

CHRONON-1: Validation et Exploration d'un Champ Temporel Local

Une suite de validation et un pipeline de reproductibilité
scientifique pour le Protocole Chronon.

Benjamin Brécheteau | Chronon Field 2025

DOI: [10.5281/zenodo.17842188](https://doi.org/10.5281/zenodo.17842188)

Une Mission, Deux Outils : Rigueur et Exploration



CHRONON-1 est un instrument scientifique conçu pour étudier les effets de modulation temporelle sur les systèmes quantiques. Pour répondre aux exigences de la recherche moderne, il est construit sur deux piliers fondamentaux :

Un Cœur Scientifique

Pour des résultats déterministes, auditables et cryptographiquement vérifiables.
L'outil de la preuve.



Une Interface d'Exploration


Pour l'expérimentation interactive, la visualisation de données et le développement de l'intuition.
L'outil de la découverte.

Partie 1 : Le Pilier de la Rigueur – Le Cœur Scientifique

Le Pipeline Reproductible : Une Seule Commande pour la Vérité

Le cœur de CHRONON-1 est une interface en ligne de commande (`CLI`) conçue pour une reproductibilité absolue. Elle exécute l'analyse standard en utilisant un jeu de données de test et génère un rapport complet.

```
# Exécuter le pipeline de reproductibilité standard  
chronon1 reproduce --config configs/toy.yml
```



La Preuve Cryptographique : Des Artefacts Auditables

Chaque exécution du pipeline génère un ensemble d'artefacts autosuffisants dans le répertoire `reports/``. Ces fichiers constituent une preuve complète et vérifiable de l'analyse.



``RUN_REPORT.md`` : **Le Contexte.**

Contient les métadonnées essentielles : hash du commit Git, versions des bibliothèques (Numpy, Pandas, etc.), OS, seed utilisé.



``results.json`` : **Les Données.**

Les résultats numériques bruts, sérialisés de manière canonique (`sort_keys=True`) pour garantir la cohérence.



``checksums.sha256`` : **Le Verdict.**

La signature cryptographique (SHA-256) du fichier ``results.json``, permettant une vérification instantanée.

Vérification et Audit : Le "Golden Record"

