

SUCCESSOR Ω — ASTERION Ω

The Scientific Industrial Estate

Executable world models. Decision-relevant physics.
Strategic verification. Resource-bounded expansion.



CONCEPTUAL HORIZON / AI-GENERATED ART. NOT AN ENGINEERED DESIGN.

Publication record and reading contract

Title	SUCCESSOR Ω – ASTERION Ω
Subtitle	The Scientific Industrial Estate
Author	Vincent Boucher, President, MONTREAL.AI & QUEBEC.AI
Edition	ASTERION-TR-02 / 1.0 / 5 September 2026
Implementation	NEURAL-SYMBOLIC SUCCESSOR Ω 10.2.0
Empirical source	ASTERION Ω simulation 1.0; eight synthetic cohorts
Status	AI-assisted research manuscript; not independently peer reviewed

This monograph turns an executed customer simulation into an inspectable scientific and institutional argument. It preserves the experiment’s negative competitive result. It adds explicit mathematical conditions for useful learning, physically consistent decisions, credible verification incentives and resource-bounded expansion. The added propositions are derived here as specialized consequences of established methods, not claimed as previously unknown mathematics.

The evidence boundary

Executed: local neural training, symbolic search and revision, thermal-design decisions and numerical checks. **Derived:** conditional propositions and new finite mathematical calculations. **Assumed:** fictional ownership, programme scale, prices and the separate 2.5% future process improvement. **Prospective:** real materials, independently qualified Specialist ASI, live deployment and stellar infrastructure. These classes must not be merged.

The architectural source explicitly separates capability, proof and authority, and defines Specialist ASI as a mission-bounded admission status. Its diagrams on pages 12 and 21 respectively organize the institutional planes and separate a frozen serving release from a learning successor. This paper adopts those distinctions; the ASTERION customer extension does not execute the final admission process.[1]

Owner route. Read the decision brief, Sections 1, 7, 13–15 and the qualification matrix. **Research route.** Read Sections 3–6, 8–11 and the proof appendices. **Implementation route.** Read the lineage table, exact protocol, source map and reproduction commands.

The cover and editorial plates are cropped AI-generated conceptual illustrations; all charts are computed from disclosed data or equations. No image is a photograph of an installation, a test certificate or a scale-accurate engineering drawing. The author attribution is editorial, not a fabricated signature. Included runtime sources retain their original licence; this publication does not transfer institutional roots, marks, third-party rights or operational authority.

Abstract

SUCCESSOR Ω —ASTERION Ω studies a customer-controlled institution that converts observations into executable hypotheses, hypotheses into physical design choices, and qualified outcomes into the means of financing further research. A retained experiment uses the unmodified scientific engine of NEURAL-SYMBOLIC SUCCESSOR Ω v10.2 and a separately authored thermal/economic adapter. Eight cohorts train eight local neural guides and select eight symbolic emissivity models after 10,696 native candidate fits. Neural ablation changes the proposed observation in every cohort. A common, paid-remediation planner compares 2,048 final decisions against a conservative incumbent and a development-selected Beta.

At an assumed 100-GW heat-rejection programme scale, the modeled cost contrast against the incumbent is CA\$ 6.692 billion. The more relevant mean edge over Beta is only CA\$ 1.194 million before incremental overhead and CA\$ -0.806 million after it; an eight-cohort bootstrap interval is [CA\$ -13.325, CA\$ 12.085] million. A separate degradation shift creates 599 initial capacity shortfalls. Thus nominal prediction success and accounting consistency do not establish competitive Alpha or adverse-regime qualification. These losing and failure results are part of the contribution.[2]

The formal analysis connects spectrally weighted thermal radiation, radiosity, exergy dissipation and robust thermal barriers to decision-relevant uncertainty. It derives conservative area and regret bounds, a simultaneous comparator certificate, inspection-game deterrence with false-positive and enforcement effects, proper-score elicitation, correlated scheduling, and the exact potential-game/Gibbs relation under finite asynchronous logit dynamics. A delayed capital-to-capacity model makes positive unsaturated growth conditional on reproduction exceeding retirement while preserving cash, material, energy and throughput constraints. These models are not asserted to be implemented production controls.

A separate underwriting case asks what a *new*, independently established 2.5% process improvement over refreshed Beta could support: CA\$ 197.827 million of conditional first-programme contribution after CA\$ 283 million in stated costs and reserves. No such improvement was discovered here. The long horizon is a scientific industrial estate extending its feasible missions toward stellar-scale productive networks, with power, heat, area, mass and signal delay explicit. No unrestricted discovery, independent Specialist ASI, real customer Alpha or production authority is claimed.

Keywords. Neural-symbolic discovery; emissivity; robust design; inspection games; correlated equilibrium; strategic learning; mission Alpha; institutional succession; productive capacity.

Decision brief: what is worth owning?

The owner's objective

Own the ability to discover what deserves to become a productive asset—and retain enough evidence to replace the institution's own understanding when reality disagrees.

The most valuable use of the present release is a disciplined research-and-design programme. The customer buys neither a guarantee of superiority nor a permission to automate consequential action. The reusable asset is a transparent scientific workflow, an archive of fitted and rejected programs, and the practical ability to reproduce a decision comparison. Its value may be learning, reduced waste or improved design; each financial claim still needs its own counterfactual.

Decision-relevant quantity	Retained result
Competitive mean after incremental overhead	CA\$ -0.806 million
First-programme mean after research allowance	CA\$ -3.806 million
Positive cohorts after overhead	4 / 8
Initial shortfalls under shifted degradation	599 / 2 048
Current customer Alpha credited	CA\$ 0
New improvement needed to break even in the separate scenario	1.4714%

Keep: the trained artifacts, portable comparator, negative evidence, accounting checks and next-experiment rationale. **Do not promote:** the current proprietary Alpha claim or shifted-regime deployment. **Investigate next:** a real material/process improvement that expands the available design set and survives a refreshed equal-information comparison.

The CA\$ 6.692 billion incumbent contrast, the CA\$ -0.806 million competitive result and the CA\$ 197.827 million conditional future case answer different questions. They are neither additive nor interchangeable. A successful institution can reject its own current candidate without abandoning the larger mission.

Contents

Publication record and reading contract	i
Abstract	ii
Decision brief	iii
1 The institution that learns what to build	1
2 What the retained experiment actually executes	2
3 A hypothesis that changes a decision	3
4 Thermal physics: from one scalar to a physical envelope	4
5 Decision-relevant uncertainty and paid physical consequences	5
6 Scientific discovery as a decision problem	6
7 Results: the incumbent contrast is not competitive Alpha	7
8 Alpha as a simultaneous decision certificate	9
9 Strategic verification: the inspection contract	10
10 Calibrated beliefs, correlated evidence and coordination	10
11 Research portfolios as potential games	12
12 Physical safety and institutional succession	13
13 From a new process advantage to productive capital	14
14 The stellar horizon: explicit power, heat, matter and latency	16
15 The optimal owner programme and the route to admission	19
16 Limitations and the productive thesis	20
A Notation and units	21
B Proofs of the area and regret conditions	21
C Thermodynamic and barrier derivations	22
D Statistical and strategic derivations	22
E Finite Gibbs derivation and its boundary	23
F Delayed productive reproduction	23
G Complete cohort ledger	24
H Reproducibility, source map and checks	24
References	26

1 The institution that learns what to build

OWNER SCENARIO / FICTIONAL CONTEXT, EXECUTED RESEARCH CORE

Dr. Adrienne Valcourt, a fictional physicist-engineer, controls an industrial group with CA\$ 180 billion in productive assets. Energy, computation, precision manufacturing and aerospace share a recurring problem: capital is available before the group knows which physical design deserves it. Her mandate is not to maximize model size. It is to acquire understanding that changes a consequential decision, establish what that change is worth, and retain the method across generations of suppliers and researchers.

The first constituted mission

Choose a material recipe and effective emitting area that meet a stipulated thermal requirement at defensible programme cost. Expose the observations that could defeat the model. Charge for shortfalls and remediation. Compare against a capable alternative with the same information and feasible options. Enable no apparatus, procurement or production actuation.

The thermal programme is authored at 100 GW of aggregate *heat rejection*, not electrical generation. Its scale magnifies economic consequences for inspection; it does not establish a built installation, useful lifetime, market price or contracted customer. The deployment boundary remains research-only.

1.1 An owned process, not a permanent champion

The enduring objects are the Mission Constitution, evidence contracts, model programs, trained parameters, comparator configurations, tests, decision ledgers and revision history. The present simulation produces many of those objects. It does not establish legal ownership by merely exporting files, nor does it activate the complete institutional control plane. The original licence and rights boundaries remain applicable.[1, 2]

The optimal owner buys the strongest suitable Beta whenever ownership cannot earn its full cost. She sponsors new research when a genuine change to the physical or process opportunity set could create an advantage that others cannot immediately reproduce. A discovery institution is economically rational only while its expected information and decision benefits justify its experiment, integration and governance burden.

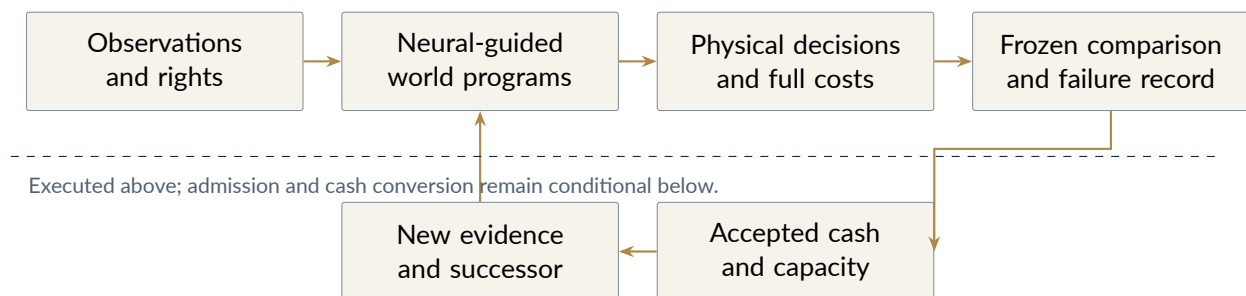


Figure 1. The discovery-to-capacity route. The lower branch is a prospective institutional continuation, not an executed financial or production connector.

2 What the retained experiment actually executes

RETAINED EMPIRICAL METHOD / SAME-AUTHOR SYNTHETIC EVIDENCE

2.1 Lineage and division of implementation

Layer	Actual role
SUCCESSOR Ω v10.2	Unmodified native scientific search, coefficient fitting, bounded grammar expansion, neural training, proposal scoring and model identity.
ASTERION 1.0	Customer-side thermal mission, synthetic data, mission-utility reselection, finite domain screen, shared residual margin, recipe/area planner and economic checker.
This monograph	Retained-record reanalysis, formal physics/game/economic conditions and finite numerical checks. No modified production runtime.

The study preserves 55 first-party source payload files without modification. An upstream record reports 840 runtime tests and 106 research tests; those counts are not relabeled as fresh ASTERION qualification. The present publication reruns the 24 customer-extension tests and the eight-cohort experiment in the available authoring environment, separately from the new mathematical calculations.[2, 3, 4]

2.2 The authored material and observations

The reference is a scalar stationary response, not a discovered material law or a full dynamical world model:

$$\varepsilon_{\star}(u, d) = 0.62 + 0.28u - 0.16u^2 - 0.09d - 0.055ud, \quad (u, d) \in [0, 1] \times [0, 2]. \quad (2.1)$$

Recipe u , exposure d and emissivity are dimensionless. Independent coupon noise has standard deviation 0.002. The designer chose a polynomial-compatible world within the engine’s expressive reach. Predictors do not receive oracle coefficients at inference, but designer knowledge still limits independence and generalization.

Partition per cohort	Rows	Use
Training	73	24 initial, 48 additional, one active noiseless probe
Selection	48	16 initial and 32 additional
Calibration	64	Shared finite residual-margin rule
Final holdout	128	Nominal prediction evaluation
Native “stress” field	64	Additional nominal observations, not shifted-regime evidence
Development policy cases	96	Customer-side utility selection
Final policy cases	256	Paired comparison and separate shift challenge

Eight cohorts use seed $881034 + 1000k$, $k = 0, \dots, 7$. The retained protocol fixes the candidate grammar, selectors and economic scale before final case generation. It was not externally preregistered. An exploratory pilot, a pre-fit schema abort and subsequent metadata/checker corrections are disclosed in the development log. Replaying the same cohorts is repeatability, not new independent evidence.

2.3 Search, screening and serious alternatives

Native search visits expression subsets with a maximum degree of three and six terms. The customer adapter refits visited structures on training data, screens 121 endpoint-inclusive domain points, calibrates a residual

margin and selects by mean development decision cost. Original native defaults and customer-selected artifacts remain separate. Screening finite points is not a global range proof.

Beta receives the same observations, margin rule, 21-recipe menu and development objective. Thirteen alternatives comprise polynomial ridge degrees one through four, each with regularization 10^{-4} , 10^{-2} , 1, plus an ExtraTrees model. All selected Betas are portable polynomial models. This is a serious finite comparison, not exhaustive access to every specialist or current commercial service.

3 A hypothesis that changes a decision

EXECUTED LEARNING / NOT NOVEL PHYSICAL LAW DISCOVERY

Cohort one initially selects

$$\hat{\varepsilon}_0(u, d) = 0.15136092u + 0.63657398 \cos d. \quad (3.1)$$

A trained neural surrogate participates in scoring a candidate measurement. Its selected probe is $(u, d) = (0.3090381, 1.8482457)$, where the parent error is approximately 0.62108. Removing the neural signal changes the selected probe in all eight trials. That is an ablation of computational participation, not proof of optimal experimental design.

The customer-selected successor in the first cohort is

$$\begin{aligned} \hat{\varepsilon}_1(u, d) = & 0.35456635 - 0.088555234d - 0.05746792du \\ & + 0.25975967 \sin u + 0.25411387 \cos u + 0.01090814e^u. \end{aligned} \quad (3.2)$$

The program is directly used in the recipe-and-area computation. Its fitted transcendental terms are an approximation in the permitted domain, not a causal explanation of a coating. A useful symbolic representation can remain scientifically provisional. Figure 2 compares the frozen programs with the authored reference on one declared slice.

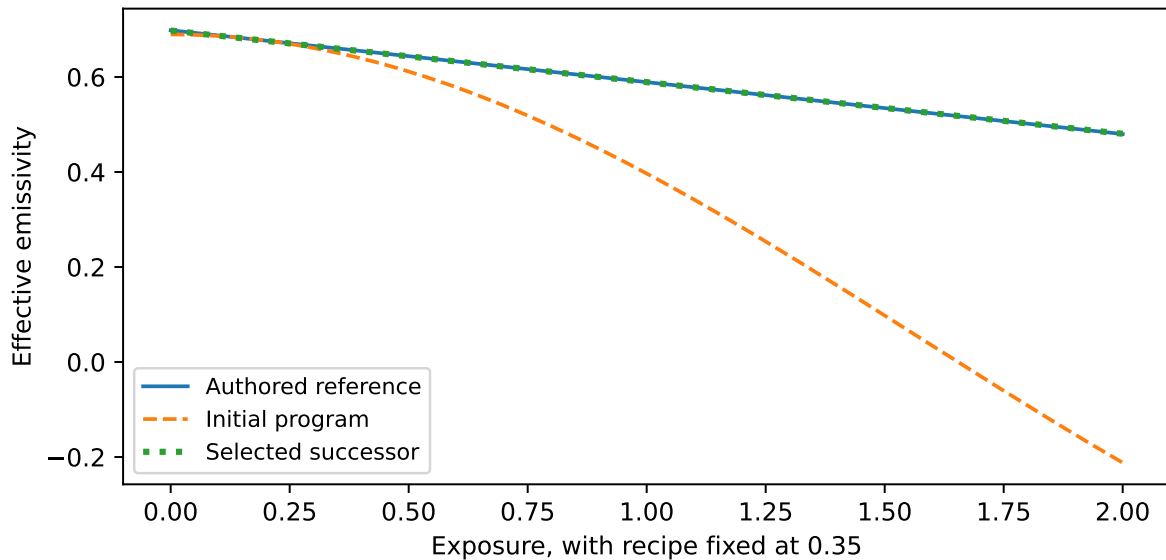


Figure 2. Retained programs at fixed recipe $u = 0.35$. Curves are recomputed from frozen artifacts; the reference is synthetic.

Across cohorts there are 10,696 native candidate fits, 104 Beta fits and eight trained neural guides. Each guide has 81 fitted weights and biases plus normalization state. The result demonstrates bounded neural-symbolic computation without calling an external neural provider. It does not demonstrate unrestricted theory discovery, autonomous sensor invention or a laboratory connector.[2]

Symbolic regression, sparse identification and program-synthesized world models provide relevant precedent. Their methods are distinct: a static fitted emissivity map is not a dynamical SINDy model, and the local numerical engine is not WorldCoder. ASTERION uses a common discipline—explicit programs whose consequences can be tested—without attributing another system’s benchmark gains to this product.[5, 6, 7]

4 Thermal physics: from one scalar to a physical envelope

NEW FORMAL TREATMENT / NOT A CLAIM OF IMPLEMENTED PLANT CONTROL

4.1 Spectral weighting matters

The emitted hemispherical blackbody spectral exitance is

$$M_\lambda(T) = \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5} \left[\exp\left(\frac{hc}{\lambda k_B T}\right) - 1 \right]^{-1}. \quad (4.1)$$

A temperature-dependent effective emissivity is a weighted integral,

$$\varepsilon_{\text{eff}}(T) = \frac{\int_0^\infty \varepsilon_\lambda(T) M_\lambda(T) d\lambda}{\sigma T^4}. \quad (4.2)$$

Solar absorptance and infrared emittance generally use different spectral weights. Even where reciprocity and thermal-equilibrium assumptions justify equality of absorptance and emissivity at a given wavelength and direction, they do not make broadband solar absorptance equal to broadband thermal emittance. NASA’s thermal-control reference emphasizes those separate roles.[8]

ASTERION fits only an effective scalar at a stipulated temperature. A transferable material institution would need spectral, angular, temperature, exposure and process dependence, with instrument calibration and identifiable observations. Those measurements are proposed requirements, not hidden data in the delivered study.

4.2 Radiosity and the missing geometry

For a diffuse gray enclosure, surface radiosity J_i and irradiation G_i satisfy

$$J_i = \varepsilon_i \sigma T_i^4 + (1 - \varepsilon_i) G_i, \quad G_i = \sum_j F_{ij} J_j, \quad Q_i = A_i (J_i - G_i). \quad (4.3)$$

View factors must respect $F_{ij} \geq 0$, enclosure closure $\sum_j F_{ij} = 1$ and reciprocity $A_i F_{ij} = A_j F_{ji}$. For a closed two-surface diffuse-gray exchange model, the resistance form is

$$Q_{12} = \frac{\sigma(T_1^4 - T_2^4)}{\frac{1-\varepsilon_1}{A_1 \varepsilon_1} + \frac{1}{A_1 F_{12}} + \frac{1-\varepsilon_2}{A_2 \varepsilon_2}}. \quad (4.4)$$

This is a stated diffuse-gray, isothermal-surface model, not a general optical transfer solution. ASTERION’s original relation is its much simpler ideal sink limit:

$$Q = \varepsilon \sigma A (T^4 - T_s^4), \quad F = 1. \quad (4.5)$$

The numerical constant is $\sigma = 5.670374419 \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$, rounded.[9] Effective emitting area is not necessarily deployed footprint. Two-sided emission, mutual irradiation and incoming sunlight must be resolved before an area is interpreted as hardware.

4.3 Transient energy and thermodynamic admissibility

A proposed thermal-network extension would carry state $T_i > 0$, heat capacity $C_i > 0$, symmetric conductance $K_{ij} \geq 0$ and net external power p_i :

$$C_i \dot{T}_i = p_i + \sum_j K_{ij}(T_j - T_i) + \sum_j q_{ji}^{\text{rad}}. \quad (4.6)$$

Antisymmetric exchange $q_{ji}^{\text{rad}} = -q_{ij}^{\text{rad}}$ preserves energy internally. For an unforced conductive network, define availability relative to a fixed $T_0 > 0$:

$$\mathcal{V}(T) = \sum_i C_i [T_i - T_0 - T_0 \log(T_i/T_0)] \geq 0. \quad (4.7)$$

Proposition 4.1 (Dissipation of thermal availability). For constant heat capacities, symmetric nonnegative conductances and no input or radiation term,

$$\dot{\mathcal{V}} = -T_0 \sum_{i < j} K_{ij} \frac{(T_i - T_j)^2}{T_i T_j} \leq 0. \quad (4.8)$$

Appendix C supplies the derivation. The same sign follows for passive pairwise radiation with the heat flow directed from hotter to colder. The publication checks the identity on 2,000 random finite conductive networks; that numerical check is not a proof of a manufactured system. A symbolic hypothesis violating passive heat-flow direction should fail before its apparent economic benefit reaches the planner.

4.4 Radiant power is not useful work

For an ideal blackbody radiation field, the energy and entropy fluxes scale as σT^4 and $\frac{4}{3}\sigma T^3$. Relative to a blackbody environment T_0 , their ideal exergy combination is

$$\dot{X} = \sigma T^4 \left[1 - \frac{4}{3} \frac{T_0}{T} + \frac{1}{3} \left(\frac{T_0}{T} \right)^4 \right]. \quad (4.9)$$

This is a blackbody reference identity, not the efficiency of a solar collector, arbitrary diluted spectrum or gray film. Spectral and directional radiation entropy requires additional treatment.[10] It prevents the paper from silently identifying captured radiation, electricity, low-temperature heat and cash as one interchangeable quantity.

5 Decision-relevant uncertainty and paid physical consequences

5.1 The executed decision rule

For each recipe the adapter constructs $\underline{\varepsilon} = \hat{\varepsilon} - m$ with $m = \max(0.004, \max |\text{calibration residual}|)$. It admits finite predictions with $0.1 < \underline{\varepsilon} < 1$, chooses the cheapest of 21 recipes and sets normalized area $a = 1/\underline{\varepsilon}$. Its authored area price is

$$p(u) = 240 + 45u + 35u^2 \quad [\text{CAD}/\text{m}^2]. \quad (5.1)$$

After the synthetic reference supplies actual ε , the ledger computes

$$\begin{aligned} z &= a\varepsilon, & s &= (1 - z)_+, & a_{\text{extra}} &= s/\varepsilon, \\ C &= ap(u) + 1.6a_{\text{extra}}p(u), & z_{\text{final}} &= (a + a_{\text{extra}})\varepsilon. \end{aligned} \quad (5.2)$$

This preserves a requested–delivered–paid distinction. A deficit remains an adverse initial event even if the toy ledger can purchase enough area to repair its arithmetic. It does not demonstrate real-time repair or admissibility in a safety-critical mission.

