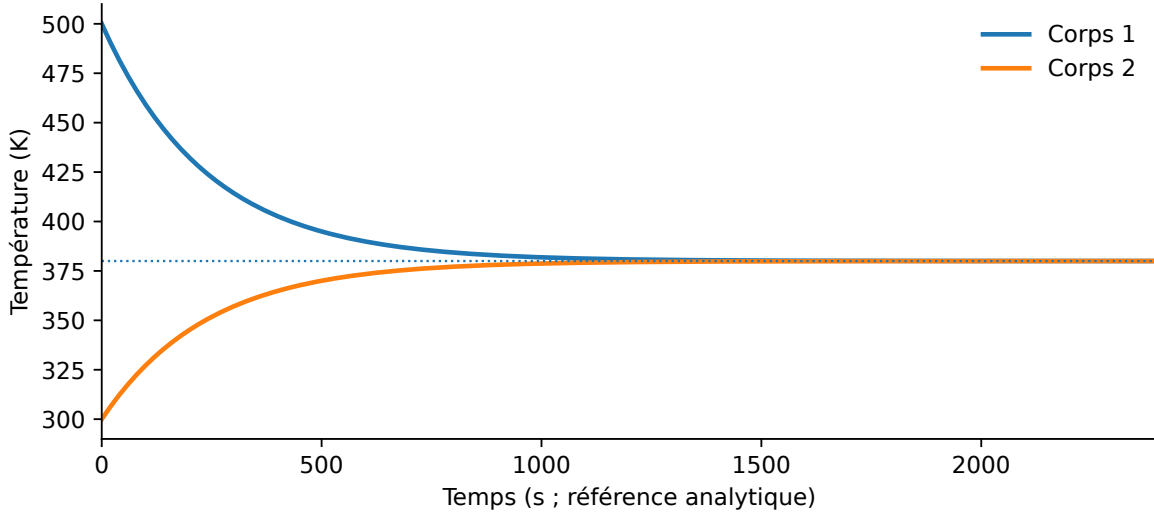
Soit  $z = (U_1, U_2)$ ,  $T_i = U_i/C_i > 0$ ,  $E = U_1 + U_2$  et  $S = \sum_i C_i \log(T_i/T_{\text{ref}})$ , avec capacités thermiques constantes  $C_i > 0$ . Prenons  $J = 0$  et

$$M = \kappa T_1 T_2 \begin{pmatrix} 1 & -1 \\ -1 & 1 \end{pmatrix}, \quad \dot{U}_1 = -\kappa(T_1 - T_2), \quad \dot{U}_2 = \kappa(T_1 - T_2). \quad (38)$$

Alors l'énergie totale est constante et

$$\dot{S} = \kappa \frac{(T_1 - T_2)^2}{T_1 T_2} \geq 0, \quad T_1(t) - T_2(t) = (T_1(0) - T_2(0))e^{-\kappa(1/C_1 + 1/C_2)t}. \quad (39)$$

La référence dimensionnelle pose  $C_1 = 2 \times 10^6 \text{ J/K}$ ,  $C_2 = 3 \times 10^6 \text{ J/K}$ ,  $\kappa = 5000 \text{ W/K}$  et des températures initiales de 500 K et 300 K. L'équilibre vaut 380 K. Les trajectoires analytiques sont contrôlées à 241 instants : conservation, dégénérescence de la matrice, production d'entropie non négative et monotonie. C'est un calcul de référence résoluble, non une thermodynamique d'usine apprise ni une économie mesurée.



**FIGURE 12.** Une référence physique distincte conserve l'énergie pendant l'équilibrage des températures et l'augmentation d'entropie. Elle n'est pas ajustée au simulateur de pression productive.

Les preuves futures requises sont concrètes : carte d'observation calibrée avec unités, mécanismes constitutifs identifiés expérimentalement, résidus distinguant erreur de modèle et désalignement des capteurs, puis validation décisionnelle sous contraintes physiques. L'interpréteur peut préserver une structure déclarée ; l'exécuter n'authentifie pas la loi matérielle.

## 20 Limites conjointes de collecte, de rejet et de fabrication

Le bilan précédent traitait intentionnellement la seule dissipation de l'électricité utile. Une frontière différente et plus exigeante retient localement toute chaleur de conversion ainsi que la dissipation finale de l'électricité. Dans cette idéalisation distincte, le rejet total vaut  $P/\eta$ , non  $P$ . Posons  $r_T = \epsilon\sigma(T_r^4 - T_{bg}^4)$ . Les surfaces minimales sont

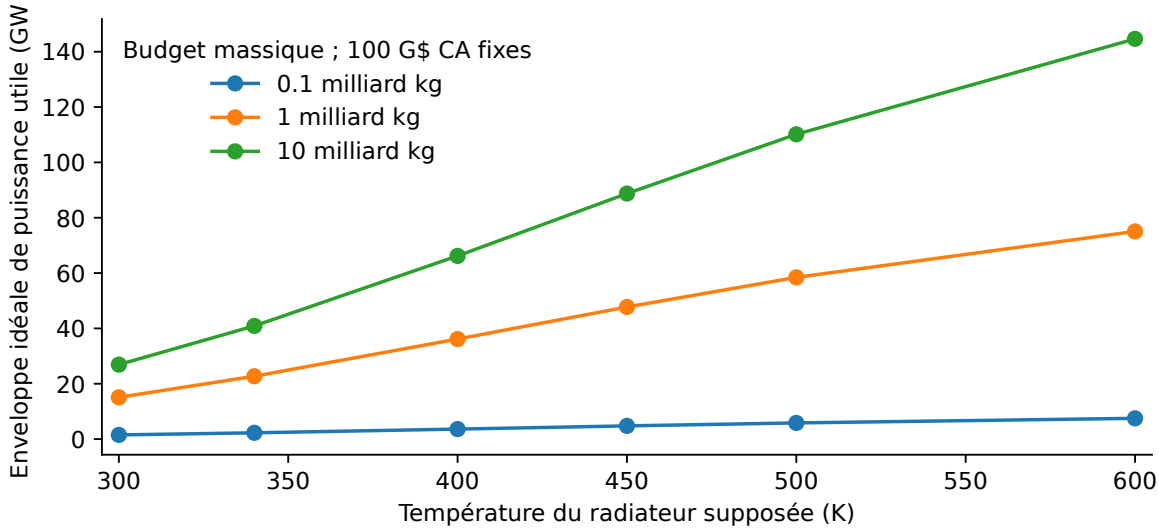
$$A_c = \frac{P}{\eta I_\star}, \quad A_r = \frac{P}{\eta r_T}. \quad (40)$$

Il s'agit d'une autre frontière thermique, non d'une correction de la table d'origine. Pour les coûts surfaciques  $c_c, c_r$ , masses surfaciques  $\mu_c, \mu_r$ , budget  $B$  et masse qualifiée  $M_0$ , l'enveloppe supérieure est

$$P^* = \min \left\{ \frac{B}{c_c/(\eta I_\star) + c_r/(\eta r_T)}, \frac{M_0}{\mu_c/(\eta I_\star) + \mu_r/(\eta r_T)} \right\}. \quad (41)$$

Pour démontrer le résultat, substituer les surfaces minimales dans chaque budget. Toute surface supplémentaire consomme des ressources sans augmenter la puissance faisable. Réciproquement, le minimum est atteint dans ce modèle idéal par l'équation (40). Interception de la source, géométrie, protection, redondance, vieillissement, transfert et assemblage réduisent encore cette enveloppe.

