

# Simulateur de Prix CRU

Application Streamlit pour la Projection Stochastique  
des Prix de l'Acide Sulfurique & du Soufre

*(Parce qu'apparemment, prévoir les prix des commodités,  
c'est pas assez stressant comme ça)*

**Direction Achats Matières Premières**  
Département Data & Analytics

Version 1.0 — Janvier 2026

## Résumé Exécutif

Ce document présente le **CRU Commodity Price Simulator**, un outil Python/Streamlit pour simuler des scénarios de prix futurs. L'application intègre de la volatilité stochastique et des chocs de marché (« Black Swans ») pour générer des projections réalistes.

**TL ;DR** : On prend les prévisions CRU, on ajoute du chaos mathématique calibré, et on obtient des scénarios plus proches de la réalité qu'une simple moyenne.

# Table des matières

<b>1</b>	<b>Introduction</b>	<b>3</b>
1.1	Pourquoi cette application ? . . . . .	3
1.2	Ce que l'application fait concrètement . . . . .	3
<b>2</b>	<b>Le Modèle Mathématique</b>	<b>3</b>
2.1	Formule Générale . . . . .	3
2.2	Mouvement Brownien Lissé (AR-1) . . . . .	3
2.3	Spikes avec Décroissance (« Shark Fin ») . . . . .	4
<b>3</b>	<b>Guide d'Utilisation</b>	<b>4</b>
3.1	Lancement de l'Application . . . . .	4
3.2	Interface et Paramètres . . . . .	4
3.2.1	Barre Latérale (Sidebar) . . . . .	4
3.2.2	Zone Principale . . . . .	4
<b>4</b>	<b>Interprétation des Résultats</b>	<b>5</b>
4.1	Lecture du Graphique . . . . .	5
4.2	Exemple de Scénario . . . . .	5
<b>5</b>	<b>Limitations et Avertissements</b>	<b>5</b>
<b>6</b>	<b>Support Technique</b>	<b>6</b>
<b>7</b>	<b>Conclusion</b>	<b>6</b>

# 1 Introduction

Bon, commençons par le commencement. Vous avez probablement reçu ce document parce que quelqu'un vous a dit : « *Eh, on a un nouveau truc pour les prévisions de prix, faut que tu regardes* ».

L'idée derrière cette application est simple (enfin, relativement) : les prévisions officielles CRU c'est bien, mais ça ne capture pas la **réalité chaotique** des marchés. Quand une fonderie chilienne décide de faire une maintenance imprévue, les prix ne suivent pas gentiment la courbe prévue — ils font n'importe quoi pendant quelques mois.

## 1.1 Pourquoi cette application ?

- **Le problème** : Les outlooks CRU donnent une tendance moyenne, pas les scénarios extrêmes
- **La solution** : Simuler des milliers de trajectoires possibles avec Monte Carlo
- **Le bonus** : Pouvoir injecter des « spikes » (chocs de prix) à volonté

## 1.2 Ce que l'application fait concrètement

Elle prend les données Excel du CRU, applique un modèle stochastique, et génère :

1. Une **courbe de base** (l'outlook officiel)
2. Une **zone de risque** (intervalle de confiance à 95%)
3. Un **scénario simulé** avec spikes et volatilité

# 2 Le Modèle Mathématique

*(Cette section contient des maths. Respirez un bon coup.)*

## 2.1 Formule Générale

Le modèle suit l'équation suivante :

$$P(t) = T(t) \times e^{\sigma \cdot W(t)} \times (1 + S(t)) \quad (1)$$

Où :

- $P(t)$  : Prix simulé au mois  $t$
- $T(t)$  : Tendance interpolée depuis l'Outlook CRU
- $\sigma$  : Volatilité annualisée (calibrée sur l'historique ou paramétrable)
- $W(t)$  : Mouvement Brownien **lissé** (avec inertie)
- $S(t)$  : Contribution des spikes avec décroissance

## 2.2 Mouvement Brownien Lissé (AR-1)

Le problème avec le Brownien classique, c'est que ça donne des courbes qui ressemblent à un électrocardiogramme. Pas très réaliste pour les commodités qui ont de l'*inertie*.

On utilise donc un processus auto-régressif :

$$X(t) = \alpha \cdot X(t-1) + (1 - \alpha) \cdot \epsilon(t) \quad (2)$$

Avec  $\alpha = 0.7$  par défaut (le « Curve Smoothing » dans l'interface).

## 2.3 Spikes avec Décroissance (« Shark Fin »)

Quand un spike arrive (genre, la Chine qui ferme ses frontières ou un ouragan sur le Golfe du Mexique), le prix ne redescend pas instantanément. Il y a une **persistance**.