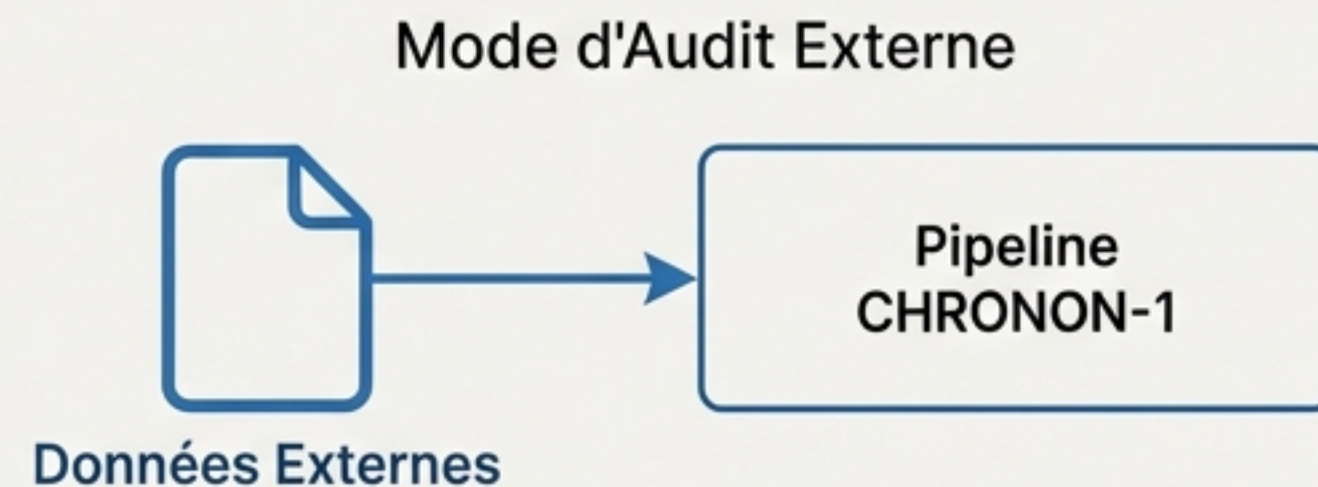
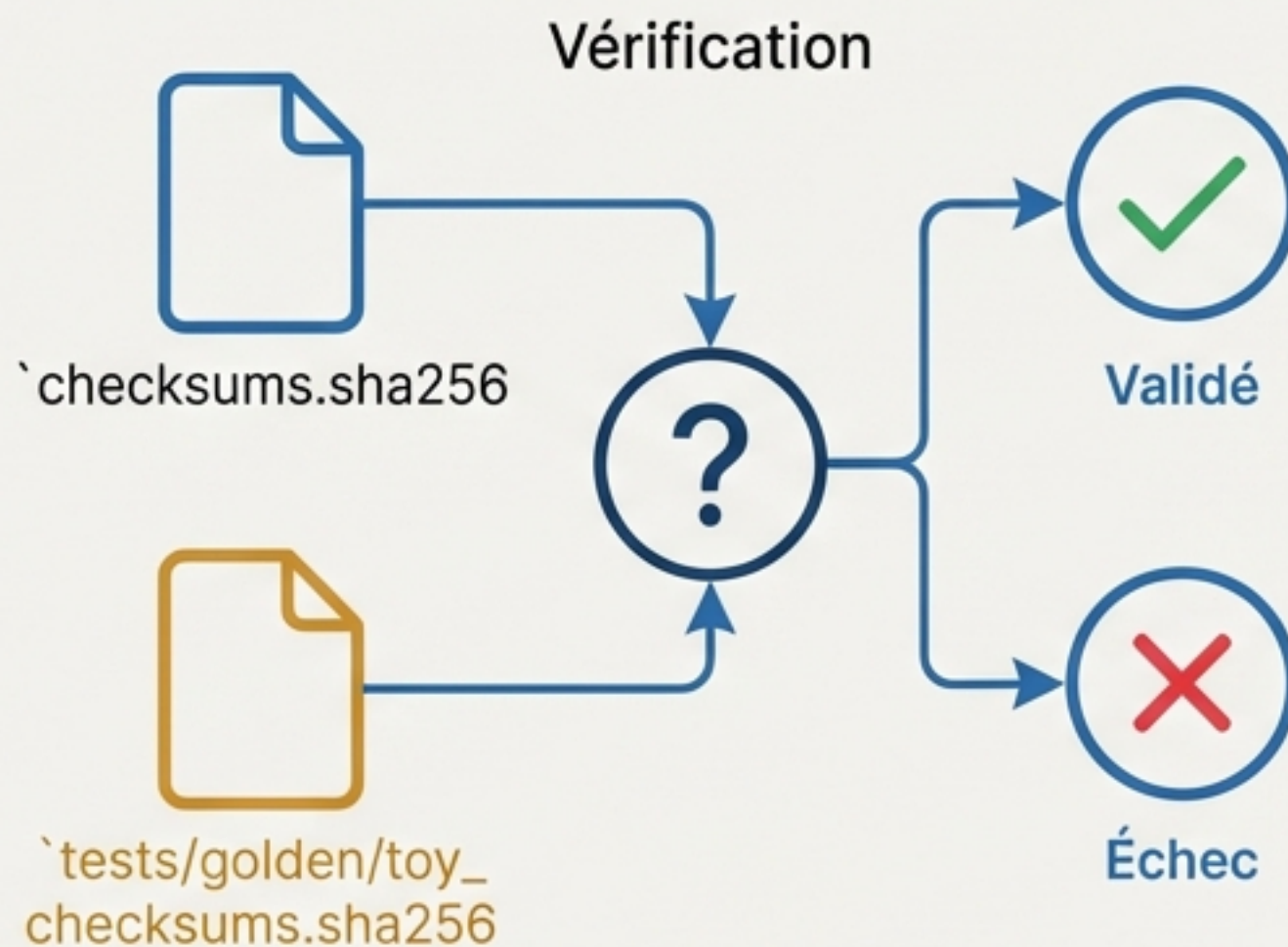
La reproductibilité est garantie par la comparaison des résultats avec un "Golden Record" de référence. CHRONON-1 fournit une commande pour valider votre installation par rapport à ce standard.

