

Plan de Soutenance P1RV : IA avant le Deep Learning

“Optimisation et Parallélisation du Pricing d’Options Américaines (LSMC)”

Durée totale : 15 minutes **Orateurs** : Florian Barbe & Narjisse El Manssouri

Slide 1 : Titre & Introduction

Titre affiché : IA avant le Deep Learning : Pricing d’Options Américaines par Monte Carlo (LSMC) **Objectif pédagogique** : Accrocher le jury / Définir le sujet. **Temps** : 1 min

- **Idées clés (Oral)** :
 - Présentation du binôme.
 - **Contextualisation du sujet** : Nous sommes dans le module “IA avant le Deep Learning”. Plutôt que de choisir un sujet de navigation (A^*), nous avons choisi d’appliquer l’IA “statistique classique” (Monte Carlo + Régression) à un problème financier complexe.
 - **Problème** : Comment prendre une décision optimale (exercer ou non une option) dans un futur incertain ? C’est un problème de *décision séquentielle*.
 - **Niveau de détail** : Vulgarisation.
 - **Visuel** : Titre, logos école, sous-titre “De la simulation statistique au calcul haute performance sur GPU”.
-

Slide 2 : L’IA avant le Deep Learning : Pourquoi ce choix ?

Titre affiché : Contexte : L’Intelligence Artificielle “Classique” **Objectif pédagogique** : Justifier l’appartenance au sujet P1RV (Point critique demandé). **Temps** : 1 min 30

- **Idées clés (Oral)** :
 - Avant les réseaux de neurones profonds, l’IA reposait sur des modèles explicites et statistiques.
 - Ici, nous utilisons deux piliers de l’IA classique :
 1. **Simulation (Monte Carlo)** : Explorer l’espace des possibles (aléatoire) pour anticiper le futur.
 2. **Apprentissage (Régression)** : “Apprendre” une fonction de valeur (\hat{C}) à partir de données simulées.
 - C’est l’ancêtre du “Reinforcement Learning” moderne : on cherche une **politique optimale** d’exercice.
- **Niveau de détail** : Conceptuel.

- **Visuel** : Schéma simple : Simulation (Nuage de points) + Régression (Courbe) = Décision.
-

Slide 3 : Le Problème de l'Option Américaine

Titre affiché : Le Défi de l'Exercice Anticipé **Objectif pédagogique** : Expliquer la complexité sans jargon financier excessif. **Temps** : 1 min 30

- **Idées clés (Oral)** :
 - **Option Européenne** : On décide à la fin. Facile (formule fermée souvent possible).
 - **Option Américaine** : On peut “arrêter le jeu” à n'importe quel moment pour encaisser le gain.
 - **Le dilemme** : “Un tiens vaut-il mieux que deux tu l'auras ?” (Payoff immédiat vs Valeur de continuation).
 - Impossible à résoudre par formule simple -> Besoin d'algorithme numérique.
 - **Niveau de détail** : Vulgarisation. Analogie du jeu ou du ticket de loterie.
 - **Visuel** : Graphique d'une trajectoire de prix avec une zone “Exercice optimal” et une zone “Attente” (Fig 1.1 du rapport si disponible/refaite, ou la frontière d'exercice).
-

Slide 4 : L'Algorithme Longstaff-Schwartz (LSMC)

Titre affiché : Combiner Simulation et Régression **Objectif pédagogique** : Expliquer le fonctionnement technique de la solution. **Temps** : 2 min 30

- **Idées clés (Oral)** :
 - La méthode :
 1. **Forward** : On simule des milliers de futurs possibles (trajectoires browniennes).
 2. **Backward (Le cœur de l'IA)** : On remonte le temps de la fin vers le début.
 3. **Apprentissage** : À chaque étape, on fait une régression (Moindres Carrés) pour estimer l'espérance de gain futur.
 - Pourquoi ça marche ? La régression capture la “tendance” moyenne au milieu du chaos aléatoire.
 - **Niveau de détail** : Technique intermédiaire (Pseudo-code simplifié).
 - **Visuel** : Animation ou Schéma “Forward paths -> Backward induction”. (Cf Fig 2.1 du rapport).
-