Un cas illustratif non calibré prend  $B = 100$  milliards CA,  $M_0 = 10^9$  kg,  $\mu_c = 4$  kg/m<sup>2</sup>,  $\mu_r = 7$  kg/m<sup>2</sup>,  $c_c = 200$  CA/m<sup>2</sup> et  $c_r = 400$  CA/m<sup>2</sup>. Avec rendement de 30%, radiateur à 340 K et flux de référence de 1361 W/m<sup>2</sup>, la borne idéale est 22,7216 GW. Elle utilise 55,6493 km<sup>2</sup> de collecte, 111,0575 km<sup>2</sup> de radiateur et rejette 75,7387 GW de chaleur. La masse matérielle est contraignante, non le budget financier.



**FIGURE 13.** Limites conjointes de masse et de budget, chaleur de conversion comprise. Température, rendement, prix et masses surfaciques ne sont pas des conceptions validées.

Cinquante-quatre combinaisons de budget, masse et température sont résolues linéairement puis rapprochées de l'équation (41). À l'optimum illustratif limité par la masse, la trésorerie supplémentaire seule a une valeur marginale locale nulle. La prochaine mission vise une amélioration validée de masse spécifique, fabrication, déploiement ou rejet, non l'augmentation d'un multiplicateur financier. Aucun point d'utilité CONTINUUM n'est converti en watt; aucune installation gigawatt n'est conçue ou construite.

## 21 Quand le surplus productif peut soutenir l'expansion

Une idéalisation continue distingue richesse et capacité. Soit  $K(t)$  la capacité productive,  $s$  le flux net soutenu par unité de capacité et de temps,  $p$  le coût intégral par capacité livrée,  $\rho$  la part réinvestie,  $\delta$  la perte de remplacement et  $\tau$  le délai. Avec  $a = \rho s / p$ , le modèle linéaire sans autre contrainte est

$$\dot{K}(t) = -\delta K(t) + aK(t - \tau). \quad (42)$$

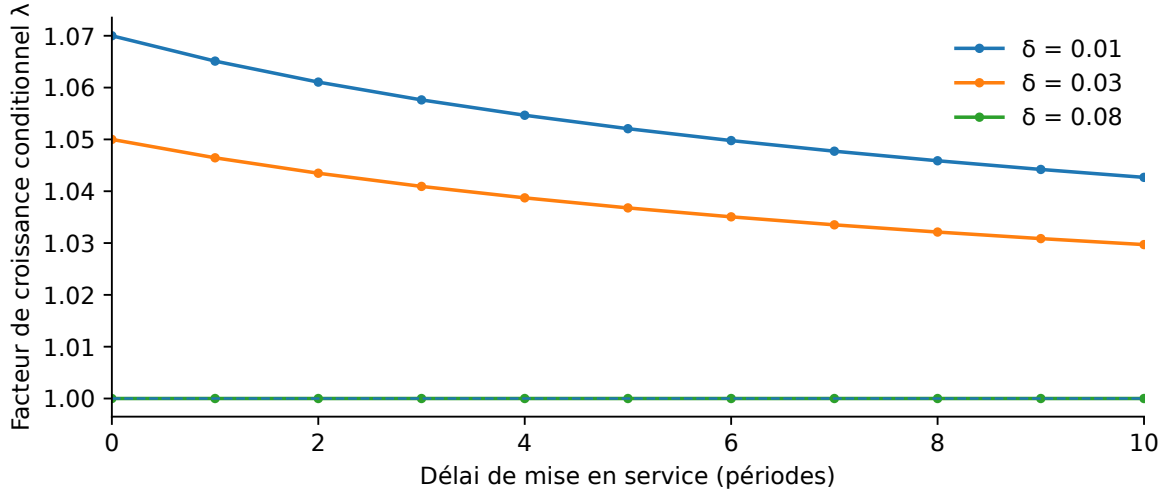
**Proposition 6** (Seuil conditionnel d'expansion). *Pour une histoire positive et  $a, \delta > 0$ , le mode exponentiel positif a un taux  $r$  satisfaisant  $r + \delta = ae^{-r\tau}$ . Une racine réelle positive existe exactement lorsque  $a > \delta$ . Si  $r > 0$ , augmenter le délai diminue strictement ce taux.*

*Démonstration.* La fonction  $r + \delta - ae^{-r\tau}$  est strictement croissante, vaut  $\delta - a$  à zéro et tend vers l'infini. La dérivation implicite donne  $dr/d\tau = -ae^{-r\tau}/(1 + a\tau e^{-r\tau}) < 0$ . La trajectoire exponentielle est un mode conditionnel, non la preuve que les hypothèses restent constantes à grande échelle.  $\square$

En temps discret,  $K_{t+1} = (1 - \delta)K_t + aK_{t-L}$  possède un facteur positif  $\lambda$  satisfaisant  $\lambda^L(\lambda - 1 + \delta) = a$ . Les calculs de publication vérifient cette identité sur 75 cas. Si les ajouts livrés sont bornés par  $\bar{u}$ , alors  $K_{t+1} \leq (1 - \delta)K_t + \bar{u}$  implique

$$K_t \leq (1 - \delta)^t K_0 + \frac{\bar{u}}{\delta} [1 - (1 - \delta)^t], \quad 0 < \delta < 1. \quad (43)$$

Un plafond de livraison permanent empêche une expansion physique illimitée, quelle que soit la trésorerie. Le relever exige une nouvelle mission qualifiée de fabrication, matériaux ou logistique. Le scénario sur vingt ans n'estime pas les coefficients de l'équation (42); aucun des deux modèles ne prédit une croissance astronomique.



**FIGURE 14.** Facteurs de croissance discrets conditionnels pour un rendement réinvesti de 0,08 par période. Remplacement et délai contraignent ensemble l'expansion; les entrées sont hypothétiques.

L'institution ambitieuse est donc une séquence de modules qualifiés séparément : fiabilité, matériaux et rendement, cadence de fabrication, conversion énergétique, calcul utile et assemblage distant. Chaque module hérite d'une méthode et de traces inspectables, mais doit acquérir ses propres prétentions physiques et économiques. L'article démontre un petit mécanisme décisionnel de cette séquence, non son achèvement.

## 22 L'institution mérite l'expansion à l'intersection des contraintes

L'objet utile n'est pas le plus grand chiffre d'Alpha. C'est une prétention assortie d'une population, d'une composition, d'un comparateur, de coûts, de risques résiduels, d'une décision responsable et d'un chemin de livraison physique. Un certificat prospectif doit lier

$$\mathfrak{C} = (h_{\text{mission}}, h_{\text{composition}}, h_{\text{evidence}}, h_{\text{protocol}}, Q_{\rho}, \mathcal{I}, B_{\text{cash}}, \mathcal{F}_{\text{physical}}, \mathcal{A}). \quad (44)$$

Les empreintes identifient les objets conservés, sans établir la vérité des preuves.  $\mathcal{I}$  désigne la véritable institution de vérification et sa garde;  $B_{\text{cash}}$  les fonds disponibles datés, non une valeur actualisée;  $\mathcal{A}$  l'autorité accordée séparément. Un plan physique doit appartenir à l'intersection

$$\mathcal{F}_{\text{deploy}} = \mathcal{F}_{\text{rights}} \cap \mathcal{F}_{\text{evidence}} \cap \mathcal{F}_{\text{cash}} \cap \mathcal{F}_{\text{manufacture}} \cap \mathcal{F}_{\text{thermal}} \cap \mathcal{F}_{\text{authority}}. \quad (45)$$

Une faisabilité inconnue n'est pas une appartenance. Une enveloppe d'autorité vide ne permet aucun acte de production même si tous les autres ensembles sont non vides. Cette équation spécifie une conception, non un compilateur général de faisabilité implémenté.

| Frontière          | Preuve requise                                           | Résultat actuel                                           |
|--------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| Décision apprise   | Usage matériel, composition gelée et comparaison juste   | Étude synthétique exécutée ; avantage conditionnel étroit |
| Distribution       | Nouvelles preuves représentatives et ambiguïté justifiée | Stress secondaire révélant un seuil à support fini        |
| Vérification       | Garde protégée compétente et incitations                 | Jeu analytique ; aucune institution externe fournie       |
| Valeur économique  | Coûts, encaissements et alternatives mesurés             | Valorisation supposée ; Alpha réel crédité nul            |
| Échelle productive | Capacité payée, ressources qualifiées et tests physiques | Bilans conditionnels et exemples de conception seulement  |

**TABLE 4.** Frontière intégrée des prétentions. Les classes de preuves ne se substituent pas les unes aux autres.

Pour le propriétaire fictif, le prochain engagement utile est une évaluation parallèle autorisée et bornée : geler programme et planificateur, valider les signaux disponibles au moment de décider, constituer une alternative actuelle, mesurer les coûts et organiser une évaluation protégée. Une marge robuste peut ensuite justifier une expérience de capacité tarifée séparément. Cette expérience doit établir la livraison avant que ses gains ne soutiennent une mission plus grande.