Commande de Vérification :

```
# Valider une exécution contre le checksum de référence  
chronon1 verify --report reports/RUN_REPORT.md
```

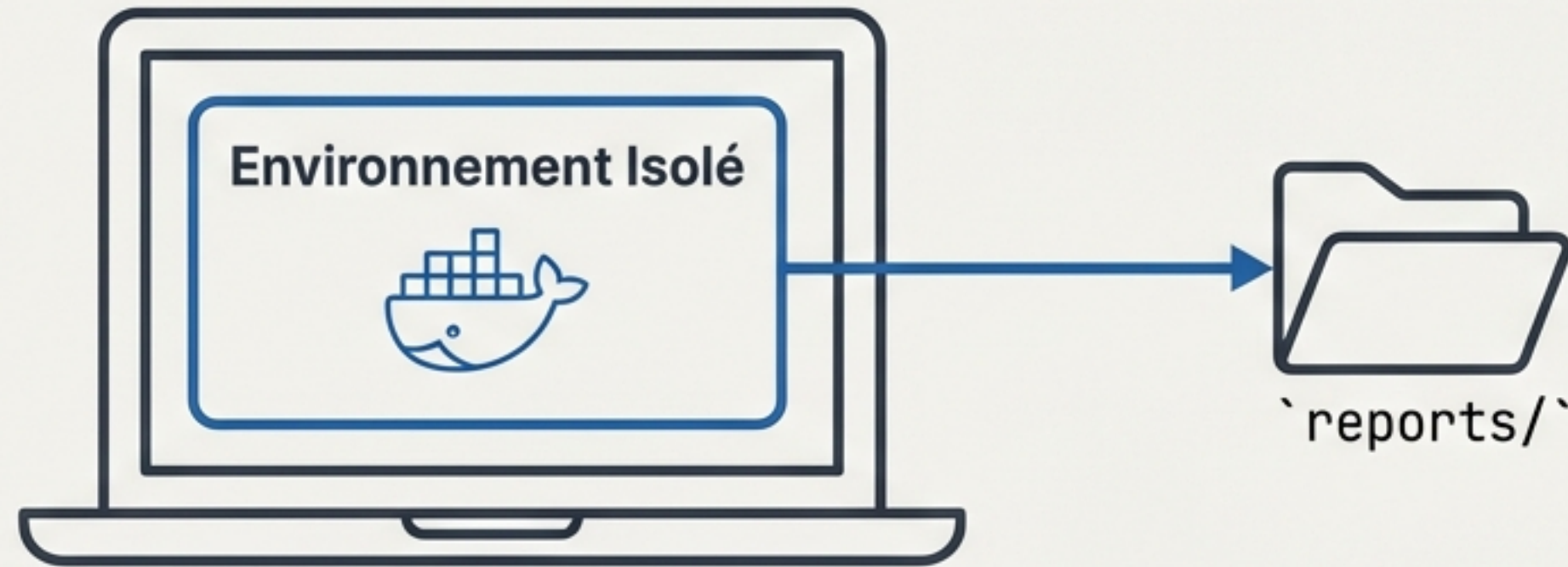
Mode d'Audit Externe

Pour analyser vos propres données ("blinded dataset"), le pipeline peut être configuré pour valider un fichier externe par rapport à son hash attendu, garantissant l'intégrité des données d'entrée sans générer de nouvelles simulations.



Portabilité Ultime : La Réplication en un Clic avec Docker

Pour éliminer toute ambiguïté liée à l'environnement (OS, versions des librairies, dépendances système), CHRONON-1 peut être exécuté dans un conteneur Docker isolé. Ceci garantit une exécution bit à bit identique sur n'importe quelle machine.



Commande Docker :

```
# Construire l'image et exécuter le pipeline de reproductibilité
docker build -t chronon1 .
docker run --rm -v $(pwd)/reports:/app/reports chronon1
```

Message clé : Les résultats produits sont mathématiquement et environnementalement identiques, quel que soit l'hôte.