La décroissance exponentielle :

$$S(t+k) = I \times e^{-3 \cdot k/P} \quad (3)$$

Où :

- $I$  : Intensité du spike (ex : +50%)
- $P$  : Persistance en mois (ex : 6 mois)
- $k$  : Mois depuis le spike

**Résultat visuel** : Une forme d'aileron de requin (« Shark Fin ») — montée rapide, descente progressive. Beaucoup plus réaliste qu'un pic vertical qui retombe comme un soufflé raté.

## 3 Guide d'Utilisation

### 3.1 Lancement de l'Application

```
$ cd "/Users/.../domaine project"
$ streamlit run app.py
```

L'application s'ouvre automatiquement sur <http://localhost:8501>.

### 3.2 Interface et Paramètres

#### 3.2.1 Barre Latérale (Sidebar)

Paramètre	Description	Par défaut
Commodity	Acide Sulfurique ou Soufre	Sulfuric Acid
Market / Region	Benchmark géographique	CFR US Gulf
Start/End Year	Horizon de projection	2025-2030
Volatility Mult.	Ajustement de la vol.	1.0
Spike Frequency	Nombre de spikes/an	0.5
Spike Intensity	Amplitude du spike (%)	30%
Spike Persistence	Durée (mois)	4 mois
Decay Type	Type de décroissance	Exponential
Curve Smoothing	Inertie des courbes	0.70
Monte Carlo Paths	Nombre de simulations	500

#### 3.2.2 Zone Principale

Après avoir cliqué sur « **Run Simulation** », vous obtenez :

1. **Métriques clés** : Prix moyen outlook vs simulé, percentiles, etc.
2. **Graphique de projection** avec trois éléments visuels :
  - **Ligne rouge pointillée** : CRU Outlook (budget)

- **Bande grise** : Zone de risque (IC 95%)
  - **Ligne bleue solide** : Scénario simulé avec chocs
3. **Distributions** : Histogrammes des prix par année
  4. **Export CSV** : Pour vos analyses Excel

## 4 Interprétation des Résultats

### 4.1 Lecture du Graphique

#### Comment lire le graphique :

- La **ligne rouge pointillée** c'est votre *budget* — ce que CRU prévoit officiellement
- La **zone grise** c'est le *champ des possibles* — là où le prix pourrait aller dans 95% des cas
- La **ligne bleue** c'est un *scénario possible* — ce qui pourrait arriver si des spikes se produisent

### 4.2 Exemple de Scénario

Imaginons les paramètres suivants :

- Spike Frequency : 1.5/an (on est pessimistes)
- Spike Intensity : 50% (gros chocs)
- Persistence : 6 mois

Le graphique montrera des « vagues » où le prix monte brutalement puis redescend sur 6 mois. C'est ce qu'on observe typiquement lors de :

- Arrêts de fonderies (maintenance ou grèves)
- Perturbations logistiques (problèmes de fret)
- Chocs géopolitiques (sanctions, etc.)

## 5 Limitations et Avertissements

*(Parce qu'aucun modèle n'est parfait, et celui-ci ne fait pas exception)*

1. **Ce n'est pas de la prédiction** : C'est de la simulation stochastique. On génère des scénarios *plausibles*, pas *certaines*.
2. **Les spikes sont aléatoires** : L'application ne prédit pas *quand* un spike va arriver, juste ce qui *pourrait* se passer s'il arrivait.
3. **La calibration dépend de l'historique** : Si le marché change structurellement, les volatilités historiques peuvent être trompeuses.
4. **Garbage in, garbage out** : La qualité des résultats dépend de la qualité des données CRU en entrée.

**Disclaimer** : Cet outil est fourni à titre indicatif pour l'aide à la décision. Il ne constitue en aucun cas une recommandation d'investissement ou une garantie de performance future.  
*(Traduction : si vous perdez de l'argent en vous basant uniquement sur ce modèle, c'est pas notre faute)*

## 6 Support Technique

Si l'application plante, ne s'ouvre pas, ou fait des choses bizarres :

1. Vérifier que Python 3.8+ est installé
2. Vérifier que les dépendances sont installées :

```
pip install streamlit pandas numpy plotly scipy openpyxl
```

3. Vérifier que le fichier Excel est dans le même dossier
4. En dernier recours : éteindre et rallumer (oui, ça marche parfois)

## 7 Conclusion

Voilà, vous avez maintenant un outil qui permet de :

- Visualiser les projections CRU avec une couche de réalisme
- Tester des scénarios de stress (« et si le marché pétait un câble ? »)
- Avoir des intervalles de confiance pour vos budgets
- Impressionner en réunion avec des graphiques interactifs

*« Tous les modèles sont faux, mais certains sont utiles. »*  
— George Box (et probablement votre prof de stats aussi)

---

**Document généré automatiquement** — Pour toute question technique, contacter l'équipe Data & Analytics.