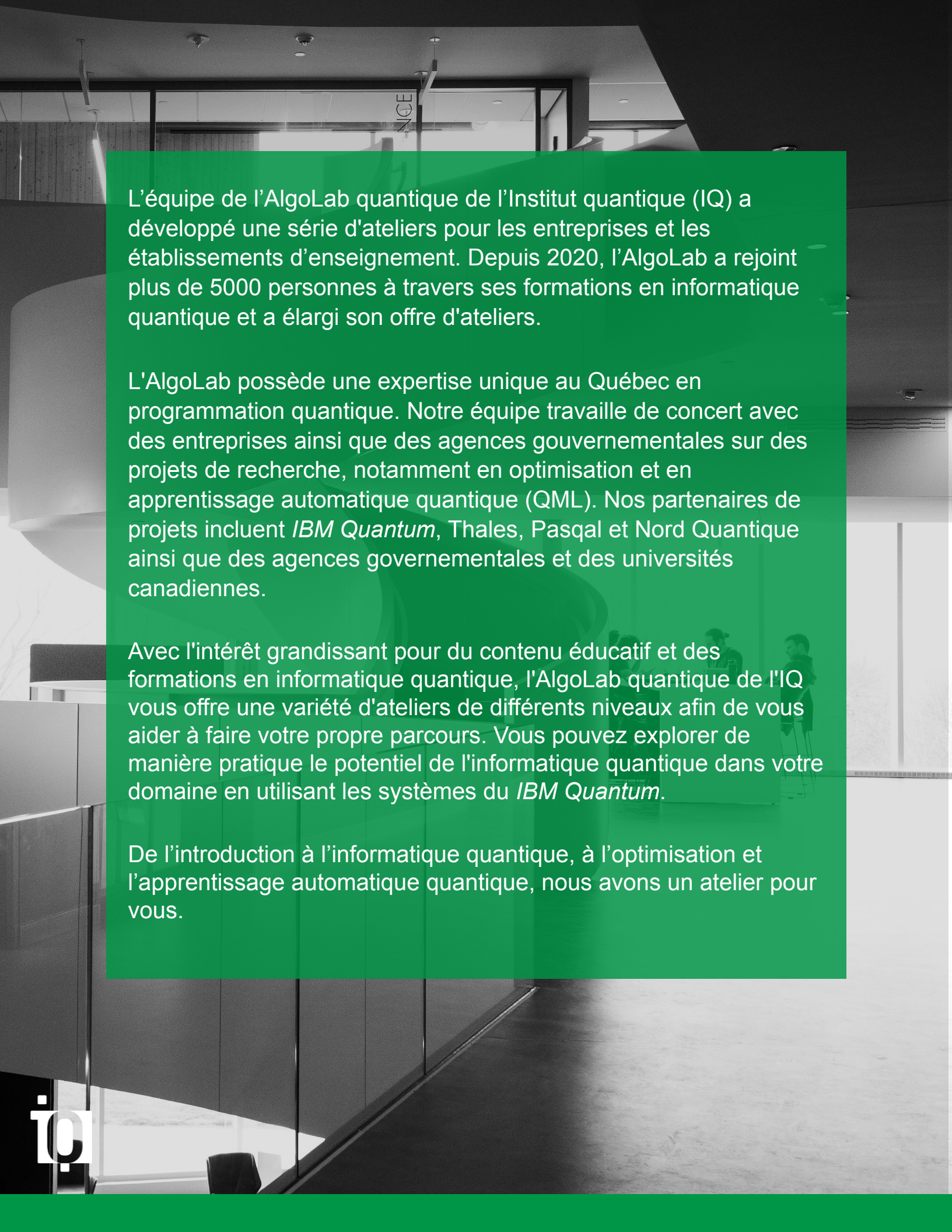
L'INFORMATIQUE QUANTIQUE AU BOUT DES DOIGTS

