

EVIDEN

Proposition d'intervention en Programmation quantique

Agenda et logistique pour CALMIP et URCA

Modalités et éléments logistiques (1/2)

- Dénomination et durée des sessions :
 - Etat de l'art du calcul quantique : ½ journée.
 - Programmation : Basics (2j) et Advanced+PDE (3j)
- Interventions URCA
 - Etat de l'art du Calcul Quantique (en option): ½ j
 - Basics 2j à Reims suivis d'un 1j à Paris; Mi-décembre 2023*
 - Advanced + PDE (3j) à Reims courant 2024
- Intervention CALMIP
 - Basics : 2j à Toulouse 26 Février *
 - Advanced + PDE (3j) à Toulouse semaine 11 ou 18 mars 2024*
- Dates provisoires à valider ensemble
- Remarques :
 - la répartition des éléments de la formation sur les 5 jours pourra dépendre de l'auditoire et varier lors de la restitution.
 - L'objectif est de donner les éléments nécessaires pour suivre en dernière journée une session plus spécifique consacrée à la résolution d'EDP.

Modalités et éléments logistiques (2/2)

- Session en présentiel (site de CALMIP et URCA)
- Max 12 participants pour 1 intervenant Eviden (possibilité de doubler les effectifs)
- Prérequis:
 - installation myqlm pour chaque étudiant;
 - Eviden assurera une semaine auparavant une assistance à l'installation
- Possibilité d'accéder à la QLM (Qapitva) URCA pour certains TPs
 - Prévoir mise à jour 1.9.1
 - création de comptes et accès à discuter avec URCA (Frédéric Mauguière)

Agenda provisoire Basics (2j)

Jour-1

Introduction to Quantum Computing and Eviden solutions (1/2 day)

- Introduction to Quantum Computing: what is a qubit, how to represent it and how to build circuits
- Overview of the Eviden emulator : Qaptiva™ a platform for programming, optimizing and simulating quantum computations
- Introduction to pyAQASM : Eviden Quantum Assembly language with a Python extension
- Hands-on: code your first Quantum program involving superposition and entanglement (EPR pair)

Introduction to Quantum Programming using Qaptiva™ solutions (1/2 day)

- Overview of advance tools for Quantum Programming on Qaptiva™
- Illustration of complexity reduction on a gate-based algorithm : Bernstein-Vazirani
- Hands-on: implement Bernstein-Vazirani algorithm using Qaptiva™ solutions
- Illustration of an annealing resolution of a combinatorial optimization problem : MaxCut

Jour-2

More on the Qaptiva environment

- Documentation and tutorials: Finance and Chemistry (NEACQ & QAT Fermions Algorithms)
- Advanced features
- Hands-On

Discovery of Quantum Algorithms

- A search algorithm in complexity : Grover algorithm
- Theory and Hands an (gate_based)

Agenda provisoire Advanced + PDE (3j) : Jour-1 et jour-2

Jour-1 & jour-2

Advanced features

- A factorization algorithm in polylogarithmic time: Shor
- Formulation of an optimization problem for annealing and gate-based : QUBO
- Hands-on

Connection to Qaptiva for advanced users

- Qaptiva Emulators: how to emulate more qubits
- Circuit Optimization using Qaptiva features
- Noise modeling using Qaptiva features
- Hands-on

Overview of specifics and thematic trainings

- Hands-on cont.
- How to move forward
- Q&A

Agenda provisoire Advanced : Day-3 : Solving PDE (1j)

Jour-3 : Quantum algorithms for solving PDEs (Partial Differential Equations)

Solving PDEs with HHL

- Quantum approach for solving linear systems ($A \cdot x = b$) in order to solve some PDEs
- Overview of HHL, a quantum algorithm for linear systems of equations
- Key steps of HHL:
 - ✓ Estimate eigenvalues of the matrix A using Quantum Phase Estimation (QPE)
 - ✓ Compute eigenvalue inversion using quantum control gates
- Quantum Fourier Transform (QFT) algorithm within QPE
- Limitations of HHL on today's quantum computer

Solving PDEs with VQLS

- Importance of Variational Quantum Algorithms (VQA) on today's NISQ quantum computers
- Principle of Variational Quantum Linear Solver (VQLS) for solving linear systems
- Cost function and its evaluation using Hadamard Test within VQLS
- Ansatz and research space in Hilbert space for VQLS

EVIDEN

Merci

Olivier Hess

Head Eviden Quantum Computing – France

M+ 33 (0) 6 76 75 79 02

olivier.hess@atos.net

Anne-Lise Guilmin

Eviden Quantum Computing Consultant – France

M+ 33 (0) 6 85 22 08 73

anne-lise.guilmin@atos.net

Robert Wang

Eviden Quantum Computing Consultant – France

M+ 33 (0) 7 61 24 79 92

robert.wang@atos.net

Damien Nicolazic

Eviden Quantum Computing Consultant – France

M+ 33 (0) 6 80 28 42 20

damien.nicolazic@atos.net

Julien Mellaerts

Eviden Quantum Computing Consultant

M+ 33 (0) 6 85 22 05 58

julien.mellaerts@eviden.com