Here C is normalized cost per square metre of reference area; multiplying by A_{ref} gives programme CAD. Final exposure cases are alternative scenarios for that same programme, not additional 100-GW installations to be summed.

5.2 A conservative certificate under a stronger assumption

Proposition 5.1 (Area feasibility and excess area). Assume the actual emissivity obeys $\varepsilon \geq e_{\min} > 2\delta$ and the predictor satisfies a *uniform* error bound $|\hat{\varepsilon} - \varepsilon| \leq \delta$ over all relevant choices. Set $\underline{\varepsilon} = \hat{\varepsilon} - \delta$, $s_T = \sigma(T^4 - T_s^4) > 0$ and $A_R = Q/(s_T \underline{\varepsilon})$. Then

$$\varepsilon s_T A_R \geq Q, \quad 1 \leq \frac{A_R}{A_\star} \leq \frac{e_{\min}}{e_{\min} - 2\delta}, \quad A_\star = \frac{Q}{s_T \varepsilon}. \quad (5.3)$$

The guarantee concerns a declared model class and domain. The retained maximum-calibration-residual rule does not establish its uniform premise, especially after candidate reselection using the same calibration set. The paper’s 1,200 finite arithmetic checks illustrate the conditional inequality; they do not convert finite calibration into a global certificate.

Proposition 5.2 (Prediction-to-design regret). On a finite common design set, suppose both true and estimated emissivities are at least $e_0 > 0$, unit prices are at most $p_{\max}$, and $|\hat{\varepsilon} - \varepsilon| \leq \delta$. For cost $C(u) = p(u)Q/(s_T \varepsilon(u))$ and an exact minimizer $\hat{u}$ of the corresponding estimated cost,

$$C(\hat{u}) - \min_u C(u) \leq \frac{2p_{\max} Q \delta}{s_T e_0^2}. \quad (5.4)$$

This is a clean sensitivity result, not a bound for every feature of the executed paid-remediation objective. Physical constraints, forecast-dependent feasible sets, procurement discretization and remedy timing may require additional terms. Its practical lesson is that accuracy is valuable in proportion to the sensitivity of the decision, not just the average prediction score.

5.3 Why marginal coverage is not a selected-design guarantee

Split conformal prediction can supply finite-sample marginal coverage under exchangeability with an appropriately fixed predictor and calibration protocol.[11] A material recipe selected *because* its lower estimate looks cheapest is not automatically an exchangeable random test point. Uniform bands, simultaneous finite-menu correction, policy-level calibration, or protected prospective decision trials are different possible remedies. None is silently asserted for ASTERION 1.0.

6 Scientific discovery as a decision problem

6.1 What neural disagreement actually does

The native experiment-proposal heuristic uses a finite admissible pool. For symbolic predictions $f_j(x)$, neural prediction $n(x)$, cost $c(x) > 0$ and configured neural weight w , its score is

$$S(x) = \frac{\text{Var}_j[f_j(x)] + w(n(x) - \bar{f}(x))^2}{c(x)}. \quad (6.1)$$

The implementation's tie-break favors lower declared cost, smaller normalized excursion from the domain center, then identifier. The variance is empirical model disagreement, not a calibrated posterior. With one symbolic model it is zero, leaving neural-symbolic disagreement to distinguish probes. This is useful exploration; it is not a measured information gain or a theorem of scientific optimality.

6.2 A proposed value-of-information target

For future work, let θ represent uncertain material/process behavior, D the acquired evidence, a a design decision and $U(a, \theta)$ its full utility. The value of a proposed experiment x with observation Y_x is

$$\text{EVSI}(x) = \mathbb{E}_{Y_x|D} \left[\max_{a \in \mathcal{A}} \mathbb{E}[U(a, \theta) \mid D, Y_x] \right] - \max_{a \in \mathcal{A}} \mathbb{E}[U(a, \theta) \mid D] - c(x). \quad (6.2)$$

The before/after action set must be held fixed or its change explicitly priced. A safe no-experiment option yields zero net information value. The criterion can reject an intellectually interesting measurement when it cannot alter the decision enough to justify cost, delay or exposure. Information-directed sampling offers a related exploration-exploitation perspective based on decision regret and mutual information; it is not the implemented heuristic of Equation (6.1).[12]

For a differentiable observation model $y = f_\theta(x) + \eta$, $\eta \sim \mathcal{N}(0, \sigma_\eta^2)$, a local Fisher contribution is $I_x = \sigma_\eta^{-2}(\partial_\theta f)(\partial_\theta f)^\top$. A log-determinant information criterion may prefer identifiable experiments, but it depends on local parameterization and model adequacy. An unmodeled degradation mechanism can defeat both a narrow Fisher design and an overconfident posterior.

6.3 A route to broader discovery without relabeling scope

The scientific frontier is a sequence of executable extensions: new typed observables; temporal and causal models; conservation-aware operators; controlled apparatus adapters; richer hypothesis families; and adversarial tests whose outcomes may invalidate the whole representation. Each addition needs an observation contract, dimensional rules, resource limits and a falsification path. A claim of unrestricted discovery would exceed the current finite grammar and supplied observables. The research programme can pursue broader discovery while recording exactly what each release has earned.

7 Results: the incumbent contrast is not competitive Alpha

RETAINED RESULTS / LOSING AND ADVERSE OUTCOMES PRESERVED

The economic programme scales normalized design costs by

$$A_{\text{ref}} = \frac{10^{11}}{\sigma(450^4 - 3^4)} = 43\,006\,906.935 \text{ m}^2. \quad (7.1)$$

This is an authored 100-GW design programme, not annual revenue or installed electrical capacity. Mean costs are CA\$ 25.924 billion for the conservative incumbent, CA\$ 19.233 billion for selected Beta and CA\$ 19.232 billion for ASTERION before its extra overhead. Beta captures nearly the entire improvement over the incumbent.

After an assumed CA\$ 2 million incremental overhead, the competitive mean is CA\$ -0.806 million. Including a further CA\$ 3 million research allowance makes the first-programme mean CA\$ -3.806 million. No such monetary amount is a measured invoice. Real integration, financing, tax, lifetime and mission costs could change it materially.

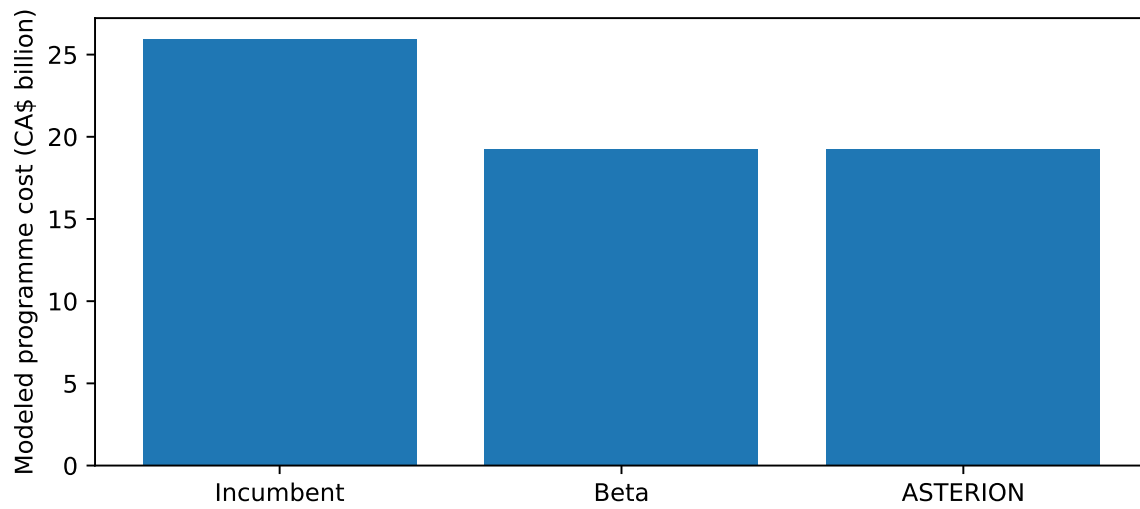


Figure 3. One-programme modeled costs. The large incumbent contrast must not obscure the much smaller candidate–Beta difference.

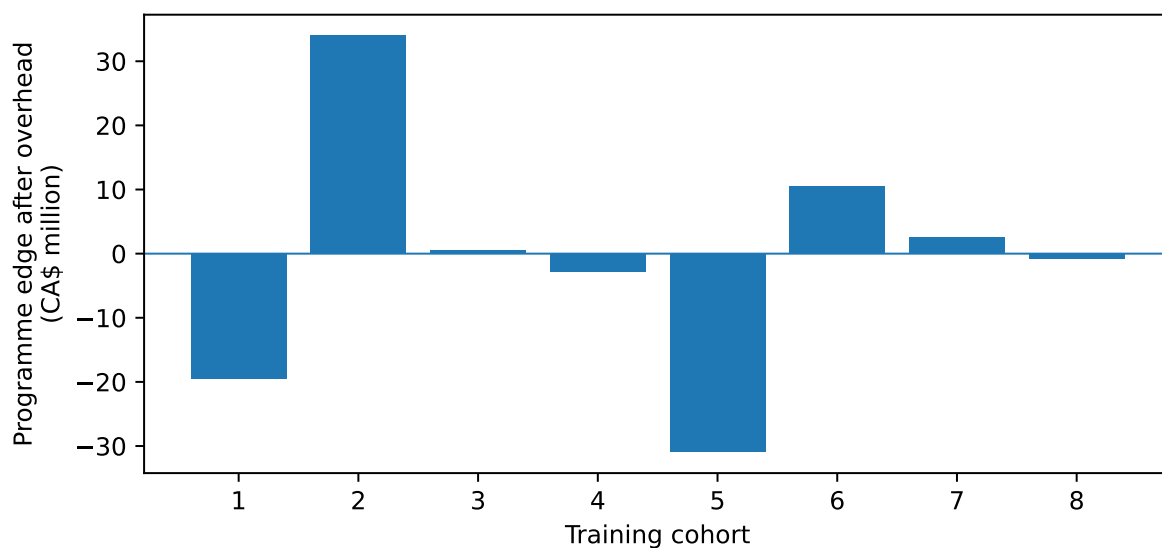


Figure 4. Eight cohort-level effects after overhead. Four are positive; the bootstrap interval crosses zero. These bars are not 2,048 independent training trials.

7.1 What the interval does and does not mean

The retained analysis resamples eight cohort mean effects using 10,000 bootstrap draws. Its conditional 95% interval is [CA\$ -13.325, CA\$ 12.085] million. The interval reflects the empirical distribution of those eight training cohorts in the authored world. It is not a distribution-free confidence guarantee, a bound on every future process, or an independent customer proof. Model selection history and common designer custody are not removed by a bootstrap.

7.2 Adversarial evidence changes the admission decision

All eight selected equations pass the nominal local threshold. All 6,144 accounting reconstructions agree, and all 672 injected ledger faults are detected. However, replacing the material response by

$$\varepsilon_{\text{shift}}(u, d) = \varepsilon_{\star}(u, d) - 0.081\{d > 1.4\} \quad (7.2)$$

creates 599 initial shortfalls. They are not excused by post hoc paid area. If the mission's hard requirement is sufficient capacity at first deployment, the shifted regime fails. The current decision is therefore **nominal local model pass, competitive economic no-go, adverse transfer failure**. [2]

8 Alpha as a simultaneous decision certificate

NEW MATHEMATICAL CONDITION / NOT SATISFIED BY ASSERTION

A useful operational definition compares full mission utility with fixed feasible alternatives. Let $Z_{i,b}$ be the paired advantage of frozen candidate c over comparator b on independent challenge unit i , before declared incremental deductions K . Fix m comparators and let each $Z_{i,b} \in [a_b, b_b]$. The notation b_b is the upper bound, not a baseline label.

Proposition 8.1 (Finite-comparator lower certificate). If the challenger, comparators, ranges and protocol are fixed before protected case access, the challenge units are independent and identically distributed, and K is fixed, then with probability at least $1 - \alpha$,

$$\min_b \mathbb{E} Z_{i,b} - K \geq \min_b \left\{ \bar{Z}_b - (b_b - a_b) \sqrt{\frac{\log(m/\alpha)}{2n}} \right\} - K. \quad (8.1)$$

This is a one-sided Hoeffding bound and union bound, with no independence required *between comparators* on the same unit. [13] It is intentionally conservative. The independent unit must match the claim: episodes, production batches, sites or independently fitted cohorts cannot be interchanged. The present eight-cohort bootstrap is not this certificate.

A numerical lower bound alone is insufficient. Rights, evidence custody, physical constraints, security, recovery and accountable authorization are conjunctive gates, not weighted score components. The admission predicate is

$$\text{Admit}(c) = 1\{\text{LCB}_c > h\} \prod_{j=1}^J 1\{G_j(c) = \text{pass}\}. \quad (8.2)$$

Across successive releases, allocating α_g with $\sum_g \alpha_g \leq \alpha_{\text{total}}$ controls the union of covered false-admission events under the assumptions of each trial. It does not permit adaptive reuse of leaked holdouts. The owner must also refresh Beta when the market or internal method improves: a historical spread cannot authorize a present monopoly premium.

9 Strategic verification: the inspection contract

PROPOSED GAME-THEORETIC DESIGN / NO REAL CONTRACT EXECUTED

An institution with valuable claims attracts strategic behavior. A claimant may save effort by hiding a failure; a verifier may save effort by rubber-stamping; a sponsor may prefer a flattering comparator. Independent evidence custody and precommitted analysis reduce the opportunities for such behavior, but incentives still matter. The following model states exactly what an inspection instrument can establish.

9.1 Imperfect detection and collectible consequences

A risk-neutral claimant chooses honest reporting H or misrepresentation M . Relative to H , misrepresentation yields net private gain $g > 0$ before enforcement. The owner commits to audit probability q . Conditional detection rates are d for M and false-positive rate f for H , with $d > f$. An adjudicated, collectible amount S is enforced with probability e . Then

$$U(M) - U(H) = g - qe(d - f)S. \quad (9.1)$$

Proposition 9.1 (Inspection deterrence). Honest reporting is weakly optimal if $qe(d - f)S \geq g$. A feasible audit probability exists only if $e(d - f)S \geq g$. Strict inequality gives strict preference in this two-action model.

With purely illustrative $g = \text{CA\$}0.8$ million, $S = \text{CA\$}4$ million, $d = 0.90$, $f = 0.01$ and $e = 0.95$, the minimum is $q \approx 0.23655$. This is scenario arithmetic, not an estimated fraud probability or legal recommendation. Unlimited sanctions, perfect adjudication and collectible bonds must not be assumed when they do not exist.

False positives also impose a cost on honest participation. A sponsor minimizing total cost would include qfL_H for wrongful adverse outcomes, the cost of appeals, and qC_A for inspection itself. If $q_{\min} > 1$, the remedy is to reduce the exploitable gain, improve detection, narrow authority or reject the contract—not to claim that cryptographic signing fixes the incentive failure.

9.2 The verifier is also strategic

A verifier must not be paid merely because a candidate passes. Effort can instead be evaluated against separately adjudicated reference checks and actual custody obligations. Such checks must be disclosed as auditor controls, never mixed into customer-performance evidence. A corrupt coalition with gain g_C requires a separate residual detection and enforceability analysis; the single-claimant inequality does not make a system coalition-proof.

Future rents can support cooperation only while they are credible. If a deviation yields g now and causes loss of discounted continuation value δV with probability p , deterrence requires $g \leq p\delta V$. Reputation without costly consequences, persistent identity or independent detection may supply little of that value.

10 Calibrated beliefs, correlated evidence and coordination

10.1 A proper score rewards truthful beliefs, not certainty

Let $Y \in \{0, 1\}$ be a future, independently observed event, such as a specified batch meeting a predeclared threshold. An evaluator with belief p reports $r \in [0, 1]$ and receives quadratic score $S(r, Y) = s_0 - k(r - Y)^2$, $k > 0$. Then

$$\mathbb{E}_p S(p, Y) - \mathbb{E}_p S(r, Y) = k(r - p)^2 \geq 0. \quad (10.1)$$

This strictly proper score rewards reporting one's probability under risk neutrality and exogenous outcomes.[14] It does not make the belief correct, establish causal identification or remain incentive-compatible when the reporter can manipulate the outcome, the sample or the measurement apparatus. A proper score cannot replace source control.

10.2 A committee cannot average away shared failure

Suppose all verifiers fail together with probability ρ ; otherwise n odd verifiers have independent error probability p . The majority-error probability is

$$P_{\text{err}}(n) = \rho + (1 - \rho) \sum_{k=(n+1)/2}^n \binom{n}{k} p^k (1 - p)^{n-k} \geq \rho. \quad (10.2)$$

Figure 5 evaluates this declared mixture with $p = 0.1$ and $\rho = 0.02$. More correlated copies are not more independent evidence. Different prompts do not establish different custody, instruments, incentives or failure modes. The parameter ρ must be investigated; it is not estimated by this toy calculation.

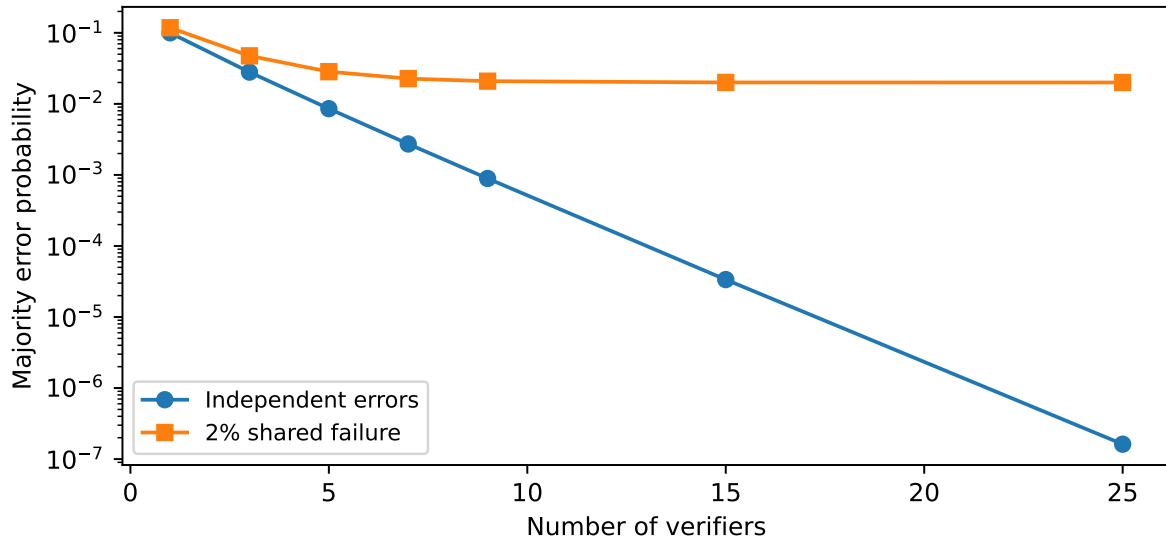


Figure 5. A declared 2% common-mode failure prevents committee error from vanishing. This is a model calculation, not an empirical verifier reliability estimate.

10.3 Correlated scheduling without confusing coordination and proof

A coordinator can improve scarce instrument allocation without controlling the scientific verdict. For finite actions and distribution $\mu(a)$, correlated-equilibrium obedience requires

$$\sum_{a_{-i}} \mu(a_i, a_{-i}) [u_i(a_i, a_{-i}) - u_i(a'_i, a_{-i})] \geq 0 \quad \forall i, a_i, a'_i. \quad (10.3)$$

This is the standard finite correlated-equilibrium condition.[15] In a two-laboratory scheduling example, each lab receives utility 2 when they use different time slots and 0 when they collide. Recommending (A, B) and (B, A) with equal probability gives utility 2 each and satisfies every obedience inequality. Independent uniform choices give expected utility 1 each.

The publication computes the four inequalities explicitly. This is a scheduling benefit, not independent validation or a declaration that the same mediator should control the candidate and its final verifier. Scientific custody can remain separated while calendars coordinate.

11 Research portfolios as potential games

FINITE MATHEMATICAL EXHIBIT / NOT AN EMPIRICAL LAW OF INSTITUTIONS

11.1 Aligning a laboratory with the portfolio

Let $s = (s_1, \dots, s_N)$ assign each laboratory to a mission or idle option. A disclosed portfolio potential $\Phi(s)$ values useful coverage and subtracts effort and congestion. The marginal-contribution utility

$$u_i(s) = \Phi(s) - \Phi(s_i^0, s_{-i}) \quad (11.1)$$

satisfies the exact potential identity

$$u_i(s'_i, s_{-i}) - u_i(s_i, s_{-i}) = \Phi(s'_i, s_{-i}) - \Phi(s_i, s_{-i}). \quad (11.2)$$

This aligns unilateral deviations with the declared potential.[16] It does not establish that Φ measures true scientific value, that utilities are budget-balanced payments, or that any local equilibrium is globally optimal. Feasible actions must still respect rights, experiment safety and resource constraints.

11.2 Asynchronous logit and the exact Gibbs identity

On a finite product action space, select one laboratory with fixed positive probability and redraw its action with

$$P_i(a_i | s_{-i}) = \frac{\exp(u_i(a_i, s_{-i})/\tau)}{\sum_{b_i} \exp(u_i(b_i, s_{-i})/\tau)}, \quad \tau > 0. \quad (11.3)$$

Proposition 11.1 (Finite logit stationary measure). For an exact potential game on a connected finite product space with these asynchronous updates, the chain is reversible and has unique stationary distribution

$$\pi_\tau(s) = Z_\tau^{-1} \exp(\Phi(s)/\tau). \quad (11.4)$$

For any probability mass function p , with Shannon entropy $H(p) = -\sum_s p(s) \log p(s)$,

$$[\mathbb{E}_{\pi_\tau} \Phi + \tau H(\pi_\tau)] - [\mathbb{E}_p \Phi + \tau H(p)] = \tau D_{\text{KL}}(p \| \pi_\tau) \geq 0. \quad (11.5)$$

The connection between stochastic strategic revision and statistical mechanics is established in the literature.[17, 16] Appendix E proves the specialized finite statement by detailed balance and direct expansion. If hard constraints disconnect the unilateral-move graph, uniqueness is only component-wise; unsupported global exploration must not be claimed.

Here τ has payoff units and H is dimensionless. It is not radiator temperature, heat or physical entropy. Equation (11.5) is an exact mathematical identity, not a physical law that makes an institution become truthful. In particular, concentration near a high potential can intensify exploitation of a misspecified scientific objective.