Partie 2 : Le Pilier de la Découverte – L'Interface d'Exploration

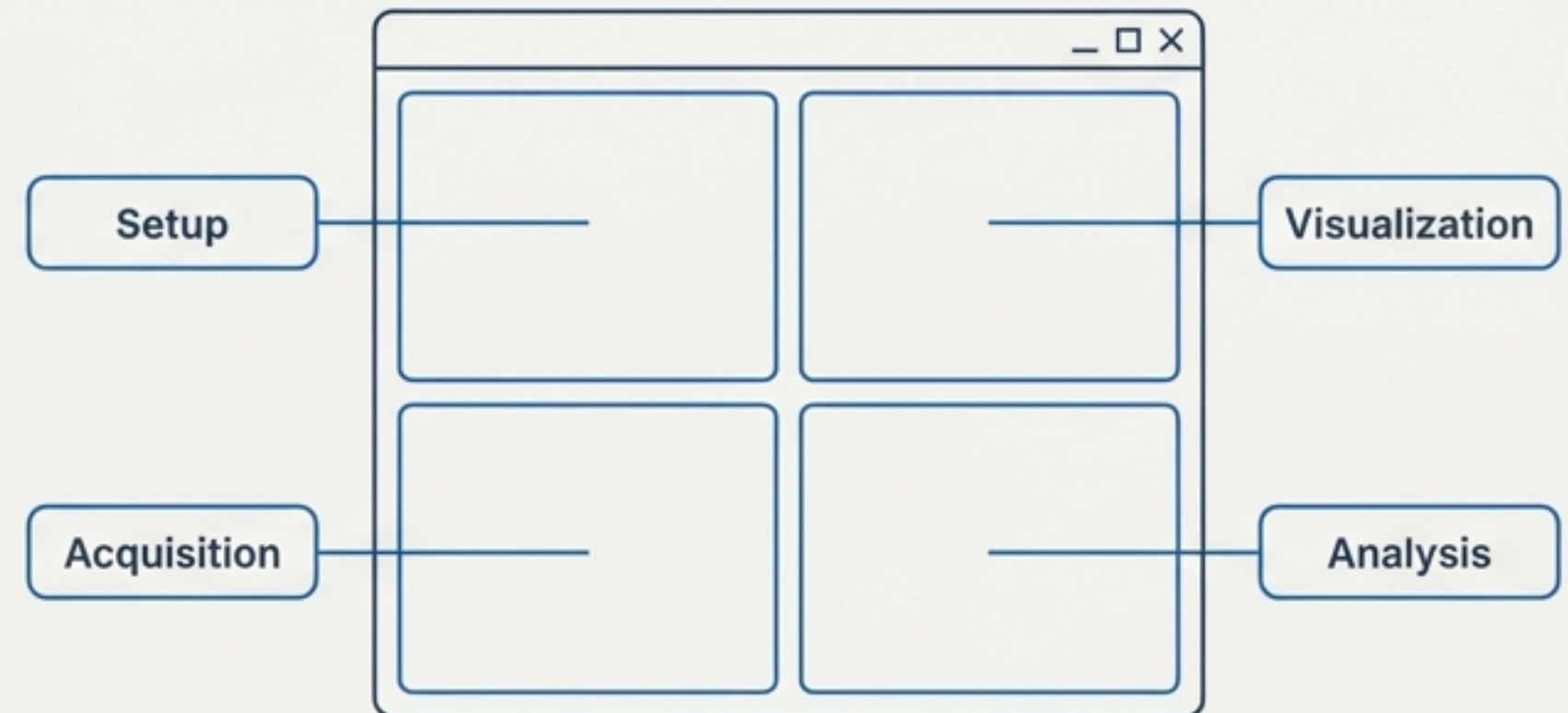
Le Laboratoire Interactif : L'Interface Graphique CHRONON

Au-delà de la validation rigoureuse, CHRONON-1 offre une interface graphique (GUI) pour l'exploration, la simulation et la démonstration. Elle permet de manipuler les paramètres de l'expérience et de visualiser les résultats en temps réel.

Lancement : `chronon-gui`






****Structure Fonctionnelle** :**

- **Setup** : Configuration des paramètres scientifiques.
- **Acquisition** : Contrôle de l'expérience et logs en direct.
- **Visualization** : Graphiques dynamiques des données.
- **Analysis** : Outils statistiques post-acquisition.



