



## Cours 18 | Accélération matérielle pour l'imagerie sismique : modélisation, migration et interprétation

Titre: Accélération matérielle pour l'imagerie sismique : modélisation, migration et interprétation

Auteurs: Rached Abdelkhalek

Ecole/Université: [UNIVERSITÉ DE BORDEAUX I](#)

Résumé: La donnée sismique depuis sa conception (modélisation d'acquisitions sismiques), dans sa phase de traitement (prétraitement et migration) et jusqu'à son exploitation pour en extraire les informations géologiques pertinentes nécessaires à l'identification et l'exploitation optimale des réservoirs d'hydrocarbures (interprétation), génère un volume important de calculs. Nous montrons dans ce travail de thèse qu'à chacune de ces étapes l'utilisation de technologies accélératrices de type GPGPU permet de réduire radicalement les temps de calcul tout en restant dans une enveloppe de consommation électrique raisonnable. Nous présentons et analysons les éléments sous-jacents à ces performances. L'importance de l'utilisation de motifs d'accès mémoire adéquats est particulièrement mise en exergue étant donné que l'accès à la mémoire représente le principal goulot d'étranglement pour les algorithmes abordés. Nous reportons des facteurs d'accélération de l'ordre de 40 pour la modélisation sismique par résolution de l'équation d'onde par différences finies (brique de base pour la modélisation et l'imagerie sismique) et entre 8 et 113 pour le calcul d'attributs sismiques. Nous démontrons que l'utilisation d'accélérateurs matériels élargit considérablement le champ du possible, aussi bien en imagerie sismique (modélisation de nouveaux types d'acquisitions à grande échelle) qu'en interprétation (calcul d'attributs complexes sur station de travail, paramétrage interactif des calculs, etc.).

Extrait du sommaire:

I Etat de l'art 5

1 Introduction à l'Imagerie Sismique 7

1.1 Acquisition sismique 8

1.2 Propagation des ondes sismiques 9

1.3 Modélisation sismique 11



## Cours 18 | Accélération matérielle pour l'imagerie sismique : modélisation, migration et interprétation

1.4	Imagerie sismique par réflexion, approche conventionnelle	11
1.4.1	Prétraitement des <b>données</b>	12
1.4.2	Construction du modèle de vitesse initial	12
1.4.3	Migration	12
1.5	Inversion de formes d'ondes	14
1.6	Interprétation des données sismiques	14
2	Modélisation et Imagerie Sismiques par Equation d'Onde	17
2.1	Équation d'onde acoustique	18
2.2	Modélisation directe explicite par équation d'onde acoustique	20
2.2.1	Résolution par différences finies	21
2.2.2	Résolution par les méthodes pseudo-spectrales	26
2.2.3	Autres méthodes	27
2.2.4	Traitement des bords absorbants	27
2.2.5	Condition de surface libre	29
2.3	Imagerie sismique par équation d'onde : Reverse Time Migration	29
2.4	Dimensionnement des problèmes et évaluation de la complexité calculatoire	30
3	Solutions de calcul intensif pour l'imagerie sismique	35
3.1	Imagerie sismique et architectures de calcul classiques	36
3.1.1	Historique	36
3.1.2	Environnement de programmation parallèle classique	38
viii	Table des matières	
3.1.3	Processeurs généralistes : limites et perspectives actuelles	40
3.1.4	Emergence des accélérateurs de calcul	41
3.2	Calculs généralistes sur processeurs graphiques	41
3.2.1	Architecture	43
3.2.2	Modèles de programmation	47
3.2.3	Ecosystème GPGPU	50
3.2.4	Vers la fusion CPU-GPU : naissance des APU	52
3.3	Autres accélérateurs	52



- 3.3.1 [FPGA](#) 52
- 3.3.2 Accélérateurs généralistes 56
- 3.4 Positionnement de la thèse 56
- II Accélérateurs de calcul pour l'imagerie sismique 57
- 4 Accélération matérielle de la modélisation et de l'imagerie sismiques par équation d'onde 59
- 4.1 Modélisation sismique par différences finies sur GPU 61
  - 4.1.1 Techniques d'optimisation 61
  - 4.1.2 Quelques considérations de performance : étude introductive pour le noyau 2D 63
  - 4.1.3 Noyau de calcul [3D](#) 73
- 4.2 Etude des performances 77
  - 4.2.1 Plateforme de test GPU 77
  - 4.2.2 Montée en fréquence 79
  - 4.2.3 Scalabilité forte 80
  - 4.2.4 Scalabilité faible 82
  - 4.2.5 Granularité CPU GPU 82
  - 4.2.6 Etude globale en grandeur réelle 83
- 4.3 Optimisation de la décomposition de domaine et des communications hôte-GPU 83
  - 4.3.1 Communications CPU-GPU 83
  - 4.3.2 Recouvrement entre calcul et communications 86
- 4.4 Validation numérique 88
- 4.5 Valorisation en production : étude comparative de différents dispositifs d'acquisition . 89
  - 4.5.1 Dispositifs d'acquisition modélisés 90
  - 4.5.2 Exécution 91
  - 4.5.3 Résultats 91
- 4.6 Schémas d'ordres plus élevés et méthode pseudo-spectrale 92
  - 4.6.1 Influence de l'ordre du schéma : étude théorique 92
  - 4.6.2 Méthode pseudo-spectrale 93
- 4.7 Etude d'une solution FPGA pour la modélisation sismique FDTD : Convey HC-1 97



## Cours 18 | Accélération matérielle pour l'imagerie sismique : modélisation, migration et interprétation

- 4.7.1 Transferts de données hôte-coprocesseur 97
- 4.7.2 Bande passante mémoire 97
- 4.7.3 Résolution de l'équation d'onde par différences finies 98
- 4.7.4 Conclusion 99
- 4.8 Problème inverse : Reverse Time Migration 100
  - 4.8.1 Stratégies de remontée en temps inverse 100
  - 4.8.2 Implémentation GPU 101
  - 4.8.3 Etude de performance 101
- 5 Le GPGPU dans l'exploration pétrolière : au-delà de l'imagerie sismique 103
  - 5.1 Calculs d'attributs sismiques sur GPU pour l'interprétation sismique 104
    - 5.1.1 Transposition 3D sur GPU 104
    - 5.1.2 Similarité entre traces voisines 109
    - 5.1.3 Lissage 3D par filtre Gaussien 116
    - 5.1.4 Résultats 118
  - 5.2 Vers l'interprétation interactive sur GPU 120
  - 5.3 Conclusion 121
- 6 Conclusions et perspectives 123
  - 6.1 Conclusions 123
  - 6.2 Perspectives 124

### Cours accélération matérielle (18)

Télécharger le fichier PDF: [Accélération matérielle pour l'imagerie sismique : modélisation, migration et interprétation](#)