#### La contribution durable

Conserver le monde appris tant qu'il reste utile. Remplacer le composant qui limite réellement les décisions. Préserver chaque comparaison défavorable. N'acheter que la capacité qualifiable et payable. Chaque successeur hérite d'une institution de recherche inspectable, jamais d'un droit automatique de revendiquer, dépenser ou agir.

## 23 Le parcours client le plus utile

L'usage le plus solide du dossier aide un propriétaire techniquement compétent à qualifier une décision répétée à forte valeur avant d'accorder une autorité conséquente. Les sorties sont déjà utiles comme portefeuille d'hypothèses inspectable et benchmark reproductible. Elles ne constituent pas un contrôleur d'usine clé en main.

| Décision                | Livrable requis                                                                               | Condition d'arrêt                                     |
|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Constituer              | Équipement réel, issues observables, restrictions numériques, horizon et alternative sérieuse | Cible non observable ou adaptateur non soutenu        |
| Admettre les preuves    | Droits, temps, identités d'événements, partitions et expositions                              | Droits inconnus, fuite temporelle ou fausse fraîcheur |
| Former les alternatives | Mondes typés, comparateur neuronal, politique directe, budgets et échecs                      | Référence non crédible ou modèle invalide             |
| Geler et comparer       | Composition exacte, métrique déclarée, preuves futures indépendantes si requises              | Marge non concluante ou contrainte dure violée        |
| Chiffrer l'exploitation | Coûts mesurés, intégration, réserves et déclencheurs d'altération                             | Conversion non calibrée ou économie défavorable       |
| Admettre ou conserver   | Autorisation responsable distincte, retour arrière et renouvellement                          | Absence de preuves de contrôle ou de récupération     |

**TABLE 5.** Parcours prospectif de qualification client. Le dossier exécutable actuel reste en recherche A0 locale.

Une première action pratique consiste à reproduire la proposition dans un dossier vierge, inspecter les nœuds exécutés, puis déterminer quels signaux réels pourraient représenter les états. L'expérience suivante doit être une comparaison parallèle protégée, avec horodatages réels, dettes terminales complètes et coûts d'entretien mesurés. Renommer une mission ou élargir son récit ne rend pas le modèle à deux états approprié à un nouveau domaine.

Le propriétaire doit conserver un prédécesseur mieux soutenu si le descendant est inférieur ou non concluant. Un objet préféré localement n'est pas une version admise en production. Une demande de preuve n'est pas un reçu ; restaurer un fichier ne réactive pas une validité expirée. Les catégories de maturité restent distinctes : spécifié, prototypé, validé, évalué indépendamment et admis en production [1, pp. 50–54].

## 24 Limites, maturité et prochaines prétentions réfutables

Le générateur, les a priori et l'évaluateur final sont contrôlés par le même processus de recherche. La séparation technique empêche les programmes candidats d'exécuter des capacités hôtes ; elle n'établit pas une garde indépendante des preuves. Les générateurs sont publics dans le dossier. Les rejouer établit une reproductibilité, non un nouvel essai protégé.

Le modèle sélectionné est pleinement observé, de faible dimension et à pas régulier. Il ne découvre pas d'état physique caché, n'identifie pas les effets causaux réels de l'entretien et ne modélise pas de nouveaux domaines à partir de prose. Toute la séquence adaptative comprend des interventions de formation guidées par les échecs précédents. Le dernier protocole soutient une comparaison conditionnelle étroite, non une estimation sans biais de la recherche universelle.

Le compte financier extrapole un écart normalisé à travers une valorisation supposée. Il n'estime ni corrélations entre cellules, ni réaction des prix, ni fiscalité, ni financement, ni durée de vie des installations, ni coûts réels ou de vérification. Le rendement causal de l'institution, face au même modèle sans son dossier de mission, n'est pas isolé. Les extensions stratégiques identifient des mécanismes testables ; elles ne remplacent pas leurs tests.

Aucun statut ASI spécialisée indépendant, Alpha réalisé ou autorité de production n'est accordé. Les réfutations futures les plus utiles seraient : une référence actuelle authentique effaçant l'avantage ; une correction des temps de disponibilité modifiant le résultat ; un coût réel rendant la valeur négative ; des dettes terminales inversant le classement ; ou une restauration ne reproduisant plus le comportement convenu. Chacune exigerait une réduction de la prétention, la conservation de l'historique et une nouvelle décision, non une retouche cosmétique.

## **25 Conclusion : conserver l'institution, requalifier la composition**

Le résultat le plus fort de CONTINUUM n'est pas une dynastie irrésistible de modèles. C'est un jugement technique concret : conserver un monde appris encore utile, améliorer sa planification, geler la nouvelle composition et la tester sans effacer les branches négatives. Un avantage conditionnel étroit peut compter économiquement sur une grande base supposée ; seules des preuves authentiques de coûts et d'issues peuvent en faire une valeur acquise.

L'ambition plus large est une institution productive durable. Sa physique doit conserver les ressources, ses incitations favoriser des preuves fiables, sa politique financière distinguer trésorerie et valorisation, et ses successeurs mériter leur place. L'article fournit une étape de calcul reproductible et explicite les obligations mathématiques et institutionnelles restantes.

## A Simulateur exact et contrat d'observation

Le simulateur génère des séquences exogènes de 24 pas avec un générateur pseudo-aléatoire local à graine. La charge initiale est  $0.28 + 0.44u$ , la pression de libération  $0.25 + 0.45u$ , la dégradation  $0.15 + 0.30u$  et la pression de retard  $0.12 + 0.25u$ , avec tirages uniformes successifs distincts. Les mises à jour exogènes sont

$$z_{t+1} = \text{clip}_{[0,1]}(0.82z_t + 0.18(0.22 + 0.58u_t)), \quad (46)$$

$$r_{t+1} = \text{clip}_{[0,1]}(0.80r_t + 0.20(0.20 + 0.60v_t)). \quad (47)$$

La transition d'état utilise l'entrée courante conservée et le bruit correspondant. L'historique initial contient deux copies de l'état initial avec action zéro. Le premier régime comporte une réduction immédiate  $-0.26a_t$  et un coefficient de redémarrage 0,02. Le deuxième utilise les équations (2)–(3). Le troisième ajoute 0,18 à la dégradation si  $z_t > 0.65$  et  $x_t > 0.62$ ; c'est une variante rare disponible dans les sources, non le régime final.

La formation initiale choisit l'action un avec probabilité 0,4. La formation ciblée alterne deux types d'épisodes : aléatoire à 0,4, puis probabilité 0,9 si  $x > 0.25 + 0.2q$  et 0,1 sinon. Les probabilités exécutées sont enregistrées, sans servir à revendiquer une valeur hors politique identifiée. Observation, disponibilité et action ont lieu à  $t$ ; l'issue suivante est disponible à  $t + 1$ . Chaque pas dure une unité.

Les 736 scénarios d'évaluation comptés excluent les simulations non conservées servant au réglage sur développement. Les 4 464 trajectoires retenues contiennent 107 136 décisions. Les 1 104 épisodes de formation et d'évaluation enregistrée contiennent 26 496 transitions; leur rôle est différent, et ils ne sont pas des essais indépendants supplémentaires.