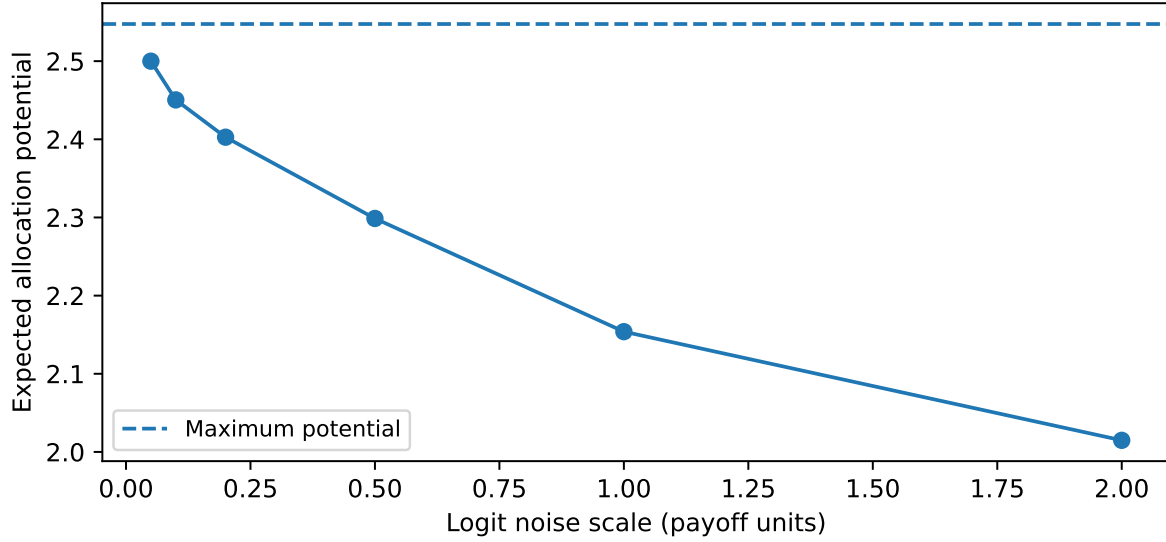


Figure 6. Four laboratories, two research missions and idle: 81 states. The publication checks 972 unilateral potential identities and six stationary measures. No laboratory behavior is empirically estimated.

12 Physical safety and institutional succession

12.1 A robust thermal barrier

For a proposed lumped thermal system $C\dot{T} = P_{\text{load}} + P_{\text{abs}} - Q_{\text{reject}}(T, u, \theta)$, let the safe set be $T \leq T_{\text{max}}$ and $h(T) = T_{\text{max}} - T$. Under a stated uncertainty set Θ , a sufficient differential condition is

$$\inf_{\theta \in \Theta} Q_{\text{reject}}(T, u, \theta) \geq P_{\text{load}} + P_{\text{abs}} - \kappa C(T_{\text{max}} - T), \quad \kappa > 0. \quad (12.1)$$

It implies $\dot{h} \geq -\kappa h$ and forward invariance when the dynamics are well posed, the condition is enforced continuously and feasible control exists. This is a thermal specialization of the control-barrier perspective.[18] Sampling, actuator delay, coolant constraints, uncertain absorption and unmodeled degradation can invalidate those premises. A controller must derate or enter a separately qualified safe mode when the constraint is infeasible; it must not optimize past an empty feasible set.

12.2 Authority is indexed by the exact release

Let a proof-bearing tuple be $\chi = (m, r, b, \mathcal{D}, \pi, v, \mathcal{E}, t_{\text{exp}})$: mission, release, baseline, evidence commitment, protocol, verifier, environment and expiry. Permission for action a requires every component to agree with the current operating state, together with the customer's policy and resource conditions.

$$\text{Allow}(a, t) = \mathbf{1}\{\text{Match}(\chi, t)\} \mathbf{1}\{t < t_{\text{exp}}\} \mathbf{1}\{a \in \mathcal{A}_{\text{policy}}(t)\} \mathbf{1}\{\text{RecoveryReady}(t)\}. \quad (12.2)$$

A descendant with $r' \neq r$ fails the match until new evidence and admission bind r' . It may inherit data, code, hypotheses and negative examples where rights permit; it does not inherit proof or authority. This is a formal restatement of the source doctrine, not a new claim that the ASTERION extension executed a live policy gateway.[1]

The owner sees capability, proof and authority as distinct state fields. A local model pass cannot be displayed as a production permit. A visually impressive interface must not show an Alpha claim as current while the comparative evidence is negative or expired. The purpose of institutional continuity is to preserve the ability to reconsider, not to preserve an obsolete answer.

13 From a new process advantage to productive capital

SEPARATE CONDITIONAL UNDERWRITING / NOT THE EXECUTED TRIAL'S RETURN

Valcourt's next high-value mission is not to relabel a near-tie as an exclusive breakthrough. It is to establish a genuinely new materials or process option—less degradation, lower unit cost, better yield, more robust operation—and compare it with refreshed Beta on equal feasible terms. The following ledger asks what such a future improvement would have to earn.

13.1 The conditional 2.5% case

Let $B = \text{CA\$ } 19.233$ billion denote the retained modeled Beta programme cost. A *new assumed* fractional advantage s yields gross room Bs . Deduct the following first-programme allowances and reserves, whose total is CA\$ 283 million.

Deduction	CA\$ million
Plant changes	110
External tests and qualification	20
Model, operator and maintenance	12
Transition work	18
Warranty-risk reserve	50
Imitation and drift reserve	70
Initial research allowance	3
Total	283

$$\Pi(s) = Bs - 283 \times 10^6, \quad s_{\text{break-even}} = \frac{283 \times 10^6}{B} = 0.014714 \dots \quad (13.1)$$

At $s = 0.025$, the conditional contribution is CA\$ 197.827 million. This is not a confidence bound, independently proven Alpha, a vendor quote or a tax calculation. No 2.5% improvement was discovered in the experiment. The expenditure schedule and uncertainty of benefit need separate underwriting before any commitment.

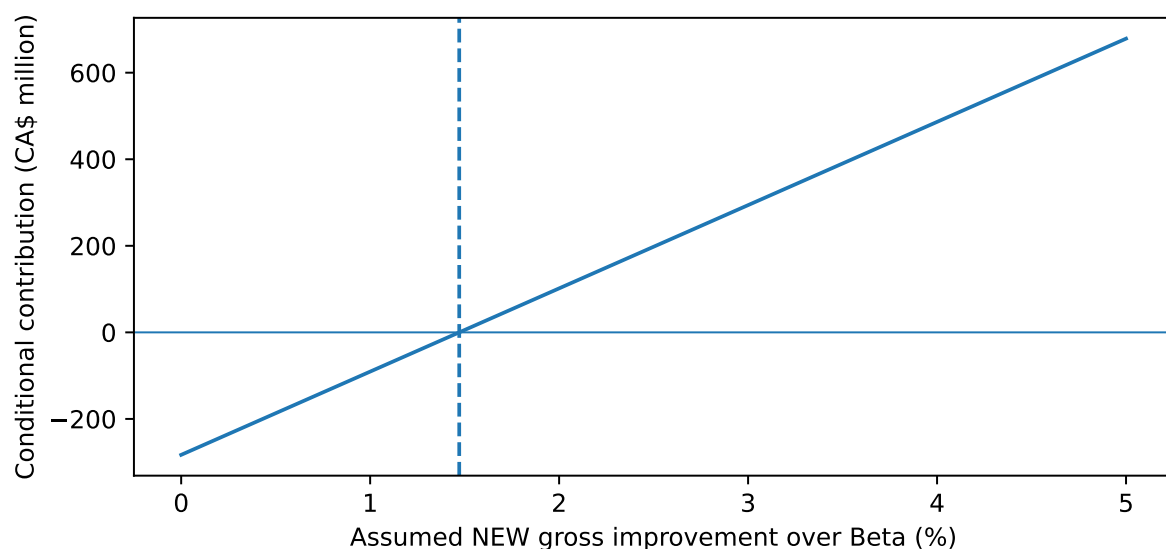


Figure 7. Separate hypothetical first-programme contribution. The crossing at 1.4714% is an assumption threshold, not an estimated probability of success.

13.2 Only accepted cash can finance the next capability

An invented conversion factor of 60% turns positive contribution into CA\$ 118.696 million of conditional available cash. The scenario assigns one half to replication/manufacturing, one quarter to science and proof, and one quarter to liquidity: CA\$ 59.348, CA\$ 29.674 and CA\$ 29.674 million. Negative contribution creates no positive reinvestment allocation.

These allocations do not purchase a factory whose cost exceeds the available envelope. They create a choice: accumulate accepted proceeds, secure separately approved financing, narrow the project or wait. Expected value and discounted valuation are not funds available for expenditure.

13.3 A resource-bounded capacity equation

Let B_t be cash, K_t commissioned productive capacity, z_t commitments to new capacity and ℓ a commissioning lag. In consistent time units,

$$\begin{aligned} B_{t+1} &= B_t + R_t^{\text{accepted}} + F_t - I_t - O_t - D_t, \\ K_{t+1} &= (1 - \delta)K_t + z_{t-\ell}, \\ z_t &\leq \min\{I_t/\kappa, M_t/\mu, E_t/e_K, \bar{F}_t, \bar{D}_t\}. \end{aligned} \tag{13.2}$$

Here F_t is explicitly authorized financing, O_t operating/research outflow, D_t distributions, κ capital per capacity unit, μ material intensity, e_K construction-energy intensity, and the barred quantities are fabrication and demand/commissioning limits. They are constraints in physical units, not monetary confidence scores. Instruments, skilled operators and raw materials cannot be synthesized by changing a portfolio valuation.

Proposition 13.1 (Positive growth mode with commissioning delay). In an ideal unsaturated continuous approximation, let $\dot{K}(t) = aK(t - \ell) - \delta K(t)$ with $a, \delta > 0$, $\ell \geq 0$. The real exponential growth mode satisfies

$$\lambda + \delta = ae^{-\lambda\ell}. \tag{13.3}$$

A positive real solution exists uniquely if and only if $a > \delta$. When it is positive, increasing ℓ decreases it.

For hypothetical $a = 0.08$ and $\delta = 0.03$ per year, the positive mode declines from 5% with zero lag to about 2.18% with twenty years of lag. Those are unsaturated mode calculations, not forecasts. Resource ceilings, opportunity erosion and finite demand prevent an unrestricted exponential extrapolation.

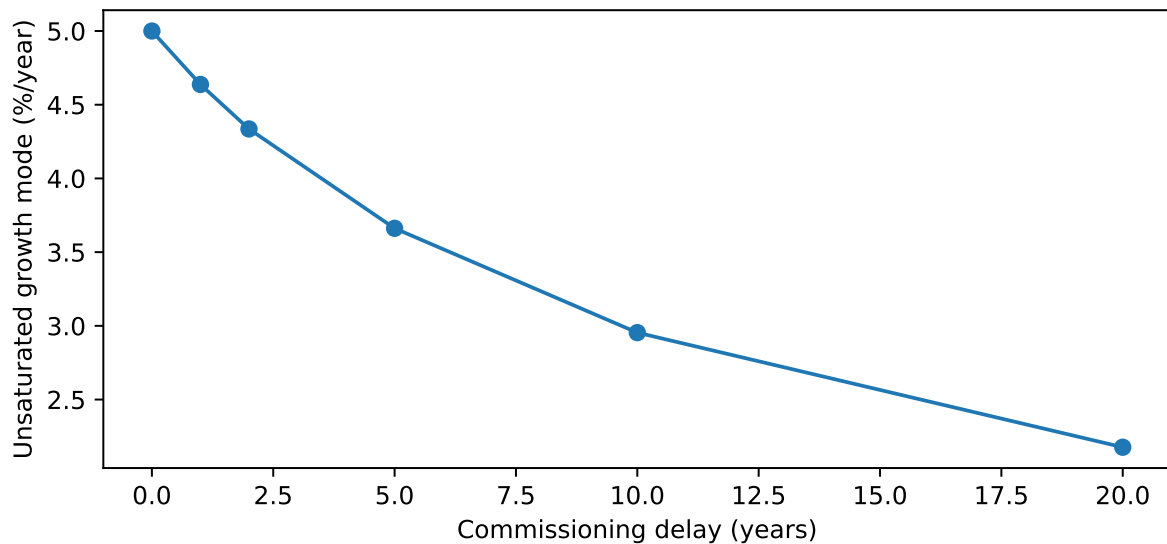


Figure 8. Commissioning lag reduces the positive real growth mode in the declared linear delay model. No stellar arrival date is inferred.

14 The stellar horizon: explicit power, heat, matter and latency

PROSPECTIVE RESOURCE ENVELOPE / NOT A CONSTRUCTION PLAN

The long-horizon use case is an estate capable of manufacturing its next scientific capability: more discriminating instruments, more reliable materials, more productive fabrication, more energy and more inspectable decision systems. Its distant form could include distributed collectors, computation, manufacturing, observatories and remote assembly. The aspiration is physically consequential; it is not a claimed outcome of owning the present software.

14.1 A consistent power account

Using IAU nominal solar luminosity $L_{\odot}^N = 3.828 \times 10^{26}$ W and nominal irradiance at 1 AU of 1361 W/m², the ideal projected collector area and stellar fraction for intercepted radiant power P are

$$A_{\text{collect}} = \frac{P}{1361 \text{ W/m}^2}, \quad f_{\star} = \frac{P}{L_{\odot}^N}. \quad (14.1)$$

These IAU values are exact nominal conversion standards, not instantaneous measurements.[19] If useful electrical power is required, a separately specified conversion efficiency and parasitic budget are needed. If that electricity is consumed locally, it eventually contributes to the estate's heat burden; it cannot be subtracted as though exported.

Illustrative $P = 10^{26}$ W envelope	Computed magnitude
Nominal stellar fraction	26.1%
Projected collection at 1 AU	$7.35 \times 10^{22} \text{ m}^2$
Effective emission, 450 K, $\varepsilon = 0.85$, 3 K sink	$5.06 \times 10^{22} \text{ m}^2$
Film-only mass at assumed 0.1 kg/m ²	$1.24 \times 10^{22} \text{ kg}$

The mass calculation adds collector and radiator areas and applies an invented common areal density. It excludes support, shielding, coolant, transmission, transport, control and repair systems. At substantial interception fraction, mutual shadowing, incoming irradiation and geometric consistency cannot be neglected. The scalar area estimate is a screening calculation, not evidence that a star-scale system is manufacturable.



Figure 9. Conceptual industrial estate, generated artwork. The image specifies no feasible orbit, deployment geometry, temperature, material or construction method.

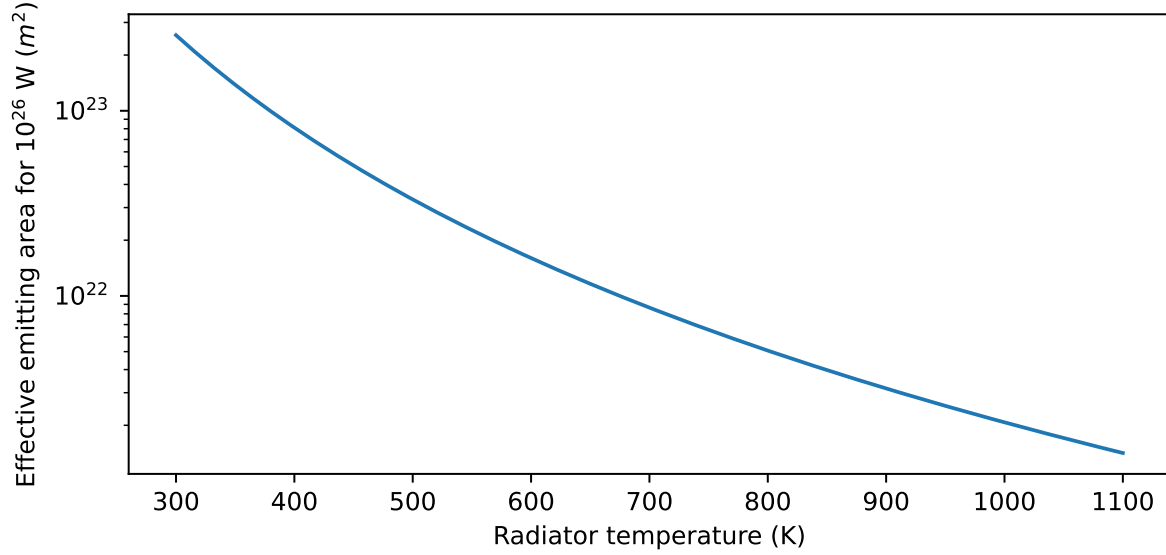


Figure 10. Ideal effective emitting area at fixed handled power, emissivity and sink. Higher temperature reduces area but requires separately qualified materials, conversion systems and thermal transport.

14.2 Area reduction is not free physical improvement

In the ideal cold-sink approximation, $A \propto T^{-4}$ and $\partial \log A / \partial \log T = -4$. Raising the radiator from 450 to 600 K reduces this modeled area to about 31.6% of its original value. But a design utility must also include material degradation, allowable temperatures, work-conversion losses and heat transport. Maximizing temperature without those constraints is another form of objective exploitation.

For a radially illuminated thin element with areal density Σ and radiation-pressure factor $\xi \in [0, 2]$, a simple force comparison gives

$$a_{\text{rad}} = \frac{\xi L}{4\pi r^2 c \Sigma}, \quad \beta_{\text{rad}} = \frac{a_{\text{rad}}}{GM/r^2} = \frac{\xi L}{4\pi c GM \Sigma}. \quad (14.2)$$

Making a film arbitrarily light changes its orbital dynamics; it is not merely a reduction in a mass ledger. This relation assumes radial illumination and omits orientation, drag, shadowing and active control. A credible assembly mission needs its own dynamical and reliability model.

14.3 Finite signal speed changes the governance topology

If a safety response requires a round trip across distance D and local computation/actuation time t_a , a necessary timing condition is

$$\frac{2D}{c} + t_a \leq \tau_{\text{safe}}. \quad (14.3)$$

A delay-sensitive local interlock cannot depend on a distant committee completing an impossible round trip. Distributed authority leases, local hard limits and asynchronously reconciled evidence become engineering necessities. Larger physical scale therefore motivates a federation of bounded institutions, not one omnipresent controller.

15 The optimal owner programme and the route to admission

ACTIONABLE RESEARCH DESIGN / FUTURE GATES NOT YET PASSED

The next defensible mission begins with one observable bottleneck, not a promise to discover everything. For ASTERION it is a real thermal-surface or process intervention whose useful lifetime and cost can be measured. The owner requests an evidence package with calibrated instruments, traceable sample preparation, representative exposure and a separately governed comparison. The investigator must be allowed to return failure.

Gate	Decision evidence	What becomes permissible
Constitute	Mission, observables, property rights, comparator and explicit harm limits	Bounded evidence acquisition; no deployment
Form	Reproducible candidate programs, failed hypotheses, instrument uncertainty	Research and controlled experiment proposals
Freeze	Exact complete release, instrument/adapter versions, protocol and budgets	Protected comparative examination
Prove	Independent custody, fresh outcomes, current Beta, all hard gates and full costs	A scoped result or a failure receipt; no automatic authority
Admit	Named policy owner, target security, controls, incident process and recovery drill	Only the explicitly granted, expiring action envelope
Renew	Drift, changed economics, supplier changes, failure analysis and successor evidence	Fresh admission or contraction/retirement

A useful future Specialist ASI would be defined by the precise material family, observation contracts, process, domain, decision utility and validity window in which it earns superiority. It need not solve every science to be economically consequential. A high-value, repeatable narrow mission can finance more capable instruments and more ambitious successor missions, while each transfer remains a new proof obligation.[1]

The owner interface should make six questions answerable without reading a training log: What do we understand? What could falsify it? What decision changes? What does the best alternative cost? What authority exists now? What is the next accountable decision? The supplied bilingual Mission Command lab exposes the retained model, economic no-go, conditional frontier and physical horizon. It is a local research interface, not a signed production cockpit.

16 Limitations and the productive thesis

The experiment is deliberately synthetic and representable within supported operators. It demonstrates a workflow rather than a new material. The 64 observations labeled “stress” in native format are nominal samples; the separate degradation shift supplies the genuine adverse-regime test and fails it. The residual rule is heuristic, the domain screen finite, the comparator set nonexhaustive, and the confidence interval based on only eight cohorts. Same-host replay does not create independent custody.

The new physics propositions require their stated assumptions; they are not model-checked production firmware. The game-theoretic mechanisms assume specific action sets, beliefs, observability and enforcement. Coalition resistance, false positives, uncollectible guarantees, misspecified portfolio value and common-mode failure remain real design problems. The capital model is resource-constrained but still authored, and no horizon calculation establishes a construction schedule.

What the institution is for

The objective is not to preserve an impressive model. It is to preserve a disciplined capacity to turn the next important uncertainty into a test, the next useful result into a better decision, and the next accepted surplus into more capable instruments and productive assets.

ASTERION’s present achievement is concrete: neural-guided symbolic programs are trained, revised, used in decisions, compared and retained. Its present commercial verdict is also concrete: the observed proprietary Alpha claim does not pass. The future opportunity is to produce a genuine new material/process advantage and earn its admission. The long horizon is an expanding scientific industrial estate whose growth remains accountable to physics, competitive evidence and available resources.

Intelligence becomes a durable asset when the institution can keep discovering what is worth building—and retain the evidence needed to build the next generation better.

A Notation and units

Symbol	Meaning	Units
u, d	Recipe and exposure in the authored material model	1
$\varepsilon, \hat{\varepsilon}, \underline{\varepsilon}$	Actual, predicted and lower-design emissivity	1
T, T_s, T_0	Surface, radiative sink and reference-environment temperatures	K
Q, P	Heat-rejection demand; separately identified radiant or electrical power	W
A, a	Effective emitting area; normalized area	m ² ; 1
$p(u)$	Authored area price	CAD/m ²
$C_i, \mathcal{V}$	Heat capacity of node i ; thermal availability	J/K; J
F_{ij}, J_i	Radiation view factor; surface radiosity	1; W/m ²
$Z_{i,b}, K, h$	Paired utility advantage, deductions and admission hurdle	mission units
q, d, f, e, S, g	Inspection probability, sensitivity, false-positive rate, enforcement, collectible consequence, temptation; d here is not material exposure	declared
Φ, τ, H	Portfolio potential, logit noise scale and Shannon entropy	payoff; payoff; nat
B_t, K_t, ℓ	Cash, commissioned capacity and commissioning lag	CAD; capacity; time

The same letter may occur in separate conventional domains only with an explicit local definition. Thermodynamic entropy, Shannon entropy and a monetary reserve are not interchangeable quantities.