Slide 5 : Architecture & Implémentation

Titre affiché : Du CPU Séquentiel au GPU Massif **Objectif pédagogique :** Montrer le travail de développement et la démarche scientifique. **Temps :** 2 min

- **Idées clés (Oral) :**
 - **Approche incrémentale :**
 1. **CPU C++ :** Pour valider la logique (la “Vérité Terrain”).
 2. **OpenMP :** Parallélisme simple (multi-cœurs).
 3. **CUDA (GPU) :** Changement de paradigme.
 - **Pourquoi le GPU ?** Monte Carlo = “Embarrassingly Parallel” (chaque trajectoire est indépendante).
 - **L’outil de visualisation (Bonus) :** Développement d’une GUI Python pour “voir” l’algo (dimension Visualisation du P1RV).
 - **Niveau de détail :** Technique (C++, CMake, CUDA).
 - **Visuel :** Architecture logicielle (Backend C++/CUDA <-> Frontend Python).
-

Slide 6 : Le défi du GPU (Difficultés rencontrées)

Titre affiché : Obstacles Techniques et Solutions **Objectif pédagogique :** Montrer la maîtrise technique et la capacité à résoudre des problèmes. **Temps :** 1 min 30

- **Idées clés (Oral) :**
 - **Amdahl & Causalité :** On peut paralléliser les trajectoires (espace), mais PAS le temps (Backward Induction). On doit attendre $t+1$ pour calculer t .
 - **Goulot d’étranglement :** La régression est séquentielle. Le GPU attend le CPU (ou un thread unique) à chaque pas de temps.
 - **Problème Visual Studio :** “L’enfer de l’intégration” -> Migration vers CMake (Preuve de maturité dev).
 - **Niveau de détail :** Technique.
 - **Visuel :** Schéma de la barrière de synchronisation (Timeline CPU vs GPU).
-

Slide 7 : Résultats & Performances

Titre affiché : Accélération et Précision **Objectif pédagogique :** Prouver que ça marche et que c’est rapide. **Temps :** 2 min

- **Idées clés (Oral) :**
 - **Convergence :** Nos prix convergent vers ceux des méthodes déterministes (FDM - Différences Finies) -> L’algo est juste.
 - **Performance :**

- * CPU : quelques secondes.
 - * GPU : quelques millisecondes (Facteur x15 à x30).
 - **Graphique clou** : Courbe de speedup qui monte avec le nombre de trajectoires. “Le GPU a besoin d’être nourri” (nécessite beaucoup de trajectoires pour être efficace).
 - **Niveau de détail** : Données chiffrées.
 - **Visuel** : Graphiques issus du rapport (Temps d’exécution vs Nb Trajectoires).
-

Slide 8 : Apports & Perspectives (Conclusion)

Titre affiché : Bilan et Au-delà **Objectif pédagogique** : Prendre du recul.
Temps : 2 min

- **Idées clés (Oral)** :
 - **Bilan** : Nous avons implémenté une IA décisionnelle capable de pricer en temps quasi-réel grâce au GPU.
 - **Lien pédagogique** : Compréhension profonde du couple Simulation/Régression.
 - **Perspectives** :
 - * Modèles plus complexes (Heston, volatilité stochastique).
 - * Deep Learning ? Remplacer la régression polynomiale par un Réseau de Neurones pour gérer des options à 100 sous-jacents (là où les polynômes échouent).
 - **Niveau de détail** : Synthèse haut niveau.
 - **Visuel** : Points clés + Photo de l’interface finale.
-

Slide 9 : Questions / Réponses

Titre affiché : Merci de votre attention **Visuel** : Lien vers le dépôt GitHub + Capture d’écran “Artistique” des trajectoires (Côté RV/Visuel).