## B Le monde exécutable sélectionné

Pour chaque état, le modèle sérialisé implémente l'équation (7) avec la base ci-dessous. Les mêmes termes alimentent les deux incréments, avec des coefficients différents. Les valeurs sont arrondies uniquement à l'affichage. Le programme lisible par machine est copié du fichier signé d'origine dans les données de publication, sans modifier ses nœuds.

| $i$ | $\phi_i$                               | $\theta_{x,i}$ | $\theta_{q,i}$ |
|-----|----------------------------------------|----------------|----------------|
| 0   | 1                                      | 0,03079453     | -0,11422705    |
| 1   | $x_t$                                  | -0,01119156    | 0,09494191     |
| 2   | $q_t$                                  | 0,01704049     | -0,03396615    |
| 3   | $z_t$                                  | 0,08355462     | -0,01630838    |
| 4   | $r_t$                                  | -0,00467601    | 0,09498995     |
| 5   | $a_t$                                  | 0,05017588     | 0,17249159     |
| 6   | $a_{t-1}$                              | -0,13938355    | 0,12778314     |
| 7   | $(a_t)(a_{t-1})$                       | -0,01418036    | -0,12807470    |
| 8   | $\mathbb{I}[x_t > 0.12682747] a_{t-1}$ | -0,13636005    | -0,00486523    |
| 9   | $(x_t)(a_t)$                           | 0,00908836     | -0,09709196    |

**TABLE 6.** Base et incréments ajustés du programme G2\_C0 conservé, arrondis à l’affichage. Valeurs binary64 et arbre sérialisé complets dans le dossier.

L’identité du programme est

500ae4dd3bf2a05bce89c26f327c7a3305a936a6adec99612895dec60f14eb1e

L’alternative ciblée a pour identité

da4b918926f9affef1f5bf883cb44670e98f282bdc2eb5ecd1781ad36ff289dc

La recherche part des six termes affines ; les ajouts comprennent retards de deux pas, produits et branches fondées sur des quantiles. Les coefficients ciblent les incréments d’état, puis les prédictions écrêtées sont évaluées sur développement. Le solveur ridge utilise la régularisation déclarée ; l’écrtage n’est pas une conservation physique apprise. La recherche n’exécute pas de JavaScript arbitraire.

Le réseau comparateur prédit les incréments avec 11 entrées : deux états actuels, deux entrées exogènes, l’action candidate et deux historiques de trois champs. Les couches cachées valent 16 et 24. Les statistiques de normalisation proviennent de l’entraînement ; le modèle sélectionné n’est pas réajusté sur les résultats finaux. La politique directe utilise  $a = \mathbb{I}[x > \theta + ma_{t-1} + bq]$  sur  $6 \times 4 \times 3 = 72$  configurations.

## C Registre complet des réajustements appariés

Chaque ligne compare la politique structurelle ajustée à la référence choisie sur développement pour cette ronde. Les intervalles sont conditionnels à la composition. Ceux entre réajustements résument une autre variation. Aucun ne garantit universellement le réentraînement.

| Étape    | Cohorte | Écart moyen | Inférieur | Supérieur |
|----------|---------|-------------|-----------|-----------|
| Initiale | G1_C0   | -0,0151     | -0,0730   | 0,0233    |
| Initiale | G2_C0   | -4,4925     | -8,5592   | -1,1825   |
| Initiale | G1_C1   | -0,1655     | -0,2705   | -0,0774   |
| Initiale | G2_C1   | -3,6721     | -5,7960   | -1,9472   |
| Initiale | G1_C2   | -0,0469     | -0,1210   | 0,0173    |
| Initiale | G2_C2   | -4,5378     | -8,0759   | -1,3692   |

| Étape    | Cohorte | Écart moyen | Inférieur | Supérieur |
|----------|---------|-------------|-----------|-----------|
| Initiale | G1_C3   | 0,0258      | -0,0354   | 0,1094    |
| Initiale | G2_C3   | -4,3299     | -7,9245   | -1,2861   |
| Initiale | G1_C4   | 0,0307      | -0,0525   | 0,1356    |
| Initiale | G2_C4   | -2,0599     | -5,0206   | 0,5513    |
| Initiale | G1_C5   | -0,1662     | -0,3490   | -0,0249   |
| Initiale | G2_C5   | -1,5536     | -3,5686   | 0,2459    |
| Ciblée   | C0      | 0,0218      | -0,3309   | 0,3573    |
| Ciblée   | C1      | 1,6910      | 0,5772    | 2,7387    |
| Ciblée   | C2      | 0,8444      | 0,1471    | 1,6753    |
| Ciblée   | C3      | 0,4307      | -1,4790   | 1,7455    |

## D Les 128 comparaisons principales finales

Les valeurs sont des coûts d'épisode.  $\Delta U = J_B - J_C$ , donc positif signifie favorable. Les arrondis ne déterminent pas le seuil. La précision complète, toutes les trajectoires et le bootstrap inchangé restent dans le dossier source.

| ID | Choisi | Bêta   | $\Delta U$ | ID | Choisi | Bêta   | $\Delta U$ |
|----|--------|--------|------------|----|--------|--------|------------|
| 0  | 17,962 | 18,490 | 0,527      | 64 | 22,520 | 22,520 | 0,000      |
| 1  | 36,030 | 36,641 | 0,611      | 65 | 15,176 | 13,347 | -1,829     |
| 2  | 13,535 | 19,809 | 6,273      | 66 | 24,991 | 22,148 | -2,844     |
| 3  | 21,440 | 23,954 | 2,514      | 67 | 26,849 | 26,849 | 0,000      |
| 4  | 21,354 | 21,351 | -0,003     | 68 | 19,059 | 19,059 | 0,000      |
| 5  | 31,442 | 33,384 | 1,942      | 69 | 19,561 | 20,437 | 0,876      |
| 6  | 17,896 | 17,424 | -0,472     | 70 | 27,073 | 32,466 | 5,394      |
| 7  | 11,095 | 10,735 | -0,360     | 71 | 12,099 | 11,323 | -0,776     |
| 8  | 26,102 | 25,476 | -0,625     | 72 | 22,693 | 23,583 | 0,890      |
| 9  | 12,723 | 12,986 | 0,264      | 73 | 29,292 | 34,324 | 5,033      |
| 10 | 61,487 | 74,133 | 12,646     | 74 | 22,692 | 23,980 | 1,287      |
| 11 | 7,336  | 8,465  | 1,129      | 75 | 12,920 | 13,331 | 0,410      |
| 12 | 29,282 | 30,052 | 0,770      | 76 | 8,974  | 8,974  | 0,000      |
| 13 | 10,988 | 13,376 | 2,388      | 77 | 26,155 | 27,490 | 1,335      |
| 14 | 10,840 | 9,953  | -0,887     | 78 | 12,818 | 14,079 | 1,261      |
| 15 | 38,706 | 39,831 | 1,125      | 79 | 24,524 | 26,133 | 1,609      |
| 16 | 10,831 | 11,305 | 0,475      | 80 | 25,691 | 28,493 | 2,802      |
| 17 | 40,555 | 42,727 | 2,172      | 81 | 12,559 | 12,559 | 0,000      |
| 18 | 9,535  | 9,942  | 0,407      | 82 | 28,260 | 34,820 | 6,561      |
| 19 | 15,970 | 15,970 | 0,000      | 83 | 15,978 | 15,249 | -0,729     |
| 20 | 47,593 | 41,614 | -5,979     | 84 | 33,441 | 30,612 | -2,829     |
| 21 | 12,614 | 15,092 | 2,478      | 85 | 9,209  | 8,478  | -0,731     |
| 22 | 38,608 | 42,730 | 4,122      | 86 | 20,072 | 21,544 | 1,471      |

