



[www.FLUXONICS.eu](http://www.FLUXONICS.eu)