Ateliers 2024-2025

INSTITUT QUANTIQUE UDS



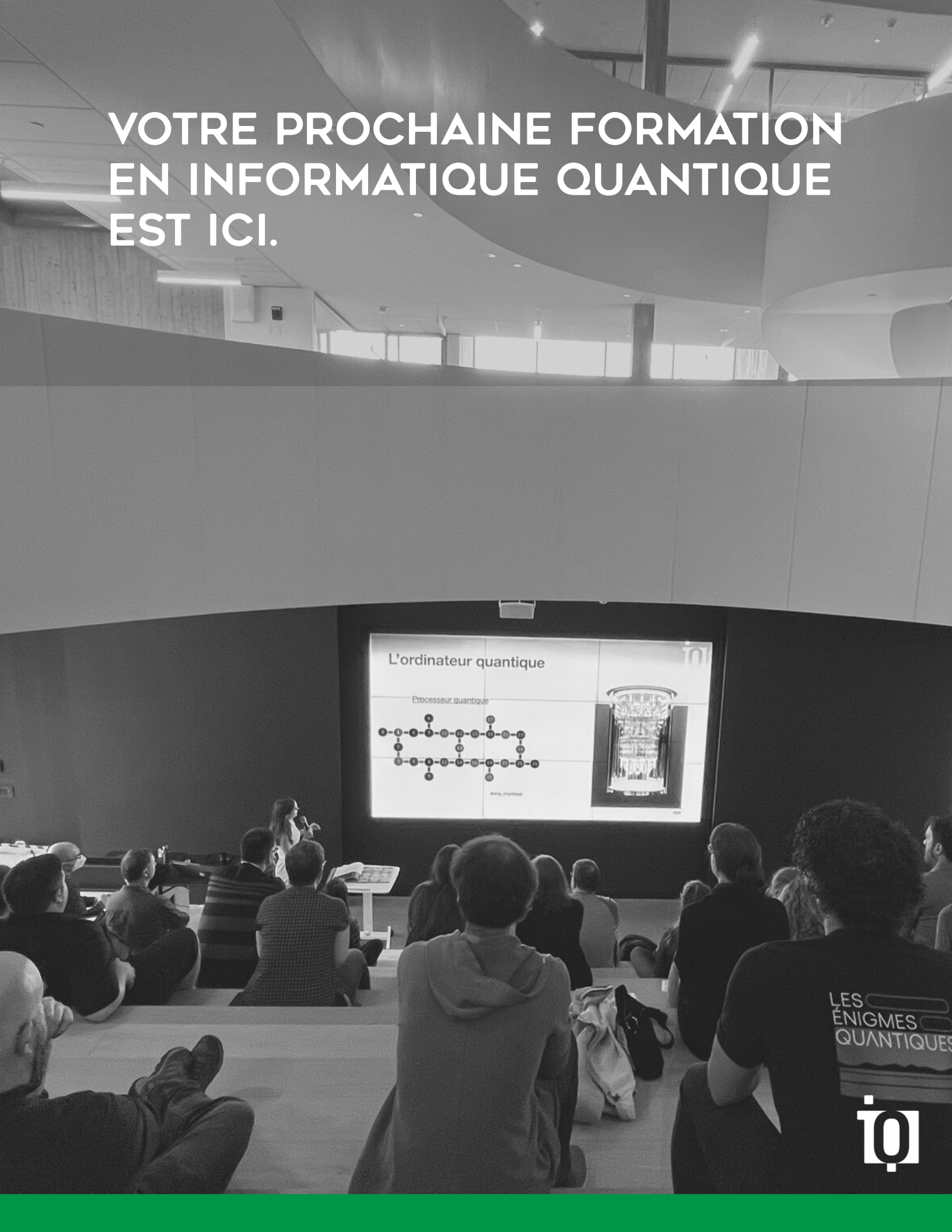
L’équipe de l’AlgoLab quantique de l’Institut quantique (IQ) a développé une série d'ateliers pour les entreprises et les établissements d’enseignement. Depuis 2020, l’AlgoLab a rejoint plus de 5000 personnes à travers ses formations en informatique quantique et a élargi son offre d'ateliers.

L'AlgoLab possède une expertise unique au Québec en programmation quantique. Notre équipe travaille de concert avec des entreprises ainsi que des agences gouvernementales sur des projets de recherche, notamment en optimisation et en apprentissage automatique quantique (QML). Nos partenaires de projets incluent *IBM Quantum*, Thales, Pasqal et Nord Quantique ainsi que des agences governementales et des universités canadiennes.

Avec l'intérêt grandissant pour du contenu éducatif et des formations en informatique quantique, l'AlgoLab quantique de l'IQ vous offre une variété d'ateliers de différents niveaux afin de vous aider à faire votre propre parcours. Vous pouvez explorer de manière pratique le potentiel de l'informatique quantique dans votre domaine en utilisant les systèmes du *IBM Quantum*.

De l’introduction à l’informatique quantique, à l’optimisation et l’apprentissage automatique quantique, nous avons un atelier pour vous.

VOTRE PROCHAINE FORMATION EN INFORMATIQUE QUANTIQUE EST ICI.