| ID | Choisi | Bêta   | $\Delta U$ | ID  | Choisi | Bêta   | $\Delta U$ |
|----|--------|--------|------------|-----|--------|--------|------------|
| 23 | 23,885 | 22,769 | -1,116     | 87  | 36,365 | 44,016 | 7,651      |
| 24 | 13,951 | 14,653 | 0,701      | 88  | 45,628 | 43,617 | -2,012     |
| 25 | 16,835 | 15,751 | -1,084     | 89  | 21,624 | 21,624 | 0,000      |
| 26 | 25,755 | 30,043 | 4,289      | 90  | 12,983 | 13,175 | 0,192      |
| 27 | 49,669 | 45,679 | -3,990     | 91  | 37,161 | 37,885 | 0,725      |
| 28 | 16,244 | 15,216 | -1,028     | 92  | 9,216  | 9,964  | 0,747      |
| 29 | 20,938 | 20,245 | -0,693     | 93  | 14,437 | 14,703 | 0,266      |
| 30 | 21,518 | 21,022 | -0,496     | 94  | 17,021 | 17,339 | 0,318      |
| 31 | 18,394 | 20,467 | 2,073      | 95  | 27,442 | 26,551 | -0,891     |
| 32 | 24,905 | 24,905 | 0,000      | 96  | 17,513 | 18,476 | 0,964      |
| 33 | 11,030 | 9,898  | -1,132     | 97  | 10,511 | 9,842  | -0,668     |
| 34 | 19,673 | 18,704 | -0,969     | 98  | 38,564 | 39,656 | 1,092      |
| 35 | 23,044 | 23,044 | 0,000      | 99  | 25,869 | 24,992 | -0,877     |
| 36 | 12,477 | 12,477 | 0,000      | 100 | 23,823 | 28,204 | 4,381      |
| 37 | 15,086 | 15,086 | 0,000      | 101 | 21,967 | 22,412 | 0,445      |
| 38 | 12,145 | 12,735 | 0,591      | 102 | 12,531 | 13,053 | 0,523      |
| 39 | 14,636 | 14,441 | -0,195     | 103 | 16,201 | 16,201 | 0,000      |
| 40 | 19,684 | 19,684 | 0,000      | 104 | 24,659 | 24,058 | -0,601     |
| 41 | 27,970 | 28,235 | 0,265      | 105 | 10,982 | 9,947  | -1,035     |
| 42 | 44,756 | 44,977 | 0,221      | 106 | 8,646  | 8,342  | -0,304     |
| 43 | 10,143 | 10,143 | 0,000      | 107 | 23,766 | 23,766 | 0,000      |
| 44 | 17,845 | 17,845 | 0,000      | 108 | 30,994 | 34,126 | 3,132      |
| 45 | 7,999  | 7,389  | -0,610     | 109 | 12,499 | 13,542 | 1,043      |
| 46 | 30,408 | 30,408 | 0,000      | 110 | 17,433 | 17,202 | -0,231     |
| 47 | 8,035  | 8,417  | 0,383      | 111 | 9,792  | 9,030  | -0,762     |
| 48 | 27,957 | 25,379 | -2,578     | 112 | 12,273 | 13,239 | 0,966      |
| 49 | 13,980 | 13,980 | 0,000      | 113 | 27,437 | 29,633 | 2,196      |
| 50 | 20,149 | 20,738 | 0,588      | 114 | 19,196 | 19,001 | -0,195     |
| 51 | 12,430 | 11,681 | -0,750     | 115 | 11,664 | 10,807 | -0,857     |
| 52 | 13,725 | 13,627 | -0,098     | 116 | 13,638 | 13,005 | -0,634     |
| 53 | 14,341 | 14,341 | 0,000      | 117 | 21,247 | 21,974 | 0,727      |
| 54 | 48,729 | 42,839 | -5,889     | 118 | 46,421 | 51,974 | 5,553      |
| 55 | 22,807 | 27,499 | 4,692      | 119 | 15,935 | 15,935 | 0,000      |
| 56 | 38,510 | 50,545 | 12,034     | 120 | 11,464 | 11,902 | 0,438      |
| 57 | 21,795 | 21,413 | -0,383     | 121 | 8,721  | 7,944  | -0,777     |
| 58 | 33,839 | 40,164 | 6,325      | 122 | 36,347 | 39,786 | 3,439      |
| 59 | 13,155 | 12,777 | -0,378     | 123 | 21,655 | 21,655 | 0,000      |
| 60 | 15,338 | 15,338 | 0,000      | 124 | 14,953 | 15,000 | 0,047      |
| 61 | 39,268 | 44,227 | 4,959      | 125 | 13,604 | 13,604 | 0,000      |
| 62 | 12,674 | 12,393 | -0,281     | 126 | 34,938 | 34,938 | 0,000      |
| 63 | 42,014 | 41,648 | -0,366     | 127 | 45,357 | 47,576 | 2,220      |

## E Le premier témoin décisionnel complet

L'épisode zéro a été choisi à l'avance. C désigne la composition retenue ; B, le comparateur neuronal. Le dernier pas inclut la dette terminale. Un scénario exogène commun n'implique pas des états endogènes identiques après divergence des actions.

| $t$ | $a_C$ | $a_B$ | $x'_C$ | $x'_B$ | $q'_C$ | $q'_B$ | $\ell_C$ | $\ell_B$ |
|-----|-------|-------|--------|--------|--------|--------|----------|----------|
| 0   | 1     | 1     | 0,451  | 0,451  | 0,293  | 0,293  | 1,851    | 1,851    |
| 1   | 1     | 1     | 0,287  | 0,287  | 0,376  | 0,376  | 1,583    | 1,583    |
| 2   | 0     | 0     | 0,068  | 0,068  | 0,441  | 0,441  | 1,192    | 1,192    |
| 3   | 0     | 0     | 0,143  | 0,143  | 0,356  | 0,356  | 0,864    | 0,864    |
| 4   | 0     | 0     | 0,212  | 0,212  | 0,275  | 0,275  | 0,679    | 0,679    |
| 5   | 0     | 0     | 0,281  | 0,281  | 0,199  | 0,199  | 0,633    | 0,633    |
| 6   | 1     | 1     | 0,408  | 0,408  | 0,286  | 0,286  | 1,640    | 1,640    |
| 7   | 1     | 1     | 0,238  | 0,238  | 0,366  | 0,366  | 1,408    | 1,408    |
| 8   | 0     | 0     | 0,006  | 0,006  | 0,418  | 0,418  | 1,048    | 1,048    |
| 9   | 0     | 0     | 0,069  | 0,069  | 0,327  | 0,327  | 0,666    | 0,666    |
| 10  | 0     | 0     | 0,134  | 0,134  | 0,232  | 0,232  | 0,412    | 0,412    |
| 11  | 0     | 0     | 0,204  | 0,204  | 0,145  | 0,145  | 0,334    | 0,334    |
| 12  | 0     | 0     | 0,268  | 0,268  | 0,065  | 0,065  | 0,386    | 0,386    |
| 13  | 1     | 1     | 0,386  | 0,386  | 0,142  | 0,142  | 1,184    | 1,184    |
| 14  | 1     | 1     | 0,211  | 0,211  | 0,227  | 0,227  | 0,850    | 0,850    |
| 15  | 0     | 0     | 0,000  | 0,000  | 0,284  | 0,284  | 0,482    | 0,482    |
| 16  | 0     | 0     | 0,060  | 0,060  | 0,189  | 0,189  | 0,232    | 0,232    |
| 17  | 0     | 0     | 0,121  | 0,121  | 0,102  | 0,102  | 0,135    | 0,135    |
| 18  | 0     | 0     | 0,180  | 0,180  | 0,020  | 0,020  | 0,164    | 0,164    |
| 19  | 1     | 1     | 0,297  | 0,297  | 0,112  | 0,112  | 0,838    | 0,838    |
| 20  | 1     | 0     | 0,124  | 0,069  | 0,201  | 0,180  | 0,639    | 0,219    |
| 21  | 0     | 0     | 0,000  | 0,132  | 0,250  | 0,094  | 0,376    | 0,141    |
| 22  | 0     | 0     | 0,063  | 0,197  | 0,154  | 0,011  | 0,162    | 0,195    |
| 23  | 0     | 1     | 0,126  | 0,318  | 0,071  | 0,102  | 0,203    | 1,352    |