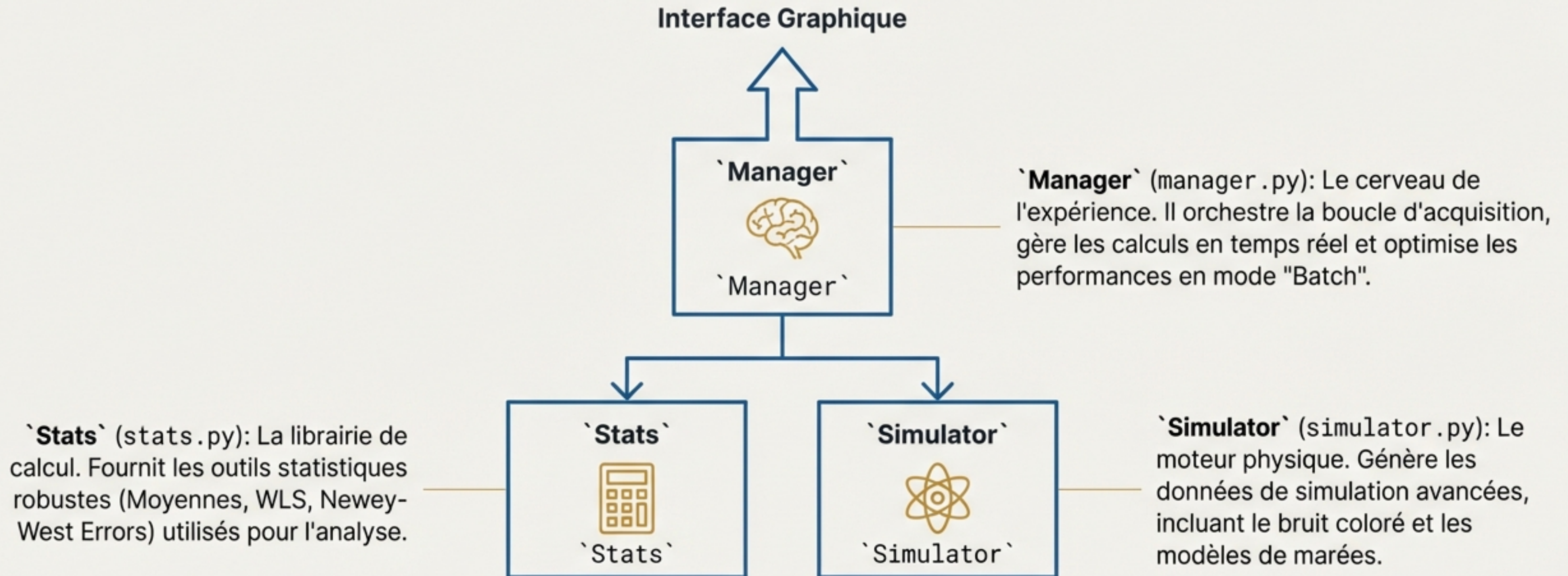
Ajuster les Constantes : Les Paramètres Scientifiques

L'onglet **SETUP** permet de modifier les paramètres fondamentaux qui gouvernent la simulation physique.

Paramètre	Symbole	Description	Impact
 Alpha	α	Sensibilité altimétrique	Amplifie l'effet de la variation de hauteur (Δh).
 Beta	β	Biais systématique	Ajoute un offset constant au signal mesuré.
 Gamma	γ	Facteur de Récursivité	Lisse le signal (0.0 = Brut, 0.99 = Très Lissé).
 Delta_h	Δh	Variation hauteur (m)	Amplitude de la perturbation physique simulée.
 Nu_sq	ν^2	Facteur de bruit	Intensité du bruit aléatoire injecté dans la simulation.

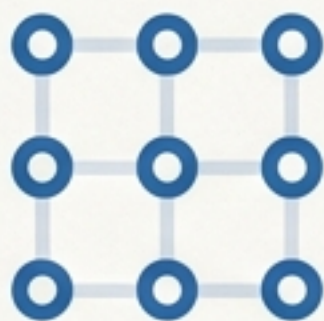
La Salle des Machines : L'Architecture Modulaire

L'interface est alimentée par une architecture logicielle modulaire qui sépare la présentation de la logique métier, garantissant stabilité et extensibilité.



Performance et Optimisation

CHRONON-1 est conçu pour une performance de calcul élevée, même lors d'une utilisation interactive.



Calculs Vectoriels

Les formules mathématiques critiques s'appuient sur **Numpy** pour une **vectorisation** maximale, évitant les boucles lentes.



Gestion de l'Affichage

En "**Mode Batch**", l'interface graphique réduit **intelligemment sa fréquence de rafraîchissement** pour allouer un maximum de ressources CPU au calcul, accélérant les longues acquisitions.



