

1 Feuille de route du projet : Delta-Gamma Hedging avec Machine Learning

1.1 Phase 0 : Préparation

- **Définir l'objectif exact** : neutralité delta et minimisation gamma pour un portefeuille d'options.
- **Identifier le portefeuille et les instruments de couverture** : type et nombre d'options, actions et options disponibles pour le hedging.
- **Rassembler les données** : historique des prix du sous-jacent, volatilité implicite, taux sans risque, maturités.

1.2 Phase 1 : Implémentation analytique

- **Calcul des Greeks** : delta, gamma et éventuellement vega via Black-Scholes ou CRR.
- **Delta-Gamma Hedging classique** : résoudre le système linéaire ou quadratique pour trouver les quantités optimales.
- **Simulation et backtesting** : évolution du sous-jacent via Monte-Carlo ou données historiques, vérification de la stabilité du hedging.

1.3 Phase 2 : Génération du dataset pour Machine Learning

- **Simuler plusieurs portefeuilles** : variation du prix du sous-jacent, volatilité, delta/gamma, strikes et maturités.
- **Calculer les quantités optimales** : solution analytique comme ground truth.
- **Préparer features et targets** : features = état du marché et Greeks des instruments de couverture ; targets = quantités à hedger.
- **Normalisation et stockage** : pour un usage efficace en ML.

1.4 Phase 3 : Modélisation Machine Learning

- **ML supervisé (MLP)** : construction d'un réseau de neurones pour approximer le mapping features → quantités.
- **Validation** : comparer les prédictions ML avec la solution analytique, vérification de delta et gamma.
- **Optimisation des hyperparamètres** : taille du réseau, learning rate, nombre d'époques.

1.5 Phase 4 : Simulation de hedging ML

- **Prédiction en temps réel** : utiliser le modèle ML pour calculer les quantités à hedger à chaque nouveau prix.
- **Simulation du portefeuille** : calcul de delta et gamma après hedging ML.
- **Analyse de robustesse** : tests sur différents horizons et conditions de marché extrêmes.

1.6 Phase 5 : Extensions (optionnel)

- **Reinforcement Learning** : apprentissage d'une stratégie dynamique multi-step.
- **Incorporer vega et coût de transaction** : vers un hedging multi-objectifs.
- **Hedging multi-actifs** : extension à plusieurs sous-jacents corrélés.

1.7 Phase 6 : Documentation et reporting

- **Graphiques et visualisations** : delta et gamma avant/après hedging, comparaison analytique vs ML.
- **Analyse des performances** : RMSE du ML, delta et gamma finaux, P&L simulé.
- **Rapport final** : méthodologie, choix ML, limites et extensions possibles.