01. INTRODUCTION À L'INFORMATIQUE QUANTIQUE

Cet atelier d'introduction aborde les principes clés et permet de faire vos premiers pas en informatique quantique sur les systèmes d'*IBM Quantum.*

Premiers pas en informatique quantique

Niveau Introduction
Durée 3 heures

1. Information classique
   - Bit, opérations simples et support physique
2. Informatique quantique
   - Qubit
   - Intrication
   - Superposition
   - Interférence
   - Contrôle et mesure
   - Parallélisme quantique et avantage quantique
3. IBM Quantum et circuit composer
   - Opérations sur les qubits et circuits quantiques
   - Exercices d'intrication de qubits
   - Lancer un algorithme quantique pour effectuer une téléportation quantique
4. Discussion sur la notion de mesure et d'erreur
5. Perspectives en informatique quantique

02. ÉTAT DE L'ART EN INFO QUANTIQUE ET ÉTUDE DE CAS

Cet atelier offert en entreprise dresse un portrait actualisé de l'informatique quantique et présente des études de cas industriels et académiques.

Horaire de l'atelier

Niveau Introduction

Durée 3 heures

9h00 Présentation de l'état de l'art en informatique quantique

- À propos de l'Institut quantique
- Portrait de l'intérêt mondial en informatique quantique
- Pourquoi et pour qui ?
- Secteurs prometteurs
- Survol de l'ordinateur quantique

9h45 Période de questions

10h15 Pause

10h30 Présentation projet 1 avec période de questions

11h00 Présentation projet 2 avec période de questions

11h30 Présentation projet 3 avec période de questions

12h00 Fin de l'atelier

Choix parmi des études de cas sur nos projets collaboratifs avec :

- Autorité des marchés financiers du Québec,
- Lockheed Martin, Mise à l'échelle des applications d'optimisation quantique à l'aide des systèmes NISQ, QML
- Thales, Classification de données temporelles, QML
- Banque du Canada, Optimisation quantique du système de distribution des billets de banque
- Ressources Naturelles Canada, GQML
- Modélisation des propriétés de molécules, simulation de systèmes physiques

03. INVESTIR ET SE POSITIONNER EN QUANTIQUE

Pour les gestionnaires, cet atelier offre un portrait actuel des technologies quantiques, incluant l'informatique quantique, ainsi que des défis et des opportunités afin de les outiller pour leurs investissements et positionnement stratégique dans le domaine.

Horaire de l'atelier

Niveau Exécutif
Durée 1 heure

1. Présentation de l'état de l'art en quantique
    - Technologies quantiques
    - À quoi fait référence le terme Quantique 2.0
    - Contexte géopolitique national et international du quantique
    - Marché et applications de l'informatique quantique
    - Marché et applications des capteurs quantiques
    - Développer sa propre stratégie quantique
    - Développer son équipe
    - Développer ses projets
2. Période de questions

04. INTRO AUX ALGORITHMES VARIATIONNELS QUANTIQUES

Cet atelier de niveau intermédiaire permet de vous familiariser avec les bases des algorithmes variationnels quantiques et des applications en optimisation, simulation et en apprentissage automatique quantique.

Algorithmes variationnels quantiques

Niveau Intermédiaire
Durée 3 heures

1. Retour sur les bases du calcul quantique
    - Qubit
    - Portes quantiques
    - Vecteur d’état
    - Observable
2. Les bases des algorithmes variationnels quantiques
    - Circuits quantiques paramétrés
    - Mesure d'un observable
3. Survol d'algorithmes variationnels quantiques et applications
    - Solution aux valeurs propres (VQE) en chimie quantique
    - Algorithme quantique d'optimisation approximative (QAOA)
    - Classificateur variationnel quantique en apprentissage automatique supervisé

05. OPTIMISATION QUANTIQUE AVEC QISKIT

Cet atelier de niveau intermédiaire vous propose de développer vos connaissances avec Qiskit et des bases concrètes en optimisation quantique ainsi qu'un module de travaux pratiques.

Optimisation quantique

Niveau Intermédiaire
Durée 3 heures

1. Concepts de base en optimisation quantique
   - Optimisation combinatoire binaire
   - Programmes quadratiques et exemple avec MaxCut
   - Notion d'observable et de fonction de coût
   - QAOA et algorithmes hybrides quantiques-classiques
2. Programme d'optimisation en Python avec Qiskit
   - Construction d'un graphe
   - Conversion vers un observable (Hamiltonien)
   - Évaluation de la fonction de coût et notion d'optimiseur
   - Assemblage du circuit QAOA, exécution et résultats

Module Travaux pratiques

Niveau Intermédiaire
Durée 3 heures

Ce module offre une série de travaux pratiques en optimisation quantique appliqués à des problèmes d'optimisation combinatoire.