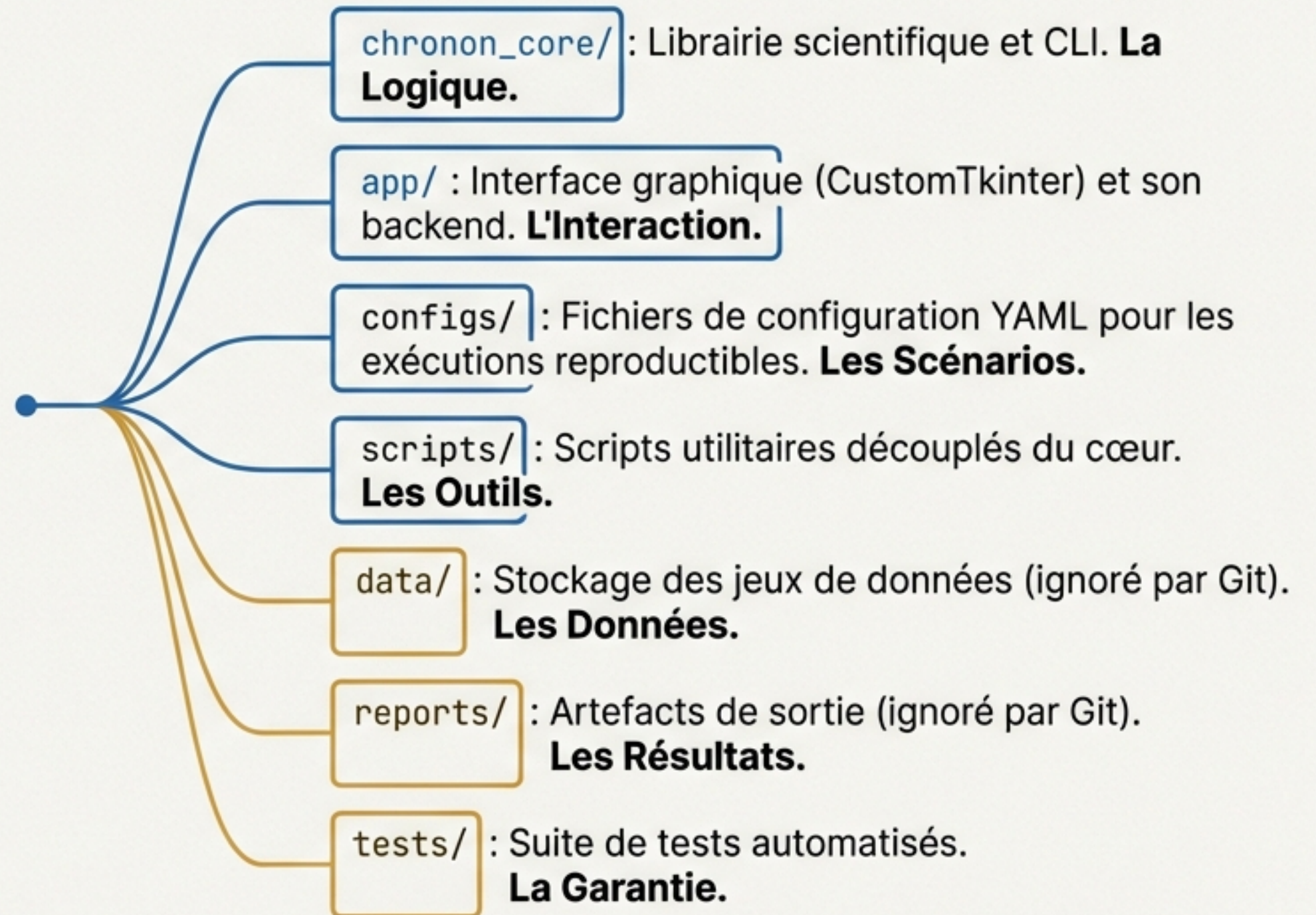
Système de Logs Robuste

La gestion des erreurs est intégrée, empêchant le programme de **crasher en cas d'anomalie sur un point de données isolé**.

Partie 3 : Synthèse et Ressources

Anatomie du Projet : Structure du Dépôt

Le code source est organisé de manière logique pour séparer le cœur scientifique, l'application et les configurations.



Pour Commencer

Voici comment vous pouvez installer, exécuter et contribuer à CHRONON-1.

Démarrage Rapide : Utiliser

Pipeline Scientifique

```
pip install .  
chronon1 reproduce
```

Interface Graphique

```
pip install .[gui]  
chronon-gui
```

Démarrage Rapide : Contribuer

- ☹ Les directives d'installation pour le développement et les guides de style sont disponibles dans [CONTRIBUTING.md](#)
- ☹ Les nouvelles idées d'algorithmes peuvent être prototypées dans le répertoire [notebooks/](#)


Citation et Licence

Citation Officielle

Pour citer ce travail dans vos publications, veuillez utiliser la référence suivante (extraite de CITATION.cff).

Benjamin Bréchet (2025). *CHRONON-1: Progressive Validation of a Local Tempo Field*. DOI: 10.5281/zenodo.17842188

Licence

Ce projet est distribué sous la **Licence MIT**. 

Pour plus de détails, veuillez consulter le fichier LICENSE.

~ ~ ~ $\Phi(x)$ ~ ~ ~

Benjamin Brécheteteau | Chronon Field 2025