## F Économie, sensibilité et séparation dimensionnelle

Le classeur original à huit feuilles est conservé dans le dossier inchangé. Ses entrées recalculent décisions fixes et flux, sans réentraînement ni replanification implicites. Il contient vingt années ; modifier un champ ne crée pas de lignes. Le délai est un entier d'au moins un an. Réinvestissement et érosion sont dans  $[0, 1]$ . L'interprétation monétaire reste hypothétique.

| Scénario                    | Cellules | Distributions | Capital | Réserves |
|-----------------------------|----------|---------------|---------|----------|
| Effet complet; retrait      | 7        | 487,67        | 320,00  | 238,00   |
| Demi-effet; retrait         | 1        | 87,28         | 40,00   | 112,00   |
| Sans effet; coûts maintenus | -6       | -405,60       | -280,00 | 280,00   |
| Effet complet; continu      | 7        | 482,54        | 320,00  | 280,00   |

**TABLE 10.** Écarts avec Bêta en année 20. Monnaie en millions CA nominaux. Les comptes distincts ne constituent pas une valorisation validée.

Les ajouts de publication comprennent 404 points de rétention/coût, 270 exemples d'incitation du réviseur, des identités de scores propres, des vérifications de négociation, 75 cas de croissance différée et sept lignes de puissance idéale. Ce sont des calculs déterministes sous hypothèses, non des centaines de nouvelles expériences clients. Leur source et leurs contrôles figurent dans `tools/analyze_publication.py`.

| $P$ (W)                  | $A_c$ (km <sup>2</sup> ) | $A_r$ (km <sup>2</sup> ) | $f = P/(0.3L_\star)$      |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|
| $1,00000 \times 10^9$    | 2,44918                  | 1,46632                  | $8,70777 \times 10^{-18}$ |
| $1,00000 \times 10^{12}$ | $2,44918 \times 10^3$    | $1,46632 \times 10^3$    | $8,70777 \times 10^{-15}$ |
| $1,00000 \times 10^{15}$ | $2,44918 \times 10^6$    | $1,46632 \times 10^6$    | $8,70777 \times 10^{-12}$ |
| $1,00000 \times 10^{18}$ | $2,44918 \times 10^9$    | $1,46632 \times 10^9$    | $8,70777 \times 10^{-9}$  |
| $1,00000 \times 10^{21}$ | $2,44918 \times 10^{12}$ | $1,46632 \times 10^{12}$ | $8,70777 \times 10^{-6}$  |
| $1,00000 \times 10^{24}$ | $2,44918 \times 10^{15}$ | $1,46632 \times 10^{15}$ | $8,70777 \times 10^{-3}$  |
| $1,00000 \times 10^{26}$ | $2,44918 \times 10^{17}$ | $1,46632 \times 10^{17}$ | $8,70777 \times 10^{-1}$  |

**TABLE 11.** Identités idéales à 30% de rendement, émissivité 0,9 et température radiative 340 K. Ni conception, ni calendrier, ni résultat de CONTINUUM.

À la dernière ligne physique, la surface équivalente devient une exigence d'interception globale. Le tableau ne suppose pas que toute la surface voit un fond à 3 K, ni que résistance, transmission, placement orbital et rayonnement mutuel soient résolus. Aucune conversion ne relie l'utilité normalisée aux joules ou à un débit applicatif utile.

## G Hypothèses mathématiques et contre-exemples

Les précisions suivantes empêchent l'analyse de dépasser ses hypothèses.

Pour la borne de trajectoire, l'erreur uniforme doit inclure les covariables futures indisponibles, pas seulement les résidus des actions enregistrées. Une pénalité critique peut sauter de 12 ou 8 pour une erreur d'état arbitrairement petite près du seuil. Une faible erreur quadratique moyenne ne borne donc pas seule la perte décisionnelle. L'horizon peut améliorer le contrôle empirique tout en aggravant sa borne d'erreur maximale.

Pour l'allocation à deux joueurs,  $\phi_M + \phi_H = v_{11} - v_{00}$  résulte de l'annulation des termes. Changer la référence ou ajouter un troisième joueur change l'allocation. Elle n'établit ni causalité physique unique ni partage contractuel correct.

Dans le jeu d'audit, des honoraires dépendant du verdict modifient les gains. Si un adversaire contrôle preuves et vérificateur prétendu, multiplier les clés locales n'augmente pas la probabilité de détection. Les inégalités de meilleures réponses sont des diagnostics de conception sous utilités données, non un théorème complet d'implémentation.

Pour le retrait continu, coûts, bénéfices et réserves futurs sont déterministes, sans option de redémarrage. Apprentissage stochastique, financement, installation irréversible et coûts d'opportunité modifieraient l'arrêt optimal. La valeur partielle calculée ne doit pas s'ajouter aux distributions du modèle initial.

Pour l'expansion différée, un surplus positif fixe par capacité et une relation de production inchangée sont des hypothèses fortes. Une cadence fixe, une qualité des ressources en baisse ou un coût de livraison croissant peuvent empêcher l'exponentielle malgré un avantage local. Le bilan idéal de puissance et la récurrence ne doivent jamais devenir un calendrier de construction.

## H Reproduction et acceptation de publication

La publication a réexécuté les trois pilotes originaux dans des dossiers neufs avec R8 inchangé. Les 17 programmes ajustés concordent. Les 19 fichiers de trajectoires sont identiques octet par octet, sur les mêmes 736 scénarios. Nouvelles clés, signatures, chemins temporaires et temps locaux n'ont pas à être identiques. Le rapprochement Python compte 5 204 contrôles réussis ; l'analyse conservée de l'édition 1, 1 410 assertions numériques et algébriques conditionnelles. Ces comptes se recouvrent et ne représentent pas des garanties indépendantes.

L'hôte de publication exécuté est Linux x86\_64 avec Node.js 22.16.0 et Python 3.13.5. C'est une trace de reproduction, non une recommandation d'installer une ancienne version corrective. Aucune qualification Windows/macOS, navigateur, fournisseur réel ou R8 complète n'est nouvellement revendiquée. Les régressions R8 conservées restent historiques sauf répétition expressément documentée.

Depuis le dossier de simulation extrait, utiliser des dossiers de sortie voisins neufs :

```
python3 VERIFY_BUNDLE.py
python3 05_REPRODUCE/unpack_product.py --out ../continuum-product
node 05_REPRODUCE/run_study.mjs --out ../primary-replay
node 05_REPRODUCE/run_focused.mjs --parent-root ../primary-replay --out ../focused-replay
node 05_REPRODUCE/run_confirmation.mjs --primary ../primary-replay --focused ../focused-replay --out
  ../confirmation-replay
```

Si le produit est ailleurs, définir CONTINUUM\_PRODUCT vers sa racine SUCCESSOR\_OMEGA. Les pilotes refusent les destinations existantes. Pour inspecter la composition sans répéter la campagne :

```
node 05_REPRODUCE/recompose.mjs verify --dir 02_MISSIONS/SELECTED_COMPOSITION
node 05_REPRODUCE/recompose.mjs plan --dir 02_MISSIONS/SELECTED_COMPOSITION --context 02_MISSIONS/
  EXAMPLE_CONTEXT.json --out ../new-proposal.json
```

La seconde commande produit une proposition informative locale, non un ordre d'entretien. Le dossier tools de publication contient les pilotes de comparaison et d'analyse secondaire. Construire l'article avec `python3 build.py` dans 02\_LATEX ; le ZIP source utilise la même commande à sa racine. La composition exige pdfLaTeX et Biber.