B Proofs of the area and regret conditions

B.1 Conservative area

Proof of Proposition 5.1. The uniform error premise gives $\varepsilon - 2\delta \leq \underline{\varepsilon} \leq \varepsilon$. All terms are positive because $\varepsilon \geq e_{\min} > 2\delta$. Hence $\varepsilon/\underline{\varepsilon} \geq 1$, which gives feasibility. Moreover

$$\frac{A_R}{A_*} = \frac{\varepsilon}{\underline{\varepsilon}} \leq \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 2\delta} \leq \frac{e_{\min}}{e_{\min} - 2\delta},$$

since $x/(x - 2\delta)$ is decreasing for $x > 2\delta$. No statistical estimation step appears in this proof; the uniform premise must be supplied separately. $\square$

B.2 A finite-design cost bound

Proof of Proposition 5.2. For each u ,

$$|\widehat{C}(u) - C(u)| = \frac{p(u)Q}{s_T} \frac{|\hat{\varepsilon}(u) - \varepsilon(u)|}{\hat{\varepsilon}(u)\varepsilon(u)} \leq M := \frac{p_{\max}Q\delta}{s_T e_0^2}.$$

Writing $u_* \in \arg \min C$, optimality of $\hat{u}$ gives

$$C(\hat{u}) \leq \widehat{C}(\hat{u}) + M \leq \widehat{C}(u_*) + M \leq C(u_*) + 2M.$$

An additive optimization tolerance η adds η to the regret bound. Different action menus or an erroneous feasible set do not satisfy this argument. $\square$

C Thermodynamic and barrier derivations

C.1 Dissipation of availability

Differentiate Equation (4.7), substitute conduction-only Equation (4.6), and pair the (i, j) and (j, i) terms:

$$\begin{aligned}\dot{V} &= \sum_i \left(1 - \frac{T_0}{T_i}\right) \sum_j K_{ij}(T_j - T_i) \\ &= \sum_{i < j} K_{ij}(T_j - T_i) T_0 \left(\frac{1}{T_j} - \frac{1}{T_i}\right) \\ &= -T_0 \sum_{i < j} K_{ij} \frac{(T_i - T_j)^2}{T_i T_j}.\end{aligned}$$

For general pairwise heat inflow $q_{ji} = -q_{ij}$ directed from hot to cold, the paired contribution is $T_0 q_{ji}(1/T_j - 1/T_i) \leq 0$. With external powers, the availability balance gains $\sum_i (1 - T_0/T_i)p_i$. Thus a positive supply term is priced as a physical input, not mistaken for spontaneous improvement.

C.2 Blackbody exergy algebra

In the specified blackbody reference construction, subtract the environmental energy flux and the environmental-temperature multiple of net entropy flux:

$$\begin{aligned}\dot{X} &= \sigma(T^4 - T_0^4) - T_0 \frac{4}{3} \sigma(T^3 - T_0^3) \\ &= \sigma T^4 \left[1 - \frac{4}{3}(T_0/T) + \frac{1}{3}(T_0/T)^4\right].\end{aligned}$$

No graybody entropy formula is obtained by simply multiplying this expression by emissivity. The boundary radiation field and optical modes must be specified before exergy is applied to an actual converter.

C.3 Thermal forward invariance

Equation (12.1) gives $\dot{h} \geq -\kappa h$ for every modeled uncertainty. Multiplying by $e^{\kappa t}$ yields $\frac{d}{dt}(e^{\kappa t} h(t)) \geq 0$, so $h(t) \geq h(0)e^{-\kappa t} \geq 0$ when $h(0) \geq 0$. The statement assumes a well-posed continuous trajectory, feasible enforcing control and no omitted disturbance outside Θ . It supplies no permission to ignore sample/hold error or actuator saturation.

D Statistical and strategic derivations

D.1 Simultaneous lower bounds

For fixed comparator b , Hoeffding gives

$$\Pr \left\{ \bar{Z}_b - \mathbb{E} Z_b > (b_b - a_b) \sqrt{\frac{\log(m/\alpha)}{2n}} \right\} \leq \alpha/m.$$

A union bound across m comparators yields simultaneous validity at least $1 - \alpha$. Taking the minimum across baselines and subtracting fixed K proves Proposition 8.1. If ranges or deductions were selected to favor the observed result, this proof would not apply.

D.2 Inspection and truthful reporting

Let honest reporting yield baseline payoff w before expected wrongful enforcement, and misrepresentation yield $w + g$ before expected valid enforcement. Then $U(H) = w - qefS$ and $U(M) = w + g - qedS$, giving Equation (9.1). The model assumes the stated gain and enforceability, not an arbitrary unlimited penalty.

For the quadratic score, $\mathbb{E}_p(r - Y)^2 = (r - p)^2 + p(1 - p)$. Subtracting the truthful report cancels $p(1 - p)$ and gives Equation (10.1). This elicits beliefs under the stated utility, not truth independent of measurement.

E Finite Gibbs derivation and its boundary

For states s, t differing only in player i 's action, the asynchronous selection probability of i and the conditional-logit denominator are identical in both directions. The potential identity therefore yields

$$\frac{P(s, t)}{P(t, s)} = \exp\left(\frac{\Phi(t) - \Phi(s)}{\tau}\right) = \frac{\pi_\tau(t)}{\pi_\tau(s)}.$$

Detailed balance follows. Positivity on the finite connected product space gives irreducibility and self-transitions give aperiodicity, establishing the unique stationary distribution. For the variational identity, expand

$$D_{\text{KL}}(p \| \pi_\tau) = \sum_s p(s) \log p(s) - \frac{\mathbb{E}_p \Phi}{\tau} + \log Z_\tau.$$

Since $\mathbb{E}_{\pi_\tau} \Phi + \tau H(\pi_\tau) = \tau \log Z_\tau$, Equation (11.5) follows. Vanishing τ concentrates stationary mass on global potential maxima in the finite connected case, but may make mixing very slow. This says nothing about the truth of the learned world or the independence of its evaluator.

The computed exhibit has four laboratories, actions 0, 1, 2 and

$$\Phi(s) = 3(1 - e^{-n_1(s)}) + 2.6(1 - e^{-n_2(s)}) - \sum_i c_i \mathbf{1}\{s_i \neq 0\}, \quad c = (.48, .57, .64, .73).$$

It checks all 972 unilateral action comparisons over 81 states; stationary, reversibility and variational residuals are evaluated for six positive noise scales. No equilibrium utilities are represented as monetary returns.

F Delayed productive reproduction

Substitute $K(t) = K_0 e^{\lambda t}$ into the ideal delay equation to obtain Equation (13.3). Define $f(\lambda) = \lambda + \delta - ae^{-\lambda\ell}$. Its derivative $f'(\lambda) = 1 + a\ell e^{-\lambda\ell} > 0$ makes the real root unique. Since $f(0) = \delta - a$ and $f(\lambda) \rightarrow +\infty$ as $\lambda \rightarrow +\infty$, the root is positive exactly when $a > \delta$. Implicit differentiation gives

$$\frac{d\lambda}{d\ell} = -\frac{a\lambda e^{-\lambda\ell}}{1 + a\ell e^{-\lambda\ell}} < 0 \quad (\lambda > 0).$$

The condition identifies a positive real mode in a linear unsaturated model. It is not a theorem of perpetual economic growth. Retirements, capacity constraints, cash delays, competing technologies and finite demand can dominate long before the formal mode is expressed at large scale.

G Complete cohort ledger

Values below are one-programme modeled advantages, in millions of Canadian dollars. Subtracting the additional three-million initial research allowance shifts each first-programme result by the same amount.

Cohort	Before overhead	After overhead	Shift failures	Selected Beta degree
1	−17.454	−19.454	69	2
2	36.011	34.011	68	2
3	2.488	0.488	82	2
4	−0.895	−2.895	89	2
5	−28.973	−30.973	65	4
6	12.574	10.574	75	2
7	4.642	2.642	74	3
8	1.156	−0.844	77	4
Mean	1.194	−0.806	599 total	

The eight independently generated training cohorts, not the 2,048 policy cases, are the resampling units for the retained interval. A positive model-level confidence interval under a fixed freeze would answer a different question from performance variability across new fitting cohorts. Both can matter to a customer; neither should replace the other without notice.

H Reproducibility, source map and checks

H.1 Read, inspect, reproduce

Open the package’s `START_HERE.html`. The PDF is the reading artifact; the LaTeX is the editable source. The original customer simulation is retained under `research/ASTERION_OMEGA_1_0`. Its own manifest, licence, negative result and interface remain intact. The publication’s new calculations are in `research/paper_analysis.py`.

Reproduction commands

```
python3 VERIFY_PACKAGE.py
cd research/ASTERION_OMEGA_1_0
python3 VERIFY_RELEASE.py
OPENBLAS_NUM_THREADS=1 OMP_NUM_THREADS=1 \
  python3 src/test_asterion.py
OPENBLAS_NUM_THREADS=1 OMP_NUM_THREADS=1 \
  python3 src/run_asterion.py --product product_snapshot \
  --out replay/new_run
```

Use a new output directory. Dependencies are not bundled; prepare the recorded Python 3.13 environment and approved packages in the retained requirements file. Windows shells use different environment-variable syntax. To recompute the paper’s analyses, run `python3 research/paper_analysis.py` from the publication root. Its charts require Matplotlib and its root calculation requires SciPy.

H.2 Fresh checks performed for this publication

The original 200-file capsule manifest verified successfully. All 24 customer-extension tests passed. The full eight-cohort experiment was rerun. Of its 95 tracked outputs, 94 match the retained bytes exactly; the

remaining product-binding file differs only in the displayed source-root name (`product_snapshot` rather than the earlier distribution directory), while its code hashes are unchanged. This path-label difference is disclosed rather than hidden in a byte-identity claim.

The publication-specific script passes 49 named checks, including recomputed cohort means and bootstrap interval, 972 potential deviations, six stationary/reversibility/variational tests, four correlated-obedience inequalities, inspection thresholds, common-mode floors, 2,000 thermal networks, 1,200 conditional area cases and six delay roots. These are finite numerical checks around proved or stated mathematical models, not a formal verification of the complete software stack.

The upstream report's 840 runtime and 106 research tests remain inherited records. Browser qualification in the original lab was partial; native local-file navigation was blocked by the authoring environment. This publication does not claim to close that operational gap. Hash agreement demonstrates integrity against a reference, not publisher authentication; independently trusted signatures would be a separate artifact.

H.3 Claim-to-artifact index

Claim or object	Inspection route inside the ZIP
Retained numerical result	research/ASTERION_OMEGA_1_0/ evidence/primary/SUMMARY.json
Every cohort and selected program	evidence/primary/COHORTS.json, cohort_00/ through cohort_07/
Individual design comparisons	evidence/primary/PAIRED_PLANS.csv
New mathematical calculations	research/paper_results/PAPER_ANALYSIS.json
Fresh experiment replay	assurance/EXPERIMENT_REPLAY.json
Rendered publication assurance	assurance/PUBLICATION_VALIDATION.json
Editable typesetting and figures	latex/, latex/figures/, artwork/

References

- [1] V. Boucher. *Neural-Symbolic SUCCESSOR Ω : Customer-Owned Mission Intelligence*. User-supplied definitive corporate white paper, 59 pages. Institutional design, not end-to-end validation. MONTREAL.AI, Aug. 25, 2026.
- [2] MONTREAL.AI. *ASTERION Ω : Executed Simulation 1.0 and Complete Evidence Capsule*. User-supplied archive. SHA-256: 2516f5d59879c015e32d878aa70d788f17cd12036a40974946161ca033ba6a8d. Synthetic, same-author evidence. Sept. 5, 2026.
- [3] MONTREAL.AI. *NEURAL-SYMBOLIC SUCCESSOR Ω v10.2: Discovery Milestone Validation*. User-supplied release validation. Upstream tests are inherited exhibits, not new production qualification. Sept. 5, 2026.
- [4] MONTREAL.AI. *SUCCESSOR Ω —ASTERION Ω : Publication-specific Mathematical Checks and Reanalysis*. Included `paper_analysis.py` and `PAPER_ANALYSIS.json`. New finite numerical checks; not a new customer trial. Sept. 5, 2026.
- [5] S. L. Brunton, J. L. Proctor, and J. N. Kutz. « Discovering governing equations from data by sparse identification of nonlinear dynamical systems ». In: *Proceedings of the National Academy of Sciences* 113.15 (2016), pp. 3932–3937. doi: 10.1073/pnas.1517384113. arXiv: 1509.03580.
- [6] S.-M. Udrescu and M. Tegmark. « AI Feynman: A physics-inspired method for symbolic regression ». In: *Science Advances* 6.16 (2020), eaay2631. doi: 10.1126/sciadv.aay2631. arXiv: 1905.11481.
- [7] H. Tang, D. Key, and K. Ellis. *WorldCoder, a Model-Based LLM Agent: Building World Models by Writing Code and Interacting with the Environment*. 2024. arXiv: 2402.12275.
- [8] NASA. *State-of-the-Art of Small Spacecraft Technology: 7.0 Thermal Control*. 2026. URL: <https://www.nasa.gov/smallsat-institute/sst-soa/thermal-control/> (visited on 09/05/2026).
- [9] Oak Ridge National Laboratory. *MEASUR Tools Suite: Physics Constants*. Rounded Stefan-Boltzmann constant used for SI calculations. 2026. URL: https://industrialresources.ornl.gov/measur/suite/docs/group__physics_constants (visited on 09/05/2026).
- [10] W. Wu and Y. Liu. « Radiation entropy flux and entropy production of the Earth system ». In: *Reviews of Geophysics* 48 (2010), RG2003. doi: 10.1029/2008RG000275.
- [11] A. N. Angelopoulos and S. Bates. *A Gentle Introduction to Conformal Prediction and Distribution-Free Uncertainty Quantification*. 2022. arXiv: 2107.07511.
- [12] D. Russo and B. Van Roy. « Learning to Optimize via Information-Directed Sampling ». In: *Operations Research* 66.1 (2018), pp. 230–252. doi: 10.1287/opre.2017.1663. arXiv: 1403.5556.
- [13] W. Hoeffding. « Probability Inequalities for Sums of Bounded Random Variables ». In: *Journal of the American Statistical Association* 58.301 (1963), pp. 13–30. doi: 10.1080/01621459.1963.10500830.
- [14] T. Gneiting and A. E. Raftery. « Strictly Proper Scoring Rules, Prediction, and Estimation ». In: *Journal of the American Statistical Association* 102.477 (2007), pp. 359–378. doi: 10.1198/016214506000001437.
- [15] R. J. Aumann. « Subjectivity and correlation in randomized strategies ». In: *Journal of Mathematical Economics* 1.1 (1974), pp. 67–96. doi: 10.1016/0304-4068(74)90037-8.
- [16] D. Monderer and L. S. Shapley. « Potential Games ». In: *Games and Economic Behavior* 14.1 (1996), pp. 124–143. doi: 10.1006/game.1996.0044.
- [17] L. E. Blume. « The Statistical Mechanics of Strategic Interaction ». In: *Games and Economic Behavior* 5.3 (1993), pp. 387–424. doi: 10.1006/game.1993.1023.
- [18] A. D. Ames, X. Xu, J. W. Grizzle, and P. Tabuada. « Control Barrier Function Based Quadratic Programs for Safety Critical Systems ». In: *IEEE Transactions on Automatic Control* 62.8 (2017), pp. 3861–3876. doi: 10.1109/TAC.2016.2638961. arXiv: 1609.06408.
- [19] E. E. Mamajek, A. Prsa, G. Torres, P. Harmanec, et al. *IAU 2015 Resolution B3 on Recommended Nominal Conversion Constants for Selected Solar and Planetary Properties*. 2015. arXiv: 1510.07674. URL: <https://arxiv.org/abs/1510.07674>.

SUCCESSOR Ω — ASTERION Ω

Le patrimoine scientifique et industriel

Modèles du monde exécutables. Physique utile à la décision.
Vérification stratégique. Expansion sous contraintes de ressources.



HORIZON CONCEPTUEL / IMAGE GÉNÉRÉE PAR IA. NON UN PLAN D'INGÉNIERIE.

Fiche de publication et contrat de lecture

Titre	SUCCESSOR Ω – ASTERION Ω
Sous-titre	Le patrimoine scientifique et industriel
Auteur	Vincent Boucher, Président, MONTREAL.AI & QUEBEC.AI
Édition	ASTERION-TR-02 / 1.0 / 5 septembre 2026
Implémentation	NEURAL-SYMBOLIC SUCCESSOR Ω 10.2.0
Source empirique	ASTERION Ω simulation 1.0 ; huit cohortes synthétiques
Statut	Manuscrit de recherche assisté par IA ; sans évaluation indépendante par les pairs

Cette monographie transforme une simulation client exécutée en un argument scientifique et institutionnel vérifiable. Elle conserve le résultat concurrentiel négatif de l’expérience. Elle ajoute des conditions mathématiques explicites pour un apprentissage utile, des décisions physiquement cohérentes, des incitations crédibles à la vérification et une expansion sous contraintes de ressources. Les propositions ajoutées sont démontrées ici comme des conséquences spécialisées de méthodes établies, et non présentées comme des mathématiques inédites.

La frontière de la preuve

Exécuté : entraînement neuronal local, recherche et révision symboliques, décisions thermiques et contrôles numériques. **Démontré sous hypothèses** : propositions conditionnelles et nouveaux calculs mathématiques finis. **Supposé** : propriétaire fictive, échelle du programme, prix et amélioration future distincte de 2,5%. **Prospectif** : matériaux réels, ASI spécialiste qualifiée indépendamment, déploiement opérationnel et infrastructure stellaire. Ces classes ne doivent pas être confondues.

La source architecturale distingue explicitement capacité, preuve et autorité, et définit l’ASI spécialiste comme un statut d’admission limité à une mission. Ses diagrammes des pages 12 et 21 organisent respectivement les plans institutionnels et séparent une version opérationnelle figée d’un successeur en apprentissage. Le présent article reprend ces distinctions ; l’extension cliente ASTERION n’exécute pas le processus final d’admission.[1]

Parcours propriétaire. Lire la synthèse décisionnelle, les sections 1, 7, 13–15 et la matrice de qualification. **Parcours recherche.** Lire les sections 3–6, 8–11 et les démonstrations en annexe. **Parcours implémentation.** Lire la filiation, le protocole exact, la carte des sources et les commandes de reproduction.

La couverture et les planches éditoriales sont des illustrations conceptuelles générées par IA et recadrées ; tous les graphiques sont calculés à partir de données ou d’équations divulguées. Aucune image n’est une photographie d’installation, un certificat d’essai ou un plan d’ingénierie à l’échelle. L’attribution à l’auteur est éditoriale, non une signature fabriquée. Les sources logicielles incluses conservent leur licence d’origine ; cette publication ne transfère ni racines institutionnelles, ni marques, ni droits de tiers, ni autorité opérationnelle.

Résumé

SUCCESSOR Ω —ASTERION Ω étudie une institution sous contrôle client qui convertit des observations en hypothèses exécutables, ces hypothèses en choix de conception physique, et des résultats qualifiés en moyens de financer de nouvelles recherches. Une expérience conservée utilise le moteur scientifique non modifié de NEURAL-SYMBOLIC SUCCESSOR Ω v10.2 et un adaptateur thermique et économique distinct. Huit cohortes entraînent huit guides neuronaux locaux et sélectionnent huit modèles symboliques d'émissivité après 10 696 ajustements natifs. L'ablation neuronale modifie l'observation proposée dans chaque cohorte. Un planificateur commun avec remédiation payante compare 2 048 décisions finales à un processus initial conservateur et à un Bêta sélectionné en développement.

À l'échelle supposée d'un programme de rejet thermique de 100 GW, l'écart de coût modélisé par rapport au processus initial atteint 6,692 milliards de dollars CA. L'écart moyen plus pertinent face à Bêta n'est que de 1,194 million avant surcoût et de -0,806 million après celui-ci ; l'intervalle bootstrap sur huit cohortes est de [-13,325 ; 12,085] millions. Un changement distinct de dégradation provoque 599 déficits initiaux de capacité. La réussite prédictive nominale et la cohérence comptable n'établissent donc ni Alpha concurrentiel ni qualification en régime adverse. Ces résultats défavorables font partie de la contribution.[2]

L'analyse formelle relie rayonnement thermique spectralement pondéré, radiosité, dissipation d'exergie et barrières thermiques robustes à une incertitude pertinente pour la décision. Elle établit des bornes conservatrices de surface et de regret, un certificat simultané face aux comparateurs, une condition de dissuasion dans un jeu d'inspection avec faux positifs et exécution imparfaite, l'élicitation par scores propres, la planification corrélée et la relation exacte jeux de potentiel–Gibbs sous dynamique logit asynchrone finie. Un modèle retardé de conversion du capital en capacité rend la croissance non saturée conditionnelle à une reproduction supérieure au retrait, tout en conservant les contraintes de trésorerie, de matière, d'énergie et de débit. Ces modèles ne sont pas présentés comme des contrôles de production implémentés.

Un cas de souscription distinct demande ce qu'une *nouvelle* amélioration de procédé de 2,5%, établie indépendamment face à un Bêta actualisé, pourrait financer : 197,827 millions de contribution conditionnelle au premier programme après 283 millions de coûts et de réserves déclarés. Aucune telle amélioration n'a été découverte ici. L'horizon est un patrimoine scientifique et industriel qui élargit ses missions réalisables vers des réseaux productifs d'échelle stellaire, avec puissance, chaleur, surface, masse et délai de signal explicites. Aucune découverte sans restriction, ASI spécialiste indépendante, valeur Alpha client réelle ou autorité de production n'est revendiquée.

Mots-clés. Découverte neuro-symbolique ; émissivité ; conception robuste ; jeux d'inspection ; équilibre corrélé ; apprentissage stratégique ; Alpha de mission ; succession institutionnelle ; capacité productive.

Synthèse décisionnelle : que vaut-il la peine de posséder ?

L'objectif de la propriétaire

Posséder la capacité de découvrir ce qui mérite de devenir un actif productif—et conserver assez de preuves pour remplacer sa propre compréhension lorsque la réalité la contredit.

L'usage le plus utile de la version présente est un programme rigoureux de recherche et de conception. Le client n'achète ni garantie de supériorité ni permission d'automatiser des actes conséquents. L'actif réutilisable est une démarche scientifique transparente, une archive de programmes ajustés et rejetés, et la capacité pratique de reproduire une comparaison décisionnelle. Sa valeur peut résider dans l'apprentissage, les dépenses évitées ou une meilleure conception ; chaque affirmation financière exige néanmoins son propre contrefactuel.

Quantité pertinente pour la décision	Résultat conservé
Moyenne concurrentielle après surcoût	CA\$ -0.806 million
Moyenne du premier programme après recherche	CA\$ -3.806 millions
Cohortes positives après surcoût	4 / 8
Déficits initiaux sous dégradation modifiée	599 / 2 048
Alpha client actuellement crédité	CA\$ 0
Amélioration nouvelle nécessaire au seuil du cas distinct	1.4714%

Conserver : artefacts entraînés, comparateur portable, éléments négatifs, contrôles comptables et justification de l'expérience suivante. **Ne pas promouvoir** : l'affirmation d'Alpha propriétaire actuelle ou le déploiement en régime modifié. **Étudier ensuite** : une amélioration réelle de matériau ou de procédé qui élargit les conceptions disponibles et résiste à une comparaison actualisée à information égale.