06. APPRENTISSAGE AUTOMATIQUE QUANTIQUE AVEC QISKIT

Cet atelier de niveau intermédiaire explore les possibilités qu'offre Qiskit en apprentissage automatique quantique pour des tâches de classification supervisée ainsi qu'un module de travaux pratiques.

Apprentissage automatique quantique (QML)

Niveau Intermédiaire
Durée 3 heures

1. Définition du problème de classification binaire en apprentissage automatique quantique (QML)
2. Concepts de base en informatique quantique
3. Projection de données classiques dans l'espace des caractéristiques quantiques
4. Classificateur variationnel quantique
5. Perspectives en apprentissage automatique quantique

Module Travaux pratiques

Niveau Intermédiaire
Durée 3 heures

Ce module offre une série de travaux pratiques en apprentissage automatique quantique appliqué, notamment en entrainant un modèle pour la classification d'un jeu de données.

07. FORMATION EN PROFONDEUR ET IMPLÉMENTATION APPLIQUÉE

Conçue pour les équipes scientifiques avec un profil en programmation, cette formation propose une introduction en profondeur à l'informatique quantique adaptée et appliquée à votre domaine d'intérêt en explorant différents papiers et leur implémentation.

Horaire de l'atelier

Niveau Intermédiaire
Durée 20 heures sur 10 semaines
Groupe pouvant aller jusqu'à 6 personnes

1. Introduction à l'informatique quantique en partant de ses fondements
2. Appropriation des outils nécessaires à la programmation quantique
3. Exploration du premier papier scientifique et implémentation algorithmique
4. Exploration du deuxième papier scientifique et implémentation algorithmique
5. Discussions sur les démarches et les résulats

08. SÉMINAIRE QUANTIQUE SUR DEUX JOURS

Ce séminaire offre aux entreprises une série de formations ainsi qu'une approche sur mesure afin d'identifier des pistes d'exploration de projets potentiels en informatique quantique.

Jour 1

8h30 Accueil des participants
9h00 Survol de l'Institut quantique et de l'informatique quantique
10h00 Pause
10h15 Introduction à l'informatique quantique
11h00 Introduction à la programmation quantique
12h30 Repas
13h30 Atelier de programmation sur Qiskit
15h00 Pause
15h15 Discussion sur les enjeux computationnels de l'entreprise
16h00 Fin de la journée

Jour 2

8h30 Accueil des participants
9h00 Choix parmi :
- 04. Introduction aux algorithmes variationnels quantiques
- 05. Optimisation quantique avec Qiskit
- 06. Apprentissage automatique quantique avec Qiskit

10h00 Pause
10h15 Suite de l'atelier choisi
12h30 Repas
13h30 Atelier de programmation en lien avec l'atelier du matin
15h00 Pause
15h15 Retour et discussion sur les enjeux computationnels de l'entreprise
16h00 Fin de la journée

09. FEUILLE DE ROUTE VERS UN PROJET EN INFO QUANTIQUE

Les entreprises qui souhaitent établir leur positionnement stratégique en informatique quantique peuvent opter pour l'élaboration d'une feuille de route vers un projet en informatique quantique[1].

Horaire de l'atelier

8h30 Discussion sur les enjeux computationnels de l'entreprise - groupe 1
9h45 Discussion sur les enjeux computationnels de l'entreprise - groupe 2
11h00 Discussion sur les enjeux computationnels de l'entreprise - groupe 3
12h00 Repas
13h00 Introduction à l'informatique quantique
14h00 État de l'art des algorithmes en informatique quantique
15h00 Pause
15h15 Retour et discussion sur les enjeux computationnels de l'entreprise
16h00 Fin de la journée

Contenu du rapport proposé[2]

- Introduction sur l'informatique quantique
- Identification des enjeux computationnels de l'entreprise
- Identification de pistes exploratoires en informatique quantique
- Feuille de route sur les prochaines étapes pour le démarrage d'un projet en informatique quantique

(1) Approche *gate-based* de l'informatique quantique
(2) Présentation de 60 min lors de la remise à l'entreprise du rapport final

TARIFICATION 2024-25

Type de formation	Tarification*	Montant par personne supplémentaire
Formation de base / Module de travaux pratiques	2500$	250$
Formation et implémentation appliquée (20h)	7800$**	-
Séminaire quantique sur deux jours	8250$	825$
Feuille de route vers un projet en Info quantique	12 500$	250$

*Tarification pour groupe de 10 personnes ou moins.
** Maximum de 6 personnes
Frais d'administration de 15% inclus.
Frais de déplacement et d'hébergement en sus pour les formations en présence.
Montants indiqués avant taxes.

Contactez-nous
algolabquantique@usherbrooke.ca

VOTRE AVANTAGE QUANTIQUE COMMENCE ICI