## I Registre des prétentions et preuves

E01–E09 désignent des chemins dans la simulation originale inchangée. P01–P03 concernent les ajouts de publication. Ces références lient le compte rendu aux sources exécutables et aux résultats, non à des descriptions promotionnelles antérieures.

| ID  | Prétention et emplacement exact                                                                                                                                                          |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| E01 | Conception, information, coûts et chronologie.<br>03_DATA/PRIMARY/PROTOCOL.json<br>05_REPRODUCE/environment.mjs                                                                          |
| E02 | Intervention adaptative et échecs conservés.<br>03_DATA/FOCUSED/PROTOCOL.json<br>03_DATA/FOCUSED/COHORTS.json                                                                            |
| E03 | Confirmation gelée, 128 épisodes et issues exactes.<br>03_DATA/CONFIRMATION/PROTOCOL.json<br>03_DATA/CONFIRMATION/trajectories.json<br>03_DATA/CONFIRMATION/SUMMARY.json                 |
| E04 | Modèle retenu exact et adaptateur H6.<br>02_MISSIONS/SELECTED_COMPOSITION/COMPOSITION.json<br>02_MISSIONS/SELECTED_COMPOSITION/WORLD_SOURCE.successor.json<br>05_REPRODUCE/recompose.mjs |
| E05 | Usage effectif, substitution locale et perturbations.<br>04_EVIDENCE/USE_CASE_VALIDATION/VALIDATION.json<br>04_EVIDENCE/USE_CASE_VALIDATION/MATERIAL_USE.json                            |
| E06 | Couverture empirique à un pas; aucune garantie multi-pas.<br>04_EVIDENCE/ON_POLICY_COVERAGE.json                                                                                         |
| E07 | Conversion monétaire et comptes de capital appariés.<br>07_ECONOMICS/ECONOMICS.json<br>07_ECONOMICS/CAPITAL.json<br>05_REPRODUCE/analyze.py                                              |
| E08 | Produit immuable et droits.<br>06_PRODUCT/SUCCESSOR_OMEGA_18_0_0_CUSTOMER_PRODUCT.zip<br>RIGHTS_EN_FR.md                                                                                 |
| E09 | Résultats négatifs et déclarations d'ingénierie.<br>04_EVIDENCE/PROVENANCE.md                                                                                                            |
| P01 | Nouvelle répétition en trois étapes et rapprochement.<br>05_ASSURANCE/FULL_REPLAY.json<br>05_ASSURANCE/REPLAY_EQUATION_CHECKS.json                                                       |
| P02 | Calculs secondaires d'attribution, de stratégie et de physique.<br>04_DATA/publication_analysis.json<br>tools/analyze_publication.py                                                     |
| P03 | Artéfact final, construction propre et contrôle de mise en page.<br>05_ASSURANCE/ACCEPTANCE.json<br>VERIFY_PUBLICATION.py                                                                |

## J Auteur, provenance et diffusion

Cet article est signé Vincent Boucher, président, QUEBEC.AI & MONTREAL.AI. Il a été préparé avec assistance IA à partir de la simulation fournie, des sources examinées et de travaux externes identifiés. La signature d’auteur n’affirme pas qu’il a personnellement exécuté chaque commande ou fourni une validation indépendante. Aucun coauteur, acceptation scientifique, certificat externe ou témoignage client vérifié n’est inventé.

Le ZIP original est conservé inchangé dans le dossier complet. Produit, contrats et artéfacts historiques ne sont ni modifiés ni relicenciés. Le dossier de publication seul exclut cette capsule logicielle sous licence. Diffuser le manuscrit et ses sources n’accorde pas de droit illimité sur le produit commercial ou ses composants tiers. Aucun fichier de police n’est distribué.

La couverture utilise un recadrage sans texte d’une nouvelle image conceptuelle générée. Les graphiques scientifiques proviennent des traces ou de calculs conditionnels identifiés ; l’image n’atteste ni installation ni réalisation technologique. Les versions HTML proposent texte sémantique, équations MathML et descriptions de figures. Aucune certification d’accessibilité ni conformité PDF/UA n’est revendiquée.

La contribution est une analyse de système fondée sur les sources et un cadre mathématique explicite. Les identités thermodynamiques, le score propre, l’attribution coopérative et la négociation ne sont pas revendiqués comme lois nouvelles. Les extensions conditionnelles indiquent ce qu’il faut tester pour faire de l’intelligence de mission une institution productive durable.

SHA-256 du ZIP de simulation original :

be30d5b2da2c438f10cb0ea5618537a156028bb7e005d4ed255343440eee78ae

SHA-256 du ZIP client R8 original :

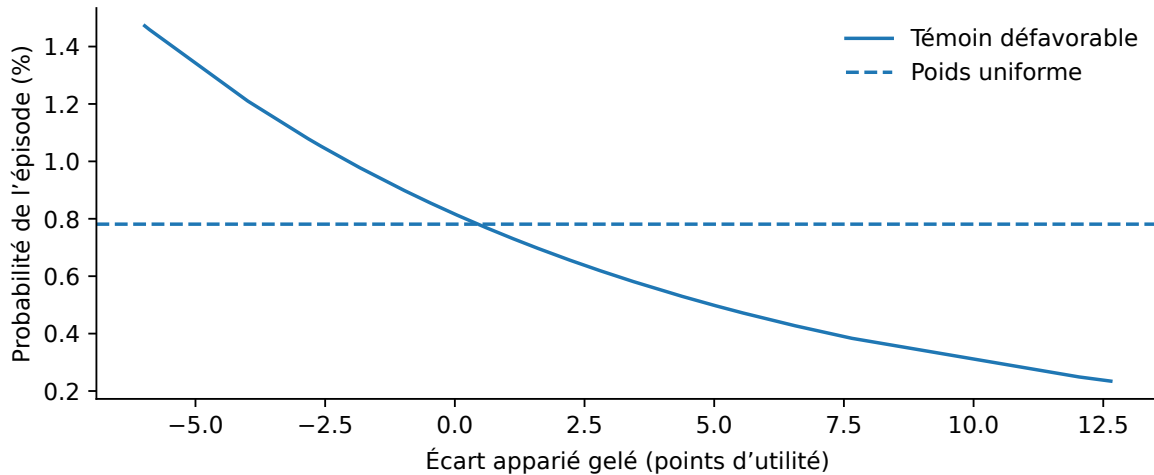
0ee00b15547194c84fd664d819f76ab6ee91425156442192929d91923e8f2b7d

## K Édition 2 : registres reproductibles de robustesse et de conception

Tous les nouveaux résultats proviennent de `tools/analyze_frontier.py`, dont l’entrée est le registre inchangé de 128 épisodes `04_DATA/confirmation_ledger.csv`. Le script n’entraîne pas le monde, ne modifie pas sa composition ni ses résultats. La confirmation synthétique initiale reste l’unique comparaison principale du nouveau volet de robustesse.

| Calcul                           | Nombre | Contrôle                                                            |
|----------------------------------|--------|---------------------------------------------------------------------|
| Balayage KL                      | 424    | Simplexe, rayon, valeur primale/duale et monotonie                  |
| Formulation primale distincte    | 3      | Accord du solveur contraint réduit avec l’inclinaison exponentielle |
| Jeu budgétaire d’inspection      | 81     | Faisabilité, multiplicateurs et dualité forte                       |
| Instants thermiques              | 241    | Énergie, entropie, dégénérescence et monotonie                      |
| Conceptions physiques conjointes | 54     | Accord de la solution linéaire avec la borne ; bilan thermique      |

**TABLE 13.** Calculs secondaires, non essais scientifiques indépendants. L’exécution comporte 2 432 contrôles ; leur chevauchement interdit de les traiter comme garanties indépendantes.