L'écart de 6,692 milliards face au processus initial, le résultat concurrentiel de $-0,806$ million et le cas futur conditionnel de 197,827 millions répondent à des questions différentes. Ils ne sont ni additifs ni interchangeables. Une institution réussie peut rejeter son candidat actuel sans abandonner sa mission plus vaste.

Table des matières

Fiche de publication et contrat de lecture	i
Résumé	ii
Synthèse décisionnelle	iii
1 L'institution qui apprend ce qu'il faut construire	1
2 Ce qu'exécute réellement l'expérience conservée	2
3 Une hypothèse qui modifie une décision	3
4 Physique thermique : d'un scalaire à une enveloppe physique	4
5 Incertitude décisionnelle et conséquences physiques payées	6
6 La découverte scientifique comme problème de décision	7
7 Résultats : l'écart au processus initial n'est pas l'Alpha concurrentiel	8
8 L'Alpha comme certificat décisionnel simultané	9
9 Vérification stratégique : le contrat d'inspection	10
10 Croyances calibrées, preuves corrélées et coordination	11
11 Les portefeuilles de recherche comme jeux de potentiel	12
12 Sécurité physique et succession institutionnelle	13
13 D'un nouvel avantage de procédé au capital productif	14
14 L'horizon stellaire : puissance, chaleur, matière et latence explicites	16
15 Le programme optimal de la propriétaire et la voie d'admission	19
16 Limites et thèse productive	20
A Notations et unités	21
B Démonstrations des conditions de surface et de regret	21
C Démonstrations thermodynamiques et de barrière	22
D Démonstrations statistiques et stratégiques	22
E Démonstration de Gibbs finie et ses limites	23
F Reproduction productive retardée	23
G Registre complet des cohortes	24
H Reproductibilité, carte des sources et contrôles	24
Références	26

1 L'institution qui apprend ce qu'il faut construire

SCÉNARIO PROPRIÉTAIRE / CONTEXTE FICTIF, NOYAU DE RECHERCHE EXÉCUTÉ

La Dre Adrienne Valcourt, physicienne-ingénieure fictive, contrôle un groupe industriel doté de 180 milliards de dollars CA d'actifs productifs. L'énergie, le calcul, la fabrication de précision et l'aérospatiale partagent un problème récurrent : le capital existe avant que le groupe sache quelle conception physique le mérite. Son mandat n'est pas de maximiser la taille d'un modèle. Il consiste à acquérir une compréhension qui modifie une décision importante, à établir sa valeur et à conserver la méthode au fil des générations de fournisseurs et de chercheurs.

La première mission constituée

Choisir une recette de matériau et une surface émissive effective satisfaisant une exigence thermique stipulée à un coût de programme défendable. Exposer les observations susceptibles de réfuter le modèle. Facturer les déficits et leur remédiation. Comparer à une solution compétente disposant des mêmes informations et options réalisables. N'activer aucun appareil, approvisionnement ou actionneur de production.

Le programme thermique est construit à l'échelle de 100 GW de *rejet de chaleur* agrégé, et non de production électrique. Cette échelle amplifie les conséquences économiques pour les rendre inspectables ; elle ne prouve ni installation construite, ni durée de vie utile, ni prix de marché, ni contrat client. La frontière de déploiement reste celle de la recherche.

1.1 Une démarche possédée, non un champion permanent

Les objets durables sont la Constitution de mission, les contrats de preuve, les programmes des modèles, les paramètres entraînés, les configurations des comparateurs, les essais, les registres décisionnels et l'historique des révisions. La simulation présente produit plusieurs de ces objets. Elle n'établit pas la propriété juridique par une simple exportation de fichiers et n'active pas l'intégralité du plan de contrôle institutionnel. Les limites de licence et de droits d'origine demeurent applicables.[1, 2]

La propriétaire optimale achète le meilleur Bêta approprié lorsque la possession ne justifie pas son coût complet. Elle finance de nouvelles recherches lorsqu'une modification réelle des possibilités physiques ou des procédés pourrait créer un avantage difficile à reproduire immédiatement. Une institution de découverte n'est économiquement rationnelle que tant que ses bénéfices informationnels et décisionnels attendus justifient ses coûts d'expérimentation, d'intégration et de gouvernance.

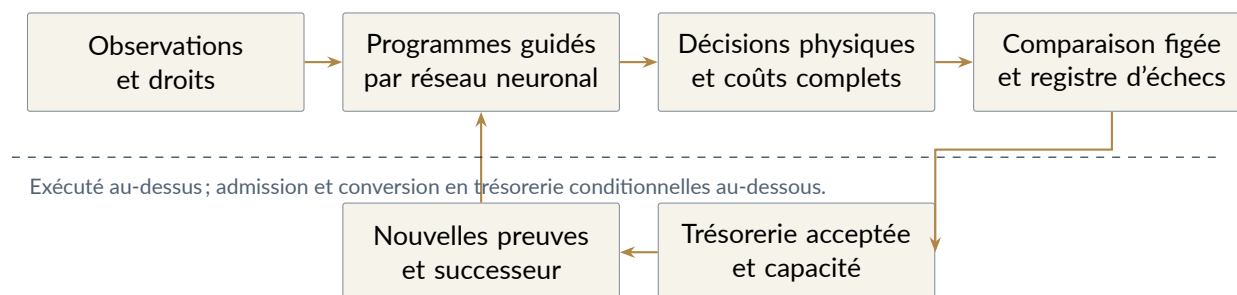


Figure 1. Parcours de la découverte à la capacité. La branche inférieure est une continuation institutionnelle prospective, non un connecteur financier ou de production exécuté.

2 Ce qu'exécute réellement l'expérience conservée

MÉTHODE EMPIRIQUE CONSERVÉE / PREUVES SYNTHÉTIQUES SOUS CONTRÔLE DU MÊME AUTEUR

2.1 Filiation et répartition de l'implémentation

Couche	Rôle effectif
SUCCESSOR Ω v10.2	Recherche scientifique native non modifiée, ajustement des coefficients, expansion bornée de grammaire, entraînement neuronal, classement des expériences et identité des modèles.
ASTERION 1.0	Mission thermique cliente, données synthétiques, resélection selon l'utilité, filtre de domaine fini, marge résiduelle commune, planificateur recette/surface et contrôle économique.
Cette monographie	Réanalyse des traces, conditions formelles physiques, ludiques et économiques, contrôles numériques finis. Aucun moteur de production modifié.

L'étude conserve 55 fichiers sources internes sans modification. Un rapport amont déclare 840 tests d'exécution et 106 tests de recherche ; ces nombres ne sont pas requalifiés en nouvelle validation ASTERION. La présente publication réexécute les 24 tests de l'extension cliente et l'expérience à huit cohortes dans l'environnement de rédaction disponible, séparément des nouveaux calculs mathématiques.[2, 3, 4]

2.2 Le matériau construit et les observations

La référence est une réponse scalaire stationnaire, non une loi de matériau découverte ni un modèle dynamique complet du monde :

$$\varepsilon_*(u, d) = 0.62 + 0.28u - 0.16u^2 - 0.09d - 0.055ud, \quad (u, d) \in [0, 1] \times [0, 2]. \quad (2.1)$$

La recette u , l'exposition d et l'émissivité sont sans dimension. Le bruit indépendant des éprouvettes a un écart-type de 0,002. Le concepteur a choisi un monde compatible avec des polynômes et accessible au langage du moteur. Les prédicteurs ne reçoivent pas les coefficients de référence à l'inférence ; les connaissances du concepteur limitent néanmoins l'indépendance et la généralisation.

Partition par cohorte	Lignes	Usage
Entraînement	73	24 initiales, 48 supplémentaires, une mesure active sans bruit
Sélection	48	16 initiales et 32 supplémentaires
Calibration	64	Règle commune de marge résiduelle finie
Test final réservé	128	Évaluation prédictive nominale
Champ natif « stress »	64	Observations nominales supplémentaires, non un régime modifié
Cas décisionnels de développement	96	Sélection cliente selon l'utilité
Cas décisionnels finaux	256	Comparaison appariée et défi de changement distinct

Huit cohortes utilisent la graine $881034 + 1000k$, $k = 0, \dots, 7$. Le protocole conservé fixe la grammaire, les sélecteurs et l'échelle économique avant la génération des cas finaux. Il n'a pas été préenregistré extérieurement. Un pilote exploratoire, un arrêt de schéma avant ajustement et des corrections ultérieures de métadonnées et de vérificateur sont divulgués dans le journal de développement. Réexécuter les mêmes cohortes établit une répétabilité, non une preuve indépendante nouvelle.

2.3 Recherche, filtrage et solutions concurrentes sérieuses

La recherche native visite des sous-ensembles d'expressions de degré maximal trois et de six termes. L'adaptateur client réajuste ces structures sur les données d'entraînement, filtre 121 points du domaine incluant les bornes, calibre une marge résiduelle et sélectionne selon le coût décisionnel moyen en développement. Les choix natifs par défaut et les artefacts retenus par le client restent distincts. Filtrer des points finis n'est pas démontrer une borne globale.

Bêta reçoit les mêmes observations, la même marge, le même menu de 21 recettes et le même objectif de développement. Treize solutions comprennent les régressions polynomiales régularisées de degrés un à quatre, chacune avec régularisation 10^{-4} , 10^{-2} , 1, et un modèle ExtraTrees. Tous les Bêta sélectionnés sont des polynômes portables. C'est une comparaison finie sérieuse, non un accès exhaustif à tous les spécialistes ou services commerciaux actuels.

3 Une hypothèse qui modifie une décision

APPRENTISSAGE EXÉCUTÉ / NON UNE NOUVELLE LOI PHYSIQUE

La première cohorte sélectionne initialement

$$\hat{\varepsilon}_0(u, d) = 0.15136092u + 0.63657398 \cos d. \quad (3.1)$$

Un substitut neuronal entraîné participe au classement d'une mesure candidate. La mesure sélectionnée est $(u, d) = (0, 3090381; 1, 8482457)$, où l'erreur du parent vaut environ 0,62108. Supprimer le signal neuronal modifie la mesure retenue dans les huit essais. Cette ablation établit une participation computationnelle, non l'optimalité du plan d'expérience.

Le successeur choisi par le client dans la première cohorte est

$$\begin{aligned} \hat{\varepsilon}_1(u, d) = & 0.35456635 - 0.088555234d - 0.05746792du \\ & + 0.25975967 \sin u + 0.25411387 \cos u + 0.01090814e^u. \end{aligned} \quad (3.2)$$

Le programme est directement utilisé dans le calcul de recette et de surface. Ses termes transcendants ajustés constituent une approximation dans le domaine autorisé, non une explication causale d'un revêtement. Une représentation symbolique utile peut rester scientifiquement provisoire. La figure 2 compare les programmes figés à la référence construite sur une coupe déclarée.

L'ensemble compte 10 696 ajustements natifs, 104 ajustements Bêta et huit guides neuronaux entraînés. Chaque guide possède 81 poids et biais ajustés, plus un état de normalisation. Le résultat démontre un calcul neuro-symbolique borné sans appel à un fournisseur neuronal externe. Il ne démontre ni découverte théorique sans restriction, ni invention autonome de capteurs, ni connecteur de laboratoire.[2]

La régression symbolique, l'identification parcimonieuse et les modèles du monde synthétisés en programmes offrent des précédents pertinents. Leurs méthodes sont distinctes : une carte statique d'émissivité ajustée n'est pas un modèle dynamique SINDy, et le moteur numérique local n'est pas WorldCoder. ASTERION partage une discipline—des programmes explicites aux conséquences testables—sans attribuer au produit les gains expérimentaux d'un autre système.[5, 6, 7]

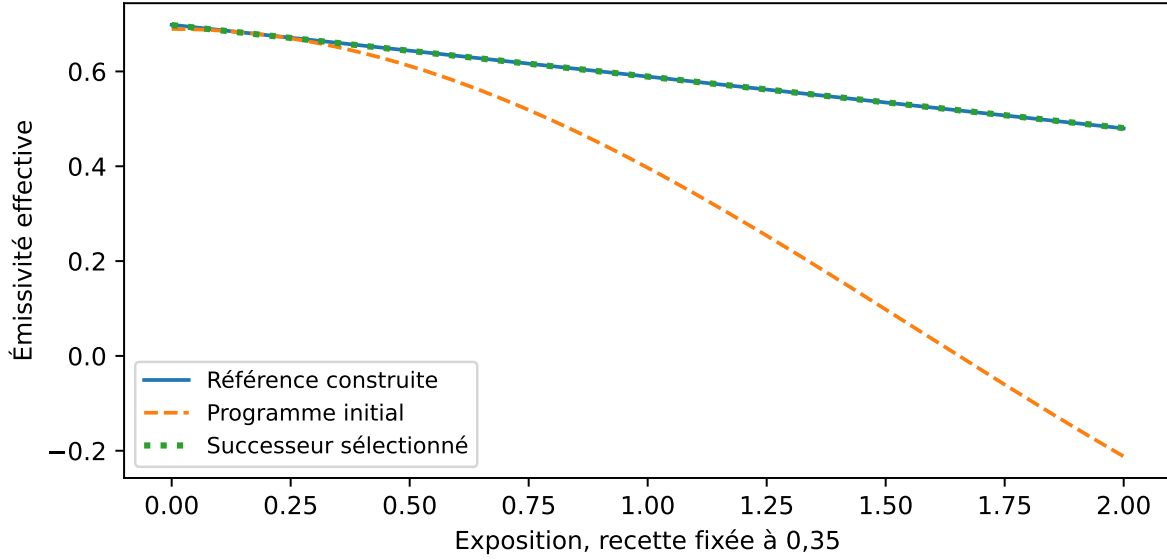


Figure 2. Programmes conservés à recette fixe $u = 0,35$. Courbes recalculées à partir des artefacts figés ; la référence est synthétique.

4 Physique thermique : d'un scalaire à une enveloppe physique

NOUVEAU TRAITEMENT FORMEL / NON UN CONTRÔLE D'INSTALLATION IMPLÉMENTÉ

4.1 La pondération spectrale importe

L'exitance spectrale hémisphérique émise par un corps noir est

$$M_{\lambda}(T) = \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5} \left[\exp\left(\frac{hc}{\lambda k_B T}\right) - 1 \right]^{-1}. \quad (4.1)$$

Une émissivité effective dépendant de la température est une intégrale pondérée,

$$\varepsilon_{\text{eff}}(T) = \frac{\int_0^{\infty} \varepsilon_{\lambda}(T) M_{\lambda}(T) d\lambda}{\sigma T^4}. \quad (4.2)$$

L'absorptance solaire et l'émittance infrarouge utilisent généralement des pondérations spectrales différentes. Même lorsque réciprocité et équilibre thermique justifient l'égalité de l'absorptance et de l'émissivité à une longueur d'onde et une direction données, elles n'imposent pas l'égalité de leurs valeurs intégrées solaires et thermiques. La référence de contrôle thermique de la NASA souligne ces rôles distincts.[8]

ASTERION ajuste uniquement un scalaire effectif à une température stipulée. Une institution de matériaux transférable aurait besoin de dépendances spectrales, angulaires, thermiques, d'exposition et de procédé, avec étalonnage instrumental et observations identifiables. Ces mesures sont des exigences proposées, non des données cachées dans l'étude livrée.

4.2 Radiosité et géométrie manquante

Dans une enceinte grise diffuse, la radiosité J_i et l'irradiation G_i d'une surface vérifient

$$J_i = \varepsilon_i \sigma T_i^4 + (1 - \varepsilon_i) G_i, \quad G_i = \sum_j F_{ij} J_j, \quad Q_i = A_i (J_i - G_i). \quad (4.3)$$

Les facteurs de forme doivent respecter $F_{ij} \geq 0$, la fermeture $\sum_j F_{ij} = 1$ et la réciprocité $A_i F_{ij} = A_j F_{ji}$. Pour un modèle fermé à deux surfaces grises diffuses, la forme résistive est

$$Q_{12} = \frac{\sigma(T_1^4 - T_2^4)}{\frac{1-\varepsilon_1}{A_1 \varepsilon_1} + \frac{1}{A_1 F_{12}} + \frac{1-\varepsilon_2}{A_2 \varepsilon_2}}. \quad (4.4)$$

Il s'agit d'un modèle déclaré de surfaces isothermes grises et diffuses, non d'une solution générale du transfert optique. La relation ASTERION d'origine est sa limite beaucoup plus simple vers un puits idéal :

$$Q = \varepsilon \sigma A (T^4 - T_s^4), \quad F = 1. \quad (4.5)$$

La constante numérique arrondie vaut $\sigma = 5,670374419 \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$. [9] Une surface émissive effective n'est pas nécessairement une emprise déployée. Émission sur deux faces, irradiation mutuelle et lumière solaire incidente doivent être traitées avant d'interpréter une surface comme du matériel.

4.3 Énergie transitoire et admissibilité thermodynamique

Une extension proposée de réseau thermique porterait un état $T_i > 0$, une capacité thermique $C_i > 0$, une conductance symétrique $K_{ij} \geq 0$ et une puissance extérieure nette p_i :

$$C_i \dot{T}_i = p_i + \sum_j K_{ij} (T_j - T_i) + \sum_j q_{ji}^{\text{rad}}. \quad (4.6)$$

L'échange antisymétrique $q_{ji}^{\text{rad}} = -q_{ij}^{\text{rad}}$ conserve l'énergie interne. Pour un réseau conductif sans apport, définissons la disponibilité relativement à une température fixe $T_0 > 0$:

$$\mathcal{V}(T) = \sum_i C_i [T_i - T_0 - T_0 \log(T_i/T_0)] \geq 0. \quad (4.7)$$

Proposition 4.1 (Dissipation de la disponibilité thermique). Pour des capacités thermiques constantes, des conductances symétriques positives ou nulles et aucun apport ni terme radiatif,

$$\dot{\mathcal{V}} = -T_0 \sum_{i < j} K_{ij} \frac{(T_i - T_j)^2}{T_i T_j} \leq 0. \quad (4.8)$$

L'annexe C fournit la démonstration. Le même signe vaut pour un rayonnement passif pair à pair dont le flux va du plus chaud au plus froid. La publication vérifie l'identité sur 2 000 réseaux conductifs finis aléatoires ; ce calcul ne prouve pas un système fabriqué. Une hypothèse symbolique violant la direction passive du transfert doit échouer avant que son bénéfice économique apparent n'atteigne le planificateur.

4.4 La puissance rayonnée n'est pas du travail utile

Pour un champ idéal de rayonnement de corps noir, les flux d'énergie et d'entropie sont proportionnels à σT^4 et à $\frac{4}{3} \sigma T^3$. Relativement à un environnement de corps noir T_0 , leur combinaison idéale d'exergie est

$$\dot{X} = \sigma T^4 \left[1 - \frac{4}{3} \frac{T_0}{T} + \frac{1}{3} \left(\frac{T_0}{T} \right)^4 \right]. \quad (4.9)$$

C'est une identité de référence pour corps noir, non le rendement d'un collecteur solaire, d'un spectre dilué arbitraire ou d'un film gris. L'entropie spectrale et directionnelle du rayonnement exige un traitement supplémentaire. [10] Elle empêche d'assimiler silencieusement rayonnement capté, électricité, chaleur de basse température et trésorerie à une quantité interchangeable.

5 Incertitude décisionnelle et conséquences physiques payées

5.1 La règle décisionnelle exécutée

Pour chaque recette, l'adaptateur construit $\underline{\varepsilon} = \hat{\varepsilon} - m$, avec $m = \max(0, 004, \max |\text{résidu de calibration}|)$. Il admet les prédictions finies satisfaisant $0, 1 < \underline{\varepsilon} < 1$, choisit la moins coûteuse de 21 recettes et fixe une surface normalisée $a = 1/\underline{\varepsilon}$. Le prix surfacique construit est

$$p(u) = 240 + 45u + 35u^2 \quad [\text{CAD}/\text{m}^2]. \quad (5.1)$$

Après fourniture de l'émissivité réelle par la référence synthétique, le registre calcule

$$\begin{aligned} z &= a\varepsilon, & s &= (1 - z)_+, & a_{\text{extra}} &= s/\varepsilon, \\ C &= ap(u) + 1.6a_{\text{extra}}p(u), & z_{\text{final}} &= (a + a_{\text{extra}})\varepsilon. \end{aligned} \quad (5.2)$$

Cette règle préserve la distinction demandé–livré–payé. Un déficit demeure un événement initial adverse même si le registre simplifié peut acheter assez de surface pour corriger l'arithmétique. Il ne démontre ni réparation en temps réel ni admissibilité dans une mission critique.

Ici, C est un coût normalisé par mètre carré de surface de référence ; le produit par A_{ref} donne des dollars CA du programme. Les cas finaux d'exposition sont des scénarios alternatifs du même programme, non des installations supplémentaires de 100 GW à additionner.

5.2 Un certificat conservateur sous une hypothèse plus forte

Proposition 5.1 (Faisabilité et excès de surface). Supposons que l'émissivité réelle vérifie $\varepsilon \geq e_{\min} > 2\delta$ et que le prédicteur satisfasse une borne *uniforme* $|\hat{\varepsilon} - \varepsilon| \leq \delta$ pour tous les choix pertinents. Posons $\underline{\varepsilon} = \hat{\varepsilon} - \delta$, $s_T = \sigma(T^4 - T_s^4) > 0$ et $A_R = Q/(s_T \underline{\varepsilon})$. Alors

$$\varepsilon s_T A_R \geq Q, \quad 1 \leq \frac{A_R}{A_\star} \leq \frac{e_{\min}}{e_{\min} - 2\delta}, \quad A_\star = \frac{Q}{s_T \varepsilon}. \quad (5.3)$$

La garantie porte sur une classe de modèles et un domaine déclarés. La règle conservée du résidu maximal de calibration n'établit pas son hypothèse uniforme, particulièrement après resélection des candidats utilisant la même calibration. Les 1 200 contrôles arithmétiques finis de l'article illustrent l'inégalité conditionnelle ; ils ne transforment pas une calibration finie en certificat global.

Proposition 5.2 (Regret de la prédiction à la conception). Sur un ensemble fini commun de conceptions, supposons les émissivités réelle et estimée au moins égales à $e_0 > 0$, les prix unitaires au plus égaux à $p_{\max}$, et $|\hat{\varepsilon} - \varepsilon| \leq \delta$. Pour le coût $C(u) = p(u)Q/(s_T \varepsilon(u))$ et un minimiseur exact $\hat{u}$ du coût estimé correspondant,

$$C(\hat{u}) - \min_u C(u) \leq \frac{2p_{\max}Q\delta}{s_T e_0^2}. \quad (5.4)$$

Il s'agit d'un résultat clair de sensibilité, non d'une borne couvrant toutes les caractéristiques de l'objectif exécuté avec remédiation. Contraintes physiques, ensembles réalisables dépendant des prévisions, discrétisation de l'approvisionnement et délai de réparation peuvent exiger d'autres termes. L'enseignement pratique est que la précision vaut en proportion de la sensibilité de la décision, pas seulement du score prédictif moyen.

5.3 Pourquoi une couverture marginale ne garantit pas le choix sélectionné

La prédiction conforme par séparation peut fournir une couverture marginale à échantillon fini sous échangeabilité, avec prédicteur et protocole de calibration correctement fixés.[11] Une recette choisie *parce que* son estimation basse paraît la moins coûteuse n'est pas automatiquement un point test aléatoire échangeable. Bandes uniformes, correction simultanée du menu fini, calibration au niveau de la politique ou essais décisionnels prospectifs protégés sont des réponses distinctes. Aucune n'est silencieusement attribuée à ASTERION 1.0.

6 La découverte scientifique comme problème de décision

6.1 Ce que fait réellement le désaccord neuronal

L'heuristique native de proposition d'expérience utilise un ensemble admissible fini. Pour les prédictions symboliques $f_j(x)$, la prédiction neuronale $n(x)$, le coût $c(x) > 0$ et le poids neuronal configuré w , son score est

$$S(x) = \frac{\text{Var}_j[f_j(x)] + w(n(x) - \bar{f}(x))^2}{c(x)}. \quad (6.1)$$

Le départage de l'implémentation favorise le coût déclaré inférieur, l'écart normalisé moindre au centre du domaine, puis l'identifiant. La variance mesure un désaccord empirique entre modèles, non un a posteriori calibré. Avec un seul modèle symbolique, elle vaut zéro ; le désaccord neuro-symbolique différencie alors les mesures. C'est une exploration utile, non un gain d'information mesuré ou un théorème d'optimalité scientifique.

6.2 Un objectif proposé de valeur de l'information

Pour les travaux futurs, soit θ le comportement incertain du matériau ou du procédé, D les observations acquises, a une décision de conception et $U(a, \theta)$ son utilité complète. La valeur d'une expérience proposée x , donnant Y_x , est

$$\text{EVSI}(x) = \mathbb{E}_{Y_x|D} \left[\max_{a \in \mathcal{A}} \mathbb{E}[U(a, \theta) \mid D, Y_x] \right] - \max_{a \in \mathcal{A}} \mathbb{E}[U(a, \theta) \mid D] - c(x). \quad (6.2)$$

L'ensemble des actions avant et après doit rester fixe, ou sa modification être explicitement chiffrée. Une option sûre sans expérience fournit une valeur informationnelle nette nulle. Le critère peut rejeter une mesure intellectuellement intéressante si elle ne change pas assez la décision pour justifier son coût, son délai ou son exposition. L'échantillonnage dirigé par l'information offre une perspective voisine d'exploration-exploitation fondée sur regret et information mutuelle ; ce n'est pas l'heuristique implémentée à l'équation (6.1).[12]

Pour un modèle différentiable $y = f_\theta(x) + \eta$, $\eta \sim \mathcal{N}(0, \sigma_\eta^2)$, la contribution locale de Fisher est $I_x = \sigma_\eta^{-2} (\partial_\theta f)(\partial_\theta f)^\top$. Un critère d'information par log-déterminant peut favoriser des expériences identifiables, mais dépend du paramétrage local et de l'adéquation du modèle. Un mécanisme de dégradation omis peut invalider à la fois une conception de Fisher trop étroite et un a posteriori trop confiant.

6.3 Élargir la découverte sans rebaptiser sa portée

La frontière scientifique est une suite d'extensions exécutables : nouveaux observables typés, modèles temporels et causaux, opérateurs respectant les conservations, adaptateurs d'appareillage contrôlés, familles d'hypothèses élargies et essais adverses susceptibles d'invalider la représentation entière. Chaque ajout exige un contrat d'observation, des règles dimensionnelles, des limites de ressources et une voie de réfutation. Une affirmation de découverte sans restriction dépasserait la grammaire finie et les observables fournis. Le programme peut poursuivre une découverte plus générale tout en consignant précisément les capacités acquises par chaque version.

7 Résultats : l'écart au processus initial n'est pas l'Alpha concurrentiel

RÉSULTATS CONSERVÉS / ÉCHECS CONCURRENTIELS ET ADVERSES PRÉSERVÉS

Le programme économique met les coûts normalisés à l'échelle par

$$A_{\text{ref}} = \frac{10^{11}}{\sigma(450^4 - 3^4)} = 43\,006\,906.935 \text{ m}^2. \quad (7.1)$$

Il s'agit d'un programme de conception construit de 100 GW, non d'un revenu annuel ou d'une capacité électrique installée. Les coûts moyens atteignent 25,924 milliards pour le processus initial, 19,233 milliards pour Bêta et 19,232 milliards pour ASTERION avant son surcoût. Bêta capte presque toute l'amélioration face au processus initial.

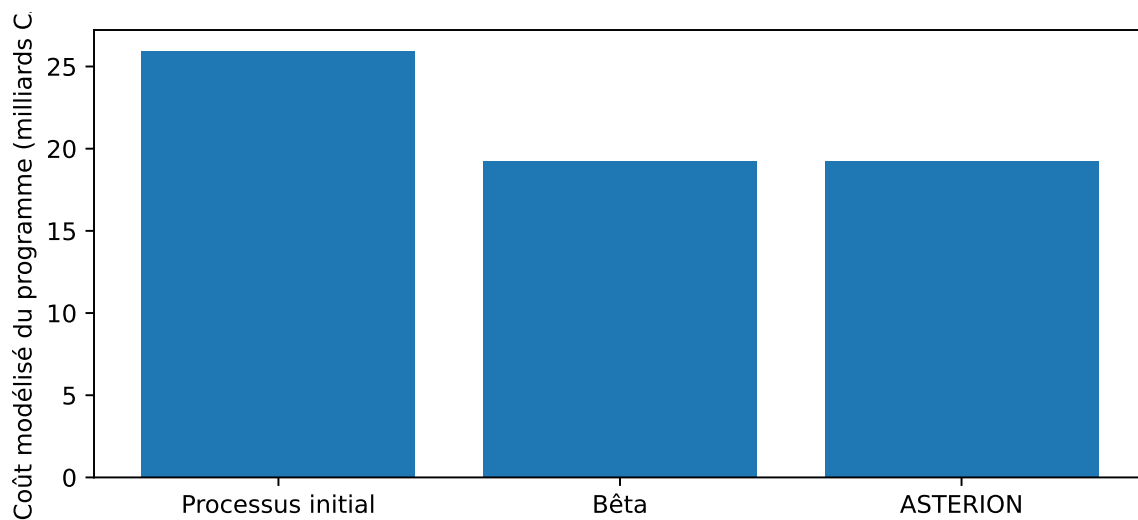


Figure 3. Coûts modélisés d'un programme. L'écart important au processus initial ne doit pas masquer la différence beaucoup plus faible entre candidat et Bêta.

Après un surcoût supposé de 2 millions, la moyenne concurrentielle vaut $-0,806$ million. Une enveloppe de recherche additionnelle de 3 millions porte la moyenne du premier programme à $-3,806$ millions. Aucun montant n'est une facture mesurée. Intégration réelle, financement, impôt, durée de vie et coûts de mission pourraient modifier sensiblement le résultat.

7.1 Ce que signifie l'intervalle, et ses limites

L'analyse conservée rééchantillonne huit effets moyens de cohorte avec 10 000 tirages bootstrap. Son intervalle conditionnel de 95% est $[-13, 325; 12, 085]$ millions. Il reflète la distribution empirique de ces huit cohortes dans le monde construit. Il n'est ni garantie de confiance sans hypothèse de distribution, ni borne sur tout futur procédé, ni preuve client indépendante. L'historique de sélection et le contrôle commun du concepteur ne disparaissent pas grâce au bootstrap.

7.2 Les preuves adverses modifient la décision d'admission

Les huit équations sélectionnées respectent le seuil local nominal. Les 6 144 reconstructions comptables concordent et les 672 défauts injectés sont détectés. Toutefois, remplacer la réponse du matériau par

$$\varepsilon_{\text{shift}}(u, d) = \varepsilon_*(u, d) - 0.081\{d > 1.4\} \quad (7.2)$$

crée 599 déficits initiaux. L'achat a posteriori de surface ne les excuse pas. Si l'exigence impérative est une capacité suffisante dès le premier déploiement, le régime modifié échoue. La décision actuelle est donc : **réussite locale nominale du modèle, refus économique concurrentiel, échec de transfert adverse.**[2]

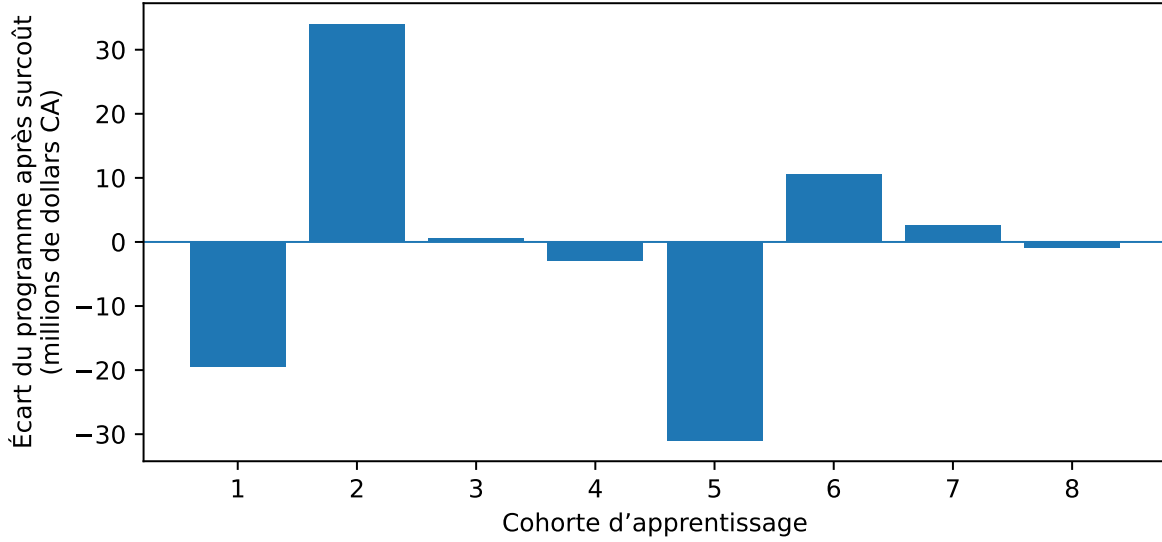


Figure 4. Huit effets au niveau des cohortes après surcoût. Quatre sont positifs; l'intervalle bootstrap traverse zéro. Ces barres ne représentent pas 2 048 entraînements indépendants.

8 L'Alpha comme certificat décisionnel simultané

NOUVELLE CONDITION MATHÉMATIQUE / NON SATISFAITE PAR SIMPLE AFFIRMATION

Une définition opérationnelle utile compare l'utilité complète de mission à des solutions réalisables fixées. Soit $Z_{i,b}$ l'avantage apparié du candidat figé c sur le comparateur b pour l'unité indépendante i , avant les déductions supplémentaires déclarées K . Fixons m comparateurs et $Z_{i,b} \in [a_b, b_b]$; b_b désigne ici la borne supérieure.

Proposition 8.1 (Certificat inférieur à comparateurs finis). Si le candidat, les comparateurs, les bornes et le protocole sont fixés avant l'accès aux cas protégés, si les unités sont indépendantes et identiquement distribuées et si K est fixe, alors avec probabilité au moins égale à $1 - \alpha$,

$$\min_b \mathbb{E} Z_{i,b} - K \geq \min_b \left\{ \bar{Z}_b - (b_b - a_b) \sqrt{\frac{\log(m/\alpha)}{2n}} \right\} - K. \quad (8.1)$$

Il s'agit d'une borne unilatérale de Hoeffding suivie d'une borne d'union, sans indépendance requise *entre comparateurs* sur une même unité.[13] Elle est volontairement conservatrice. L'unité indépendante doit correspondre à l'affirmation : épisodes, lots, sites et cohortes ajustées indépendamment ne sont pas interchangeables. Le bootstrap actuel sur huit cohortes n'est pas ce certificat.

Une borne numérique seule est insuffisante. Droits, contrôle des données, contraintes physiques, sécurité, rétablissement et autorisation responsable sont des conditions conjointes, non des composantes pondérées d'un score. Le prédicat d'admission est

$$\text{Admit}(c) = \mathbf{1}\{\text{LCB}_c > h\} \prod_{j=1}^J \mathbf{1}\{G_j(c) = \text{pass}\}. \quad (8.2)$$

Sur les versions successives, allouer α_g avec $\sum_g \alpha_g \leq \alpha_{\text{total}}$ contrôle l'union des fausses admissions couvertes sous les hypothèses de chaque essai. Cela n'autorise pas la réutilisation adaptative de tests compromis. La propriétaire doit aussi actualiser Bêta lorsque le marché ou la méthode interne progresse : un écart historique n'autorise pas une prime propriétaire actuelle.

9 Vérification stratégique : le contrat d'inspection

CONCEPTION PROPOSÉE EN THÉORIE DES JEUX / AUCUN CONTRAT RÉEL EXÉCUTÉ

Une institution portant des affirmations de valeur attire des comportements stratégiques. Un candidat peut économiser des efforts en cachant un échec ; un vérificateur peut approuver sans examiner ; un commanditaire peut préférer un comparateur flatteur. La garde indépendante des preuves et une analyse préengagée réduisent ces possibilités, mais les incitations importent toujours. Le modèle suivant précise ce qu'un mécanisme d'inspection peut établir.

9.1 Détection imparfaite et conséquences recouvrables

Un déclarant neutre au risque choisit un rapport honnête H ou une fausse représentation M . Par rapport à H , M procure un gain privé net $g > 0$ avant exécution. La propriétaire s'engage sur une probabilité d'audit q . Les taux conditionnels sont d pour détecter M et f pour un faux positif sous H , avec $d > f$. Un montant S décidé après examen et recouvrable est exécuté avec probabilité e . Alors

$$U(M) - U(H) = g - qe(d - f)S. \quad (9.1)$$

Proposition 9.1 (Dissuasion par inspection). Le rapport honnête est faiblement optimal si $qe(d - f)S \geq g$. Une probabilité d'audit réalisable n'existe que si $e(d - f)S \geq g$. Une inégalité stricte donne une préférence stricte dans ce modèle à deux actions.

Avec les valeurs purement illustratives $g = 0,8$ million, $S = 4$ millions, $d = 0,90$, $f = 0,01$ et $e = 0,95$, le minimum est $q \approx 0,23655$. Ce calcul n'est ni une probabilité de fraude estimée ni une recommandation juridique. Sanctions illimitées, arbitrage parfait et garanties recouvrables ne doivent pas être supposés lorsqu'ils n'existent pas.

Les faux positifs coûtent aussi aux participants honnêtes. Un commanditaire minimisant le coût total inclurait qfL_H pour les préjudices injustifiés, le coût des recours et qC_A pour l'inspection. Si $q_{\min} > 1$, il faut réduire le gain exploitable, améliorer la détection, restreindre l'autorité ou refuser le contrat—non prétendre qu'une signature cryptographique corrige le défaut d'incitation.

9.2 Le vérificateur est également stratégique

Un vérificateur ne doit pas être payé simplement parce qu'un candidat réussit. Son effort peut plutôt être évalué à partir de contrôles de référence arbitrés séparément et d'obligations réelles de garde. Ces contrôles doivent être présentés comme des contrôles d'auditeur, jamais mélangés aux preuves de performance client. Une coalition corrompue de gain g_C exige une analyse distincte de détection résiduelle et d'exécution ; l'inégalité à déclarant unique ne protège pas contre toute coalition.

Des rentes futures peuvent soutenir la coopération seulement tant qu'elles sont crédibles. Si une déviation rapporte g maintenant et entraîne la perte d'une valeur de continuation actualisée δV avec probabilité p , la dissuasion exige $g \leq p\delta V$. Une réputation sans conséquences coûteuses, identité persistante ou détection indépendante peut fournir peu de cette valeur.

10 Croyances calibrées, preuves corrélées et coordination

10.1 Un score propre récompense la sincérité, non la certitude

Soit $Y \in \{0, 1\}$ un événement futur observé indépendamment, par exemple un lot satisfaisant un seuil déclaré. Un évaluateur de croyance p annonce $r \in [0, 1]$ et reçoit le score quadratique $S(r, Y) = s_0 - k(r - Y)^2$, $k > 0$. Alors

$$\mathbb{E}_p S(p, Y) - \mathbb{E}_p S(r, Y) = k(r - p)^2 \geq 0. \quad (10.1)$$

Ce score strictement propre récompense l'annonce de sa probabilité sous neutralité au risque et résultat exogène.[14] Il ne rend pas la croyance exacte, n'établit pas l'identification causale et ne reste pas compatible avec les incitations si le déclarant manipule le résultat, l'échantillon ou l'appareil. Un score propre ne remplace pas le contrôle des sources.

10.2 Un comité ne peut éliminer un échec commun par moyenne

Supposons une défaillance commune de tous les vérificateurs avec probabilité ρ ; autrement, les n vérificateurs, n impair, ont une probabilité d'erreur indépendante p . La probabilité d'erreur majoritaire est

$$P_{\text{err}}(n) = \rho + (1 - \rho) \sum_{k=(n+1)/2}^n \binom{n}{k} p^k (1 - p)^{n-k} \geq \rho. \quad (10.2)$$

La figure 5 évalue ce mélange déclaré avec $p = 0, 1$ et $\rho = 0, 02$. Davantage de copies corrélées ne produisent pas davantage de preuves indépendantes. Des invites différentes n'établissent pas des gardes, instruments, incitations ou modes d'échec différents. Le paramètre ρ doit être étudié; ce calcul simplifié ne l'estime pas.

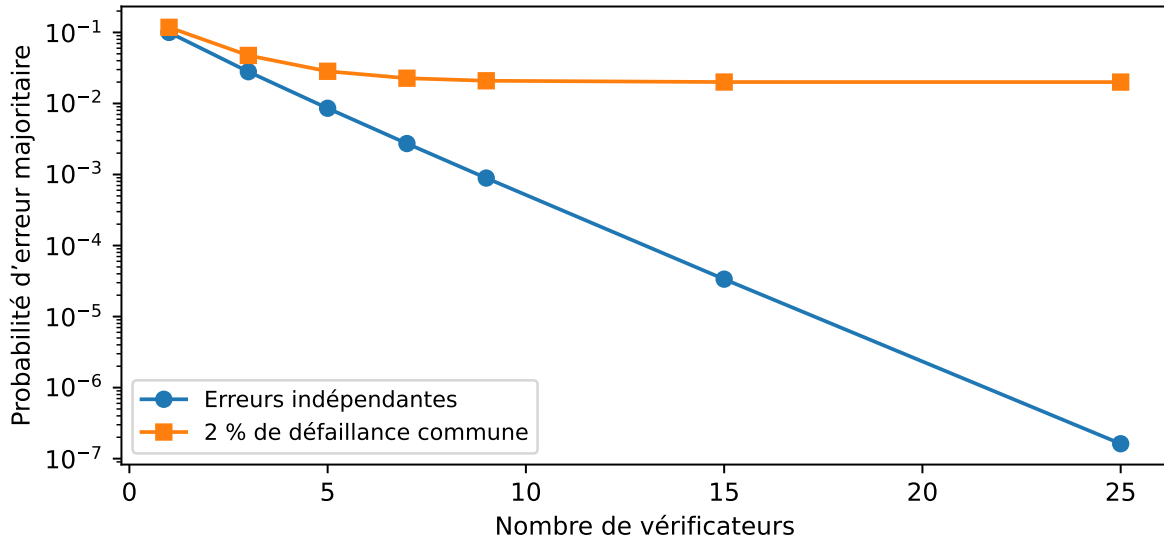


Figure 5. Une défaillance commune déclarée de 2% empêche l'erreur du comité de tendre vers zéro. Il s'agit d'un calcul de modèle, non d'une fiabilité de vérificateur mesurée.

10.3 Planification corrélée sans confondre coordination et preuve

Un coordonnateur peut améliorer l'allocation d'instruments rares sans contrôler le verdict scientifique. Pour des actions finies et une distribution $\mu(a)$, l'obéissance à l'équilibre corrélé exige

$$\sum_{a_{-i}} \mu(a_i, a_{-i}) [u_i(a_i, a_{-i}) - u_i(a'_i, a_{-i})] \geq 0 \quad \forall i, a_i, a'_i. \quad (10.3)$$

C'est la condition usuelle d'équilibre corrélé fini.[15] Dans un exemple à deux laboratoires, chacun reçoit une utilité de 2 si les créneaux diffèrent et de 0 en cas de collision. Recommander (A, B) et (B, A) avec probabilités égales donne 2 à chacun et satisfait toutes les inégalités d'obéissance. Des choix uniformes indépendants donnent une espérance de 1 à chacun.

La publication calcule explicitement les quatre inégalités. Ce bénéfice de planification n'est ni une validation indépendante ni une raison de confier candidat et vérificateur final au même médiateur. La garde scientifique peut rester séparée pendant que les calendriers se coordonnent.

11 Les portefeuilles de recherche comme jeux de potentiel

EXEMPLE MATHÉMATIQUE FINI / NON UNE LOI EMPIRIQUE DES INSTITUTIONS

11.1 Aligner un laboratoire sur le portefeuille

Soit $s = (s_1, \dots, s_N)$ l'affectation de chaque laboratoire à une mission ou à l'inactivité. Un potentiel divulgué $\Phi(s)$ valorise la couverture utile et soustrait effort et congestion. L'utilité de contribution marginale

$$u_i(s) = \Phi(s) - \Phi(s_i^0, s_{-i}) \quad (11.1)$$

satisfait l'identité de potentiel exact

$$u_i(s'_i, s_{-i}) - u_i(s_i, s_{-i}) = \Phi(s'_i, s_{-i}) - \Phi(s_i, s_{-i}). \quad (11.2)$$

Cela aligne les déviations unilatérales sur le potentiel déclaré.[16] Cela ne prouve ni que Φ mesure la vraie valeur scientifique, ni que ces utilités sont des paiements budgétairement équilibrés, ni qu'un équilibre local est globalement optimal. Les actions réalisables doivent toujours respecter droits, sécurité expérimentale et contraintes de ressources.