**FIGURE 15.** Témoin exact de repondération au rayon d'équilibre financier conditionnel. Chaque épisode observé reçoit un poids explicite; aucun épisode défavorable n'est retiré.

Le poids maximal du témoin financier est de 0,0147216, contre  $1/128 = 0.0078125$  nominalement. Les écarts observés vont d'environ  $-5.97853$  à  $12.64576$ . Ces valeurs ne délimitent que le registre fini. Le support effectif n'est pas une taille d'échantillon indépendant et le rayon KL n'est pas un niveau de confiance calibré.

| ID  | Nouvelles preuves et chemin exact                                                                                                          |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| F01 | Robustesse, seuils et témoins exacts de pondération.<br>04_DATA/FRONTIER/robust_frontier.csv<br>04_DATA/FRONTIER/witness_cashZero.csv      |
| F02 | Solutions du jeu et matrice de réponse déclarée.<br>04_DATA/FRONTIER/inspection_game.csv<br>04_DATA/FRONTIER/SUMMARY.json                  |
| F03 | Références thermodynamique et de ressources finies.<br>04_DATA/FRONTIER/thermal_reference.csv<br>04_DATA/FRONTIER/physical_design_grid.csv |
| F04 | Rapprochement actuel, répétition et liens de sources.<br>04_DATA/FRONTIER/CHECKS.json<br>05_ASSURANCE/FRONTIER_REPRODUCTION.json           |
| F05 | Laboratoire local de scénarios; non une application de production.<br>09_DECISION_LAB/index.html<br>09_DECISION_LAB/engine.mjs             |

Pour reproduire seulement cette extension, installer les dépendances analytiques dans un environnement isolé et lancer `python3tools/analyze_frontier.py`, puis `python3tools/frontier_figures.py`. Ce dernier actualise les figures de données, non l'image conceptuelle. Le laboratoire exporte un scénario avec hypothèses choisies et identités des entrées; son résultat n'est ni un reçu de preuve ni une instruction financière.

## Références

- [1] V. BOUCHER. *Neural-Symbolic SUCCESSOR  $\Omega$  : Customer-Owned Mission Intelligence*. Definitive Corporate White Paper, 59 pages. Supplied exact architectural reference; an institutional design, not end-to-end empirical qualification. MONTREAL.AI, 25 août 2026.
- [2] V. BOUCHER. *CONTINUUM  $\Omega$  : The Adaptive Production Institution*. Version CONTINUUM-LAB 1.0.0. Supplied executable simulation capsule. Unchanged SUCCESSOR  $\Omega$  18.0.0 R8 product; source identity and exact evidence locators in Appendix I. 5 sept. 2026.
- [3] H. TANG, D. KEY et K. ELLIS. « WorldCoder, a Model-Based LLM Agent : Building World Models by Writing Code and Interacting with the Environment ». In : (2024). Version 3. arXiv : 2402.12275.
- [4] N. DAINESSE, M. MERLER, M. ALAKUIJALA et P. MARTTINEN. « Generating Code World Models with Large Language Models Guided by Monte Carlo Tree Search ». In : (2024). Version 2; NeurIPS 2024. arXiv : 2405.15383.
- [5] Z. AHMED, J. B. TENENBAUM, C. J. BATES et S. J. GERSHMAN. « Synthesizing World Models for Bilevel Planning ». In : (2025). Version 2; TMLR. arXiv : 2503.20124.
- [6] J. B. RAWLINGS, D. Q. MAYNE et M. M. DIEHL. *Model Predictive Control : Theory, Computation, and Design*. 2<sup>e</sup> éd. Fourth printing. Nob Hill Publishing, 2017. URL : <https://sites.engineering.ucsb.edu/~jbraw/mpc/MPC-book-2nd-edition-4th-printing.pdf> (visité le 05/09/2026).
- [7] L. S. SHAPLEY. *A Value for N-Person Games*. P-295. RAND Corporation, 1952. DOI : 10.7249/P0295. URL : <https://www.rand.org/pubs/papers/P295.html>.
- [8] A. N. ANGELOPOULOS et S. BATES. « A Gentle Introduction to Conformal Prediction and Distribution-Free Uncertainty Quantification ». In : (2021). Version 6. arXiv : 2107.07511.
- [9] D. BRUNS-SMITH. « Model-Free and Model-Based Policy Evaluation when Causality is Uncertain ». In : *Proceedings of the 38th International Conference on Machine Learning*. T. 139. Proceedings of Machine Learning Research. 2021, p. 1116-1126. URL : <https://proceedings.mlr.press/v139/bruns-smith21a.html>.
- [10] Z. HU et L. J. HONG. *Kullback–Leibler Divergence Constrained Distributionally Robust Optimization*. Repository posting, updated 23 November 2012. Optimization Online, 2012. URL : <https://optimization-online.org/2012/11/3677/> (visité le 06/09/2026).
- [11] B. HOLMSTRÖM. « Moral Hazard and Observability ». In : *The Bell Journal of Economics* 10.1 (1979), p. 74-91. DOI : 10.2307/3003320.
- [12] T. GNEITING et A. E. RAFTERY. « Strictly Proper Scoring Rules, Prediction, and Estimation ». In : *Journal of the American Statistical Association* 102.477 (2007), p. 359-378. DOI : 10.1198/016214506000001437.
- [13] S. BOYD et L. VANDENBERGHE. *Convex Optimization*. Cambridge University Press, 2004. URL : <https://web.stanford.edu/~boyd/cvxbook/> (visité le 06/09/2026).
- [14] J. F. NASH. « The Bargaining Problem ». In : *Econometrica* 18.2 (1950), p. 155-162. DOI : 10.2307/1907266.
- [15] J. M. R. PARRONDO. « Thermodynamics of Information ». In : (2023). arXiv : 2306.12447.
- [16] T. SAGAWA et M. UEDA. « Second Law of Thermodynamics with Discrete Quantum Feedback Control ». In : *Physical Review Letters* 100 (2008), p. 080403. DOI : 10.1103/PhysRevLett.100.080403. arXiv : 0710.0956.
- [17] R. LANDAUER. « Irreversibility and Heat Generation in the Computing Process ». In : *IBM Journal of Research and Development* 5.3 (1961), p. 183-191. DOI : 10.1147/rd.53.0183.
- [18] NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY. *CODATA Values : Boltzmann Constant and Stefan–Boltzmann Constant*. Exact SI Boltzmann constant; Stefan–Boltzmann constant derived from defining constants. URL : <https://physics.nist.gov/cuu/Constants/> (visité le 05/09/2026).
- [19] NASA GODDARD SPACE FLIGHT CENTER. *Solar Irradiance Science*. URL : <https://earth.gsfc.nasa.gov/climate/projects/solar-irradiance/science> (visité le 05/09/2026).
- [20] INTERNATIONAL ASTRONOMICAL UNION. *Resolution B3 on Recommended Nominal Conversion Constants for Selected Solar and Planetary Properties*. 2015. URL : <https://www.iau.org/common/Uploaded%20files/IAUGA2015-Resolution-B3-recommended-nominal-conversion.pdf> (visité le 05/09/2026).
- [21] Q. HERNÁNDEZ, A. BADÍAS, F. CHINESTA et E. CUETO. « Port-Metriplectic Neural Networks : Thermodynamics-Informed Machine Learning of Complex Physical Systems ». In : (2023). Version 3; research context, not implemented in R8. arXiv : 2211.01873.

- [22] F. PHILIPP, M. SCHALLER, K. WORTHMANN, T. FAULWASSER et B. MASCHKE. « Optimal Control of Port-Hamiltonian Systems : Energy, Entropy, and Exergy ». In : (2024). Version 2 ; separate mathematical research context. arXiv : 2306.08914.