11.2 Logit asynchrone et identité exacte de Gibbs

Sur un espace produit fini d'actions, choisissons un laboratoire avec une probabilité fixe positive et redessignons son action selon

$$P_i(a_i | s_{-i}) = \frac{\exp(u_i(a_i, s_{-i})/\tau)}{\sum_{b_i} \exp(u_i(b_i, s_{-i})/\tau)}, \quad \tau > 0. \quad (11.3)$$

Proposition 11.1 (Mesure stationnaire du logit fini). Pour un jeu à potentiel exact sur un espace produit fini connecté et ces mises à jour asynchrones, la chaîne est réversible et possède l'unique distribution stationnaire

$$\pi_\tau(s) = Z_\tau^{-1} \exp(\Phi(s)/\tau). \quad (11.4)$$

Pour toute loi p , avec entropie de Shannon $H(p) = -\sum_s p(s) \log p(s)$,

$$[\mathbb{E}_{\pi_\tau} \Phi + \tau H(\pi_\tau)] - [\mathbb{E}_p \Phi + \tau H(p)] = \tau D_{\text{KL}}(p \| \pi_\tau) \geq 0. \quad (11.5)$$

Le lien entre révision stratégique stochastique et mécanique statistique est établi dans la littérature.[17, 16] L'annexe E démontre l'énoncé fini spécialisé par bilan détaillé et développement direct. Si des contraintes impératives déconnectent le graphe des mouvements unilatéraux, l'unicité ne vaut que par composante ; une exploration globale non établie ne doit pas être revendiquée.

Ici, τ a les unités de l'utilité et H est sans dimension. Ce n'est ni une température de radiateur, ni de la chaleur, ni une entropie physique. L'équation (11.5) est une identité mathématique exacte, non une loi physique rendant une institution véridique. Une concentration près d'un potentiel élevé peut notamment intensifier l'exploitation d'un objectif scientifique mal spécifié.

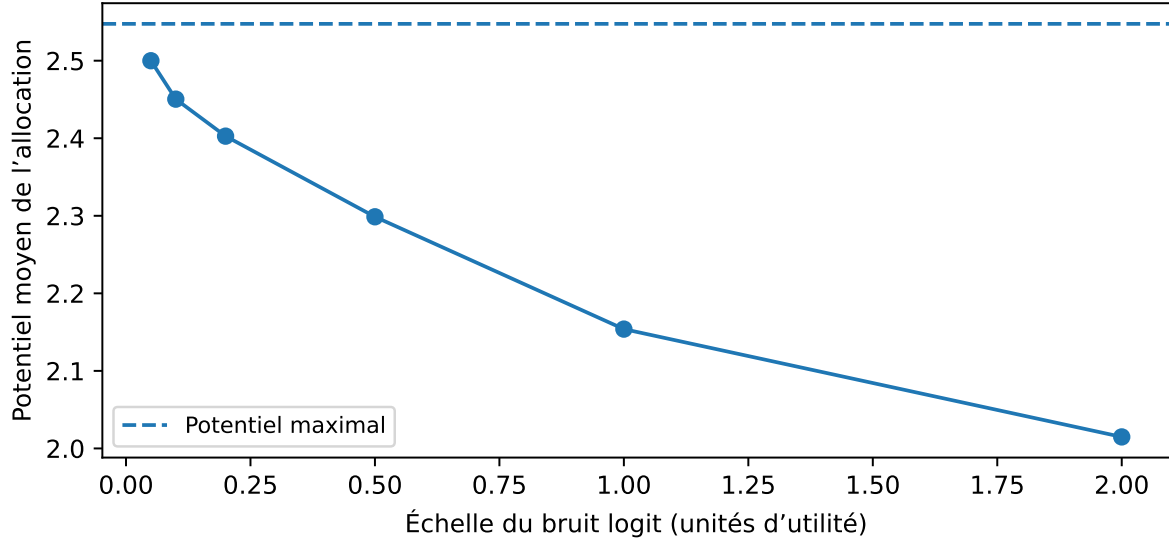


Figure 6. Quatre laboratoires, deux missions et l'inactivité : 81 états. La publication vérifie 972 identités de déviation unilatérale et six mesures stationnaires. Aucun comportement de laboratoire n'est estimé empiriquement.

12 Sécurité physique et succession institutionnelle

12.1 Une barrière thermique robuste

Pour le système thermique concentré proposé $\dot{CT} = P_{\text{load}} + P_{\text{abs}} - Q_{\text{reject}}(T, u, \theta)$, prenons l'ensemble sûr $T \leq T_{\text{max}}$ et $h(T) = T_{\text{max}} - T$. Sous un ensemble d'incertitude déclaré Θ , une condition différentielle suffisante est

$$\inf_{\theta \in \Theta} Q_{\text{reject}}(T, u, \theta) \geq P_{\text{load}} + P_{\text{abs}} - \kappa C(T_{\text{max}} - T), \quad \kappa > 0. \quad (12.1)$$

Elle implique $\dot{h} \geq -\kappa h$ et l'invariance positive si les dynamiques sont bien posées, si la condition est imposée continûment et si une commande réalisable existe. C'est une spécialisation thermique de l'approche par fonctions barrières.[18] Échantillonnage, délai d'actionneur, contraintes de fluide, absorption incertaine et dégradation omise peuvent invalider ces hypothèses. Lorsque la contrainte est irréalisable, le contrôleur doit réduire la charge ou adopter un mode sûr qualifié séparément, et non optimiser au-delà d'un ensemble réalisable vide.

12.2 L'autorité est indexée par la version exacte

Soit le tuple porteur de preuve $\chi = (m, r, b, \mathcal{D}, \pi, v, \mathcal{E}, t_{\text{exp}})$: mission, version, référence, engagement sur les preuves, protocole, vérificateur, environnement et expiration. La permission d'une action a exige la concordance de chaque composante avec l'état courant, ainsi que le respect de la politique cliente et des ressources.

$$\text{Allow}(a, t) = \mathbf{1}\{\text{Match}(\chi, t)\} \mathbf{1}\{t < t_{\text{exp}}\} \mathbf{1}\{a \in \mathcal{A}_{\text{policy}}(t)\} \mathbf{1}\{\text{RecoveryReady}(t)\}. \quad (12.2)$$

Un descendant avec $r' \neq r$ échoue à la concordance jusqu'à ce qu'une nouvelle preuve et une admission lient r' . Il peut hériter de données, de code, d'hypothèses et d'exemples négatifs lorsque les droits le permettent ; il n'hérite ni de preuve ni d'autorité. C'est une reformulation formelle de la doctrine source, non une nouvelle affirmation d'exécution d'une passerelle réelle par l'extension ASTERION.[1]

La propriétaire voit capacité, preuve et autorité comme des champs d'état distincts. Une réussite locale de modèle ne peut être affichée comme permis de production. Une interface impressionnante ne doit pas annoncer un Alpha courant lorsque la preuve concurrentielle est négative ou expirée. La continuité institutionnelle sert à préserver la capacité de réexaminer, non à pérenniser une réponse obsolète.

13 D'un nouvel avantage de procédé au capital productif

SOUSCRIPTION CONDITIONNELLE DISTINCTE / NON LE RENDEMENT DE L'ESSAI

La prochaine mission à forte valeur de Valcourt n'est pas de rebaptiser une quasi-égalité en percée exclusive. Elle consiste à établir une option réellement nouvelle de matériau ou de procédé—dégradation réduite, coût unitaire moindre, meilleur rendement de fabrication ou fonctionnement plus robuste—et à la comparer à un Bêta actualisé selon les mêmes possibilités. Le registre suivant demande ce qu'une telle amélioration devrait rapporter.

13.1 Le cas conditionnel de 2,5%

Soit $B = 19,233$ milliards de dollars CA le coût Bêta modélisé conservé. Un *nouvel avantage supposé* de fraction s produit une marge brute Bs . Les enveloppes et réserves suivantes du premier programme totalisent 283 millions.

Déduction	Millions CA
Modifications d'usine	110
Essais externes et qualification	20
Modèle, opérateur et maintenance	12
Travaux de transition	18
Réserve de risque de garantie	50
Réserve d'imitation et de dérive	70
Enveloppe initiale de recherche	3
Total	283

$$\Pi(s) = Bs - 283 \times 10^6, \quad s_{\text{break-even}} = \frac{283 \times 10^6}{B} = 0.014714 \dots \quad (13.1)$$

Pour $s = 0,025$, la contribution conditionnelle est de 197,827 millions. Il ne s'agit ni d'une borne de confiance, ni d'un Alpha prouvé indépendamment, ni d'un devis fournisseur, ni d'un calcul fiscal. Aucune amélioration de 2,5% n'a été découverte dans l'expérience. Échéancier de dépenses et incertitude des bénéfices exigent une souscription distincte avant engagement.

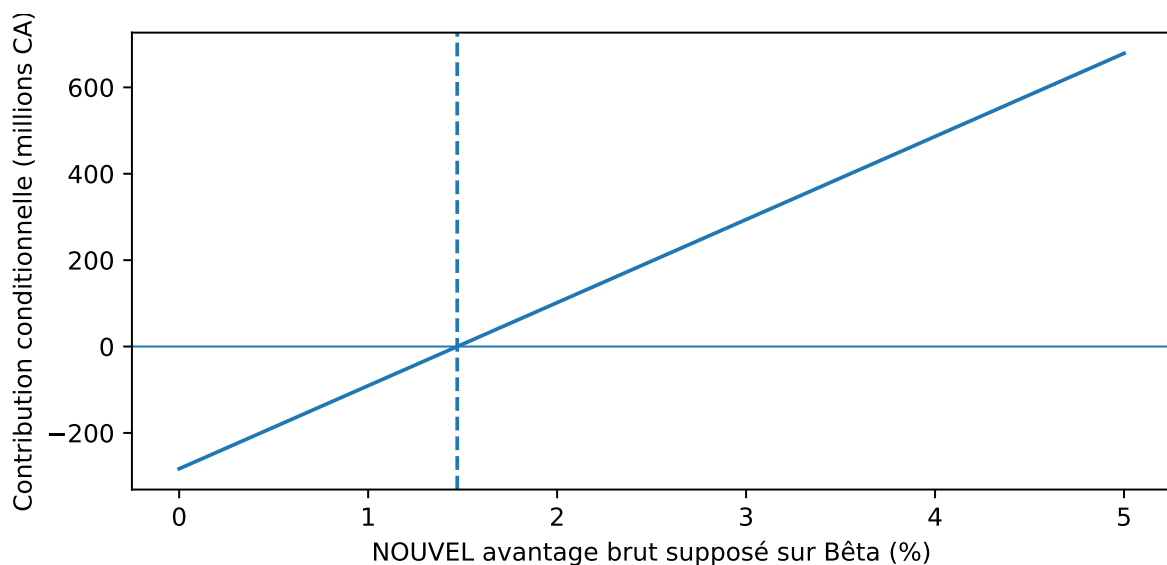


Figure 7. Contribution hypothétique distincte du premier programme. Le seuil de 1,4714% est une condition sur les hypothèses, non une probabilité de succès estimée.

13.2 Seule une trésorerie acceptée finance la capacité suivante

Un facteur construit de 60% convertit la contribution positive en 118,696 millions de trésorerie conditionnellement disponible. Le scénario en affecte la moitié à la réplication et à la fabrication, un quart à la science et à la preuve, et un quart à la liquidité : 59,348, 29,674 et 29,674 millions. Une contribution négative ne crée aucune allocation positive de réinvestissement.

Ces allocations n'achètent pas une usine dont le coût dépasse l'enveloppe disponible. Elles ouvrent un choix : accumuler des recettes acceptées, obtenir un financement autorisé séparément, réduire le projet ou attendre. Une espérance de valeur et une valorisation actualisée ne sont pas des fonds disponibles.

13.3 Une équation de capacité sous contraintes de ressources

Soient B_t la trésorerie, K_t la capacité productive mise en service, z_t les engagements de capacité nouvelle et ℓ le délai de mise en service. Dans des unités temporelles cohérentes,

$$\begin{aligned} B_{t+1} &= B_t + R_t^{\text{accepted}} + F_t - I_t - O_t - D_t, \\ K_{t+1} &= (1 - \delta)K_t + z_{t-\ell}, \\ z_t &\leq \min\{I_t/\kappa, M_t/\mu, E_t/e_K, \bar{F}_t, \bar{D}_t\}. \end{aligned} \quad (13.2)$$

Ici, F_t est un financement explicitement autorisé, O_t les sorties d'exploitation et de recherche, D_t les distributions, κ le capital par unité de capacité, μ l'intensité matérielle, e_K l'intensité énergétique de construction ; les quantités barrées bornent fabrication et demande ou mise en service. Ce sont des contraintes physiques, non des scores de confiance monétaires. Instruments, opérateurs compétents et matières premières n'apparaissent pas en modifiant une valorisation.

Proposition 13.1 (Mode de croissance positif avec délai). Dans une approximation continue idéale non saturée, soit $\dot{K}(t) = aK(t - \ell) - \delta K(t)$, avec $a, \delta > 0$, $\ell \geq 0$. Le mode réel de croissance exponentielle satisfait

$$\lambda + \delta = ae^{-\lambda\ell}. \quad (13.3)$$

Une solution réelle positive existe et est unique si et seulement si $a > \delta$. Lorsqu'elle est positive, augmenter ℓ la diminue.

Pour les valeurs hypothétiques $a = 0,08$ et $\delta = 0,03$ par an, le mode positif passe de 5% sans délai à environ 2,18% avec vingt ans de délai. Ce sont des calculs de modes non saturés, non des prévisions. Plafonds de ressources, érosion des opportunités et demande finie interdisent une extrapolation exponentielle sans restriction.

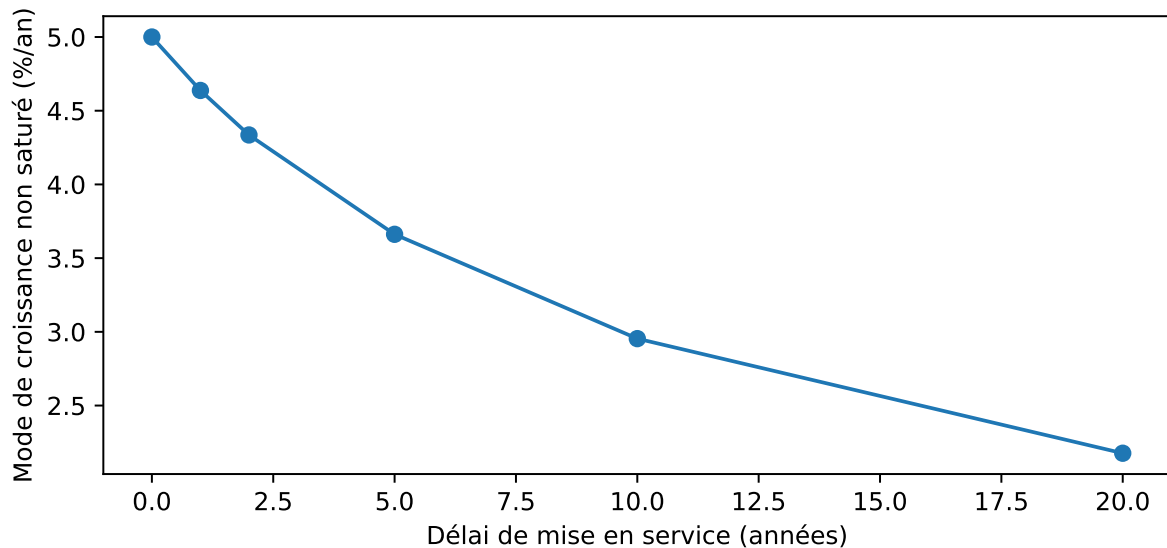


Figure 8. Le délai de mise en service réduit le mode réel positif du modèle linéaire retardé déclaré. Aucune date d'arrivée à une échelle stellaire n'en est déduite.

14 L'horizon stellaire : puissance, chaleur, matière et latence explicites

ENVELOPPE DE RESSOURCES PROSPECTIVE / NON UN PLAN DE CONSTRUCTION

L'usage à long terme est un patrimoine capable de fabriquer sa prochaine capacité scientifique : instruments plus discriminants, matériaux plus fiables, fabrication plus productive, davantage d'énergie et systèmes de décision plus inspectables. Sa forme lointaine pourrait réunir collecteurs distribués, calcul, fabrication, observatoires et assemblage distant. L'ambition est physiquement conséquente; elle n'est pas un résultat revendiqué de la possession du logiciel actuel.

14.1 Une comptabilité cohérente de puissance

Avec la luminosité solaire nominale de l'UAI $L_{\odot}^N = 3,828 \times 10^{26}$ W et l'irradiance nominale à 1 UA de 1361 W/m², la surface projetée idéale et la fraction stellaire pour une puissance rayonnée interceptée P sont

$$A_{\text{collect}} = \frac{P}{1361 \text{ W/m}^2}, \quad f_{\star} = \frac{P}{L_{\odot}^N}. \quad (14.1)$$

Ces valeurs UAI sont des normes nominales exactes de conversion, non des mesures instantanées.[19] Une puissance électrique utile exige un rendement de conversion et un budget de consommations auxiliaires distincts. Si l'électricité est consommée localement, elle contribue finalement à la charge thermique du patrimoine; elle ne peut être soustraite comme si elle était exportée.

Enveloppe illustrative $P = 10^{26}$ W	Ordre de grandeur calculé
Fraction stellaire nominale	26.1%
Collecte projetée à 1 UA	7.35×10^{22} m ²
Émission effective, 450 K, $\varepsilon = 0,85$, puits à 3 K	5.06×10^{22} m ²
Masse de film seule, 0,1 kg/m ² supposé	1.24×10^{22} kg

Le calcul de masse additionne les surfaces de collecte et de radiateur et applique une masse surfacique commune inventée. Il exclut structures, blindage, fluide, transmission, transport, contrôle et réparation. Pour une interception importante, ombrage mutuel, irradiation incidente et cohérence géométrique ne peuvent être négligés. L'estimation scalaire de surface est un filtrage préliminaire, non une preuve de fabricabilité à l'échelle stellaire.



Figure 9. Patrimoine industriel conceptuel, illustration générée. L'image ne spécifie aucune orbite réalisable, géométrie de déploiement, température, matière ou méthode de construction.

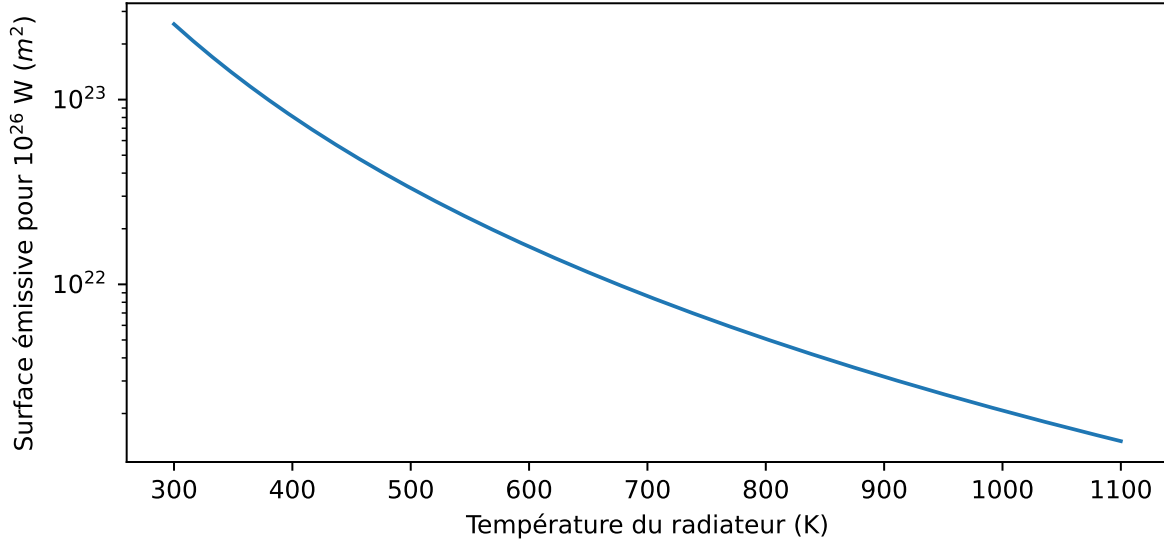


Figure 10. Surface émissive effective idéale à puissance, émissivité et puits fixés. Une température accrue réduit la surface mais exige matériaux, conversion et transport thermique qualifiés séparément.

14.2 Réduire la surface n'est pas une amélioration physique gratuite

Dans l'approximation idéale d'un puits froid, $A \propto T^{-4}$ et $\partial \log A / \partial \log T = -4$. Passer de 450 à 600 K réduit la surface modélisée à environ 31,6% de sa valeur initiale. L'utilité de conception doit toutefois intégrer dégradation des matériaux, températures admissibles, pertes de conversion et transport de chaleur. Maximiser la température en omettant ces contraintes est une autre exploitation de l'objectif.

Pour un élément mince éclairé radialement, de masse surfacique Σ et de facteur de pression radiative $\xi \in [0, 2]$, une comparaison élémentaire des forces donne

$$a_{\text{rad}} = \frac{\xi L}{4\pi r^2 c \Sigma}, \quad \beta_{\text{rad}} = \frac{a_{\text{rad}}}{GM/r^2} = \frac{\xi L}{4\pi c GM \Sigma}. \quad (14.2)$$

Alléger arbitrairement un film modifie sa dynamique orbitale ; ce n'est pas seulement une diminution comptable de masse. Cette relation suppose un éclairage radial et omet orientation, traînée, ombrage et commande active. Une mission d'assemblage crédible exige ses propres modèles dynamiques et de fiabilité.

14.3 La vitesse finie du signal modifie la gouvernance

Si une réponse de sécurité exige un aller-retour sur une distance D et un temps local t_a de calcul et d'actionnement, une condition temporelle nécessaire est

$$\frac{2D}{c} + t_a \leq \tau_{\text{safe}}. \quad (14.3)$$

Un verrou local sensible au délai ne peut dépendre d'un comité distant effectuant un aller-retour impossible. Baux d'autorité distribués, limites locales impératives et réconciliation asynchrone des preuves deviennent des nécessités d'ingénierie. L'échelle physique accrue motive donc une fédération d'institutions bornées, non un contrôleur omniprésent.

15 Le programme optimal de la propriétaire et la voie d'admission

PLAN DE RECHERCHE ACTIONNABLE / CONDITIONS FUTURES NON ENCORE SATISFAITES

La prochaine mission défendable commence par un goulot observable, non une promesse de tout découvrir. Pour ASTERION, il s'agit d'une intervention réelle sur surface thermique ou procédé dont la durée de vie utile et le coût peuvent être mesurés. La propriétaire demande un dossier avec instruments étalonnés, préparation traçable des échantillons, exposition représentative et comparaison gouvernée séparément. Le chercheur doit pouvoir conclure à un échec.

Étape	Éléments décisionnels	Ce qui devient permis
Constituer	Mission, observables, droits, comparateur et limites de préjudice	Acquisition bornée; aucun déploiement
Former	Programmes reproductibles, hypothèses rejetées, incertitude instrumentale	Recherche et propositions d'expériences contrôlées
Figurer	Version complète exacte, versions d'instruments et d'adaptateurs, protocole, budgets	Examen comparatif protégé
Prouver	Garde indépendante, résultats frais, Bêta actuel, conditions impératives et coûts complets	Résultat limité ou constat d'échec; aucune autorité automatique
Admettre	Responsable de politique, sécurité cible, contrôles, incidents et exercice de reprise	Seulement l'enveloppe d'action explicite et expirante
Renouveler	Dérive, économie modifiée, fournisseurs, analyse d'échecs et preuves du successeur	Nouvelle admission ou restriction/retrait

Une future ASI spécialiste utile serait définie par la famille de matériaux, les contrats d'observation, le procédé, le domaine, l'utilité décisionnelle et la fenêtre de validité précis où elle gagne sa supériorité. Elle n'a pas besoin de résoudre toutes les sciences pour avoir des conséquences économiques majeures. Une mission étroite, répétable et de forte valeur peut financer de meilleurs instruments et des missions successorales plus ambitieuses, chaque transfert constituant une nouvelle obligation de preuve.[1]

L'interface propriétaire doit répondre à six questions sans lecture d'un journal d'entraînement : que comprend-on? Qu'est-ce qui peut le réfuter? Quelle décision change? Que coûte la meilleure solution concurrente? Quelle autorité existe maintenant? Quelle est la prochaine décision responsable? Le laboratoire bilingue Mission Command expose modèle conservé, refus économique, frontière conditionnelle et horizon physique. C'est une interface locale de recherche, non un poste de production signé.

16 Limites et thèse productive

L'expérience est délibérément synthétique et représentable par les opérateurs disponibles. Elle démontre une démarche plutôt qu'un nouveau matériau. Les 64 observations nommées « stress » au format natif sont nominales ; le changement distinct de dégradation constitue le vrai essai adverse et conduit à un échec. La marge résiduelle est heuristique, le filtre de domaine fini, l'ensemble des comparateurs non exhaustif et l'intervalle de confiance fondé sur seulement huit cohortes. Une réexécution sur le même hôte ne crée pas de garde indépendante.

Les nouvelles propositions physiques exigent leurs hypothèses ; elles ne constituent pas un micrologiciel de production vérifié formellement. Les mécanismes de théorie des jeux supposent des actions, croyances, observations et conditions d'exécution précises. Résistance aux coalitions, faux positifs, garanties non recouvrables, valeur de portefeuille mal spécifiée et défaillance commune restent des problèmes réels. Le modèle de capital comporte des contraintes mais demeure construit ; aucun calcul d'horizon n'établit un calendrier de construction.

La raison d'être de l'institution

L'objectif n'est pas de préserver un modèle impressionnant. Il est de conserver une capacité rigoureuse à transformer la prochaine incertitude importante en essai, le prochain résultat utile en meilleure décision et le prochain surplus accepté en instruments et actifs productifs plus capables.

La réalisation présente d'ASTERION est concrète : des programmes symboliques guidés par réseau neuronal sont entraînés, révisés, utilisés dans des décisions, comparés et conservés. Son verdict commercial présent l'est aussi : l'Alpha propriétaire observé n'est pas qualifié. L'opportunité future consiste à produire un véritable avantage nouveau de matériau ou de procédé et à en gagner l'admission. L'horizon est un patrimoine scientifique et industriel croissant dont le développement demeure redevable à la physique, aux preuves concurrentielles et aux ressources disponibles.

L'intelligence devient un actif durable lorsque l'institution continue à découvrir ce qui mérite d'être construit—et conserve les preuves nécessaires pour mieux bâtir la génération suivante.

A Notations et unités

Symbole	Signification	Unités
u, d	Recette et exposition du modèle de matériau construit	1
$\varepsilon, \hat{\varepsilon}, \underline{\varepsilon}$	Émissivités réelle, prédite et inférieure de conception	1
T, T_s, T_0	Températures de surface, du puits radiatif et de référence	K
Q, P	Demande de rejet thermique; puissance rayonnée ou électrique identifiée séparément	W
A, a	Surface émissive effective; surface normalisée	m ² ; 1
$p(u)$	Prix surfacique construit	CAD/m ²
$C_i, \mathcal{V}$	Capacité thermique du nœud i ; disponibilité thermique	J/K; J
F_{ij}, J_i	Facteur de forme radiatif; radiosité de surface	1; W/m ²
$Z_{i,b}, K, h$	Avantage d'utilité apparié, déductions et seuil d'admission	unités de mission
q, d, f, e, S, g	Probabilité d'inspection, sensibilité, faux positif, exécution, conséquence recouvrable, tentation; d n'est pas ici l'exposition du matériau	déclarées
Φ, τ, H	Potentiel de portefeuille, échelle logit et entropie de Shannon	utilité; utilité; nat
B_t, K_t, ℓ	Trésorerie, capacité mise en service et délai	CAD; capacité; temps

Une lettre ne réapparaît dans des domaines conventionnels différents qu'avec une définition locale explicite. Entropie thermodynamique, entropie de Shannon et réserve monétaire ne sont pas interchangeables.

B Démonstrations des conditions de surface et de regret

B.1 Surface conservatrice

Démonstration de la proposition 5.1. L'hypothèse uniforme donne $\varepsilon - 2\delta \leq \underline{\varepsilon} \leq \varepsilon$. Tous les termes sont positifs puisque $\varepsilon \geq e_{\min} > 2\delta$. Donc $\varepsilon/\underline{\varepsilon} \geq 1$, ce qui donne la faisabilité. De plus

$$\frac{A_R}{A_\star} = \frac{\varepsilon}{\underline{\varepsilon}} \leq \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 2\delta} \leq \frac{e_{\min}}{e_{\min} - 2\delta},$$

car $x/(x - 2\delta)$ décroît pour $x > 2\delta$. La démonstration ne comporte aucune étape d'estimation statistique; l'hypothèse uniforme doit être établie séparément. $\square$

B.2 Une borne de coût à conceptions finies

Démonstration de la proposition 5.2. Pour chaque u ,

$$|\widehat{C}(u) - C(u)| = \frac{p(u)Q}{s_T} \frac{|\widehat{\varepsilon}(u) - \varepsilon(u)|}{\widehat{\varepsilon}(u)\varepsilon(u)} \leq M := \frac{p_{\max}Q\delta}{s_T e_0^2}.$$

En écrivant $u_\star \in \arg \min C$, l'optimalité de $\hat{u}$ donne

$$C(\hat{u}) \leq \widehat{C}(\hat{u}) + M \leq \widehat{C}(u_\star) + M \leq C(u_\star) + 2M.$$

Une tolérance d'optimisation additive η ajoute η à la borne. Des menus différents ou un ensemble réalisable erroné ne satisfont pas cet argument. $\square$

C Démonstrations thermodynamiques et de barrière

C.1 Dissipation de disponibilité

Dérivons l'équation (4.7), substituons la partie conductive de l'équation (4.6), et regroupons les termes (i, j) et (j, i) :

$$\begin{aligned}\dot{V} &= \sum_i \left(1 - \frac{T_0}{T_i}\right) \sum_j K_{ij}(T_j - T_i) \\ &= \sum_{i < j} K_{ij}(T_j - T_i)T_0 \left(\frac{1}{T_j} - \frac{1}{T_i}\right) \\ &= -T_0 \sum_{i < j} K_{ij} \frac{(T_i - T_j)^2}{T_i T_j}.\end{aligned}$$

Pour un flux entrant pair à pair $q_{ji} = -q_{ij}$ allant du chaud au froid, la contribution regroupée est $T_0 q_{ji}(1/T_j - 1/T_i) \leq 0$. Avec des puissances externes, le bilan gagne $\sum_i (1 - T_0/T_i)p_i$. Un apport positif est donc compté comme entrée physique, non confondu avec une amélioration spontanée.

C.2 Algèbre de l'exergie du corps noir

Dans la construction de référence de corps noir spécifiée, soustrayons le flux énergétique environnemental et le produit de la température environnementale par le flux net d'entropie :

$$\begin{aligned}\dot{X} &= \sigma(T^4 - T_0^4) - T_0 \frac{4}{3} \sigma(T^3 - T_0^3) \\ &= \sigma T^4 \left[1 - \frac{4}{3}(T_0/T) + \frac{1}{3}(T_0/T)^4\right].\end{aligned}$$

Aucune formule d'entropie de corps gris ne s'obtient en multipliant simplement cette expression par l'émissivité. Le champ radiatif aux frontières et les modes optiques doivent être spécifiés avant d'appliquer l'exergie à un convertisseur réel.

C.3 Invariance thermique positive

L'équation (12.1) donne $\dot{h} \geq -\kappa h$ pour chaque incertitude modélisée. En multipliant par $e^{\kappa t}$, on obtient $\frac{d}{dt}(e^{\kappa t} h(t)) \geq 0$, donc $h(t) \geq h(0)e^{-\kappa t} \geq 0$ si $h(0) \geq 0$. Cela suppose une trajectoire continue bien posée, une commande réalisable et aucune perturbation omise hors de Θ . Rien n'autorise à ignorer erreur d'échantillonnage ou saturation d'actionneur.

D Démonstrations statistiques et stratégiques

D.1 Bornes inférieures simultanées

Pour un comparateur b fixé, Hoeffding donne

$$\Pr \left\{ \bar{Z}_b - \mathbb{E}Z_b > (b_b - a_b) \sqrt{\frac{\log(m/\alpha)}{2n}} \right\} \leq \alpha/m.$$

Une borne d'union sur les m comparateurs donne une validité simultanée au moins égale à $1 - \alpha$. Prendre le minimum et soustraire K fixe démontre la proposition 8.1. Si bornes ou déductions étaient choisies pour favoriser le résultat observé, cette démonstration ne s'appliquerait pas.

D.2 Inspection et annonce sincère

Soit w le gain honnête avant l'exécution injustifiée attendue, et $w + g$ le gain de fausse représentation avant l'exécution valable attendue. Alors $U(H) = w - qefS$ et $U(M) = w + g - qedS$, ce qui donne l'équation (9.1). Le modèle suppose gain et recouvrabilité déclarés, non une pénalité arbitrairement illimitée.

Pour le score quadratique, $\mathbb{E}_p(r - Y)^2 = (r - p)^2 + p(1 - p)$. Soustraire l'annonce sincère annule $p(1 - p)$ et donne l'équation (10.1). Cela révèle des croyances sous l'utilité déclarée, non une vérité indépendante de la mesure.

E Démonstration de Gibbs finie et ses limites

Pour deux états s, t ne différant que par l'action du joueur i , sa probabilité de sélection asynchrone et le dénominateur logit conditionnel sont identiques dans les deux directions. L'identité de potentiel donne donc

$$\frac{P(s, t)}{P(t, s)} = \exp\left(\frac{\Phi(t) - \Phi(s)}{\tau}\right) = \frac{\pi_\tau(t)}{\pi_\tau(s)}.$$

Le bilan détaillé s'ensuit. La positivité sur l'espace produit fini connecté donne l'irréductibilité; les auto-transitions donnent l'apériodicité et donc l'unique distribution stationnaire. Pour l'identité variationnelle, développons

$$D_{\text{KL}}(p \| \pi_\tau) = \sum_s p(s) \log p(s) - \frac{\mathbb{E}_p \Phi}{\tau} + \log Z_\tau.$$

Puisque $\mathbb{E}_{\pi_\tau} \Phi + \tau H(\pi_\tau) = \tau \log Z_\tau$, l'équation (11.5) en découle. Lorsque τ tend vers zéro, la masse stationnaire se concentre sur les maxima globaux du potentiel dans le cas fini connecté, mais le mélange peut devenir très lent. Cela ne dit rien de la véracité du monde appris ni de l'indépendance de son évaluateur.

L'exemple calculé comporte quatre laboratoires, les actions 0, 1, 2 et

$$\Phi(s) = 3(1 - e^{-n_1(s)}) + 2.6(1 - e^{-n_2(s)}) - \sum_i c_i \mathbf{1}\{s_i \neq 0\}, \quad c = (.48, .57, .64, .73).$$

Il vérifie les 972 comparaisons unilatérales sur 81 états; résidus stationnaires, de réversibilité et variationnels sont évalués pour six échelles positives. Aucune utilité d'équilibre n'est présentée comme rendement monétaire.

F Reproduction productive retardée

Substituer $K(t) = K_0 e^{\lambda t}$ dans l'équation idéale donne l'équation (13.3). Posons $f(\lambda) = \lambda + \delta - a e^{-\lambda \ell}$. Sa dérivée $f'(\lambda) = 1 + a \ell e^{-\lambda \ell} > 0$ rend la racine réelle unique. Comme $f(0) = \delta - a$ et $f(\lambda) \rightarrow +\infty$ lorsque $\lambda \rightarrow +\infty$, elle est positive exactement lorsque $a > \delta$. La dérivation implicite donne

$$\frac{d\lambda}{d\ell} = -\frac{a \lambda e^{-\lambda \ell}}{1 + a \ell e^{-\lambda \ell}} < 0 \quad (\lambda > 0).$$

La condition identifie un mode réel positif dans un modèle linéaire non saturé. Ce n'est pas un théorème de croissance économique perpétuelle. Retraits, contraintes de capacité, délais de trésorerie, technologies concurrentes et demande finie peuvent dominer bien avant son expression à grande échelle.

G Registre complet des cohortes

Les valeurs suivantes sont des avantages modélisés d'un programme, en millions de dollars canadiens. Soustraire l'enveloppe de recherche initiale de trois millions décale chaque résultat du premier programme du même montant.

Cohorte	Avant surcoût	Après surcoût	Déficits modifiés	Degré Bêta
1	−17.454	−19.454	69	2
2	36.011	34.011	68	2
3	2.488	0.488	82	2
4	−0.895	−2.895	89	2
5	−28.973	−30.973	65	4
6	12.574	10.574	75	2
7	4.642	2.642	74	3
8	1.156	−0.844	77	4
Moyenne	1.194	−0.806	599 au total	

Les huit cohortes d'entraînement générées indépendamment, et non les 2 048 cas décisionnels, sont les unités rééchantillonnées de l'intervalle conservé. Un intervalle positif au niveau d'un modèle figé répondrait à une question différente de la variabilité entre nouveaux ajustements. Les deux peuvent importer au client; aucun ne doit remplacer l'autre sans l'indiquer.

H Reproductibilité, carte des sources et contrôles

H.1 Lire, inspecter, reproduire

Ouvrir `START_HERE.html` dans le paquet. Le PDF est l'objet de lecture; LaTeX est la source modifiable. La simulation cliente originale est conservée dans `research/ASTERION_OMEGA_1_0`. Son manifeste, sa licence, son résultat négatif et son interface restent intacts. Les nouveaux calculs figurent dans `research/paper_analysis.py`.

Commandes de reproduction

```
python3 VERIFY_PACKAGE.py
cd research/ASTERION_OMEGA_1_0
python3 VERIFY_RELEASE.py
OPENBLAS_NUM_THREADS=1 OMP_NUM_THREADS=1 \
    python3 src/test_asterion.py
OPENBLAS_NUM_THREADS=1 OMP_NUM_THREADS=1 \
    python3 src/run_asterion.py --product product_snapshot \
    --out replay/new_run
```

Utiliser un nouveau répertoire de sortie. Les dépendances ne sont pas incluses; préparer l'environnement Python 3.13 et les paquets approuvés du fichier conservé. La syntaxe des variables d'environnement diffère sous Windows. Pour recalculer les analyses de l'article, exécuter `python3 research/paper_analysis.py` depuis la racine de publication. Les graphiques exigent Matplotlib et le calcul de racine exige SciPy.

H.2 Nouveaux contrôles effectués pour cette publication

Le manifeste original de 200 fichiers a été vérifié avec succès. Les 24 tests de l'extension cliente ont réussi. L'expérience entière à huit cohortes a été réexécutée. Sur ses 95 sorties suivies, 94 correspondent exactement aux octets conservés; le fichier de liaison restant ne diffère que par le nom affiché de la racine source (product_snapshot plutôt que l'ancien répertoire), ses empreintes de code restant identiques. Cette différence de chemin est divulguée plutôt que masquée par une affirmation d'identité binaire.

Le script de publication réussit 49 contrôles nommés : moyennes et bootstrap recalculés, 972 déviations de potentiel, six tests stationnaires, de réversibilité et variationnels, quatre inégalités d'obéissance corrélée, seuils d'inspection, planchers de défaillance commune, 2 000 réseaux thermiques, 1 200 cas conditionnels de surface et six racines retardées. Ce sont des contrôles numériques finis autour de modèles démontrés ou déclarés, non une vérification formelle de la pile logicielle entière.

Les 840 tests d'exécution et 106 tests de recherche du rapport amont restent des traces héritées. La qualification du navigateur du laboratoire original était partielle; la navigation locale native était bloquée par l'environnement de rédaction. La publication ne prétend pas fermer cet écart opérationnel. La concordance d'empreintes démontre une intégrité relativement à une référence, non l'authentification de l'éditeur; des signatures indépendamment fiables constitueraient un artefact distinct.

H.3 Index des affirmations vers les artefacts

Affirmation ou objet	Parcours d'inspection dans le ZIP
Résultat numérique conservé	research/ASTERION_OMEGA_1_0/ evidence/primary/SUMMARY.json
Chaque cohorte et programme	evidence/primary/COHORTS.json, cohort_00/ à cohort_07/
Comparaisons individuelles	evidence/primary/PAIRED_PLANS.csv
Nouveaux calculs mathématiques	research/paper_results/PAPER_ANALYSIS.json
Réexécution nouvelle	assurance/EXPERIMENT_REPLAY.json
Assurance de publication rendue	assurance/PUBLICATION_VALIDATION.json
Composition et figures modifiables	latex/, latex/figures/, artwork/

Références

- [1] V. BOUCHER. *Neural-Symbolic SUCCESSOR Ω : Customer-Owned Mission Intelligence*. User-supplied definitive corporate white paper, 59 pages. Institutional design, not end-to-end validation. MONTREAL.AI, 25 août 2026.
- [2] MONTREAL.AI. *ASTERION Ω : Executed Simulation 1.0 and Complete Evidence Capsule*. User-supplied archive. SHA-256 : 2516f5d59879c015e32d878aa70d788f17cd12036a40974946161ca033ba6a8d. Synthetic, same-author evidence. 5 sept. 2026.
- [3] MONTREAL.AI. *NEURAL-SYMBOLIC SUCCESSOR Ω v10.2 : Discovery Milestone Validation*. User-supplied release validation. Upstream tests are inherited exhibits, not new production qualification. 5 sept. 2026.
- [4] MONTREAL.AI. *SUCCESSOR Ω —ASTERION Ω : Publication-specific Mathematical Checks and Reanalysis*. Included paper_analysis.py and PAPER_ANALYSIS.json. New finite numerical checks ; not a new customer trial. 5 sept. 2026.
- [5] S. L. BRUNTON, J. L. PROCTOR et J. N. KUTZ. « Discovering governing equations from data by sparse identification of nonlinear dynamical systems ». In : *Proceedings of the National Academy of Sciences* 113.15 (2016), p. 3932-3937. DOI : 10.1073/pnas.1517384113. arXiv : 1509.03580.
- [6] S.-M. UDRESCU et M. TEGMARK. « AI Feynman : A physics-inspired method for symbolic regression ». In : *Science Advances* 6.16 (2020), eaay2631. DOI : 10.1126/sciadv.aay2631. arXiv : 1905.11481.
- [7] H. TANG, D. KEY et K. ELLIS. *WorldCoder, a Model-Based LLM Agent : Building World Models by Writing Code and Interacting with the Environment*. 2024. arXiv : 2402.12275.
- [8] NASA. *State-of-the-Art of Small Spacecraft Technology : 7.0 Thermal Control*. 2026. URL : <https://www.nasa.gov/smallsat-institute/sst-soa/thermal-control/> (visité le 05/09/2026).
- [9] OAK RIDGE NATIONAL LABORATORY. *MEASUR Tools Suite : Physics Constants*. Rounded Stefan-Boltzmann constant used for SI calculations. 2026. URL : https://industrialresources.ornl.gov/measur/suite/docs/group__physics_constants (visité le 05/09/2026).
- [10] W. WU et Y. LIU. « Radiation entropy flux and entropy production of the Earth system ». In : *Reviews of Geophysics* 48 (2010), RG2003. DOI : 10.1029/2008RG000275.
- [11] A. N. ANGELOPOULOS et S. BATES. *A Gentle Introduction to Conformal Prediction and Distribution-Free Uncertainty Quantification*. 2022. arXiv : 2107.07511.
- [12] D. RUSSO et B. VAN ROY. « Learning to Optimize via Information-Directed Sampling ». In : *Operations Research* 66.1 (2018), p. 230-252. DOI : 10.1287/opre.2017.1663. arXiv : 1403.5556.
- [13] W. HOEFFDING. « Probability Inequalities for Sums of Bounded Random Variables ». In : *Journal of the American Statistical Association* 58.301 (1963), p. 13-30. DOI : 10.1080/01621459.1963.10500830.
- [14] 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.
- [15] R. J. AUMANN. « Subjectivity and correlation in randomized strategies ». In : *Journal of Mathematical Economics* 1.1 (1974), p. 67-96. DOI : 10.1016/0304-4068(74)90037-8.
- [16] D. MONDERER et L. S. SHAPLEY. « Potential Games ». In : *Games and Economic Behavior* 14.1 (1996), p. 124-143. DOI : 10.1006/game.1996.0044.
- [17] L. E. BLUME. « The Statistical Mechanics of Strategic Interaction ». In : *Games and Economic Behavior* 5.3 (1993), p. 387-424. DOI : 10.1006/game.1993.1023.
- [18] A. D. AMES, X. XU, J. W. GRIZZLE et P. TABUADA. « Control Barrier Function Based Quadratic Programs for Safety Critical Systems ». In : *IEEE Transactions on Automatic Control* 62.8 (2017), p. 3861-3876. DOI : 10.1109/TAC.2016.2638961. arXiv : 1609.06408.
- [19] E. E. MAMAJEK, A. PRSA, G. TORRES, P. HARMANEC et al. *IAU 2015 Resolution B3 on Recommended Nominal Conversion Constants for Selected Solar and Planetary Properties*. 2015. arXiv : 1510.07674. URL : <https://arxiv.org/abs/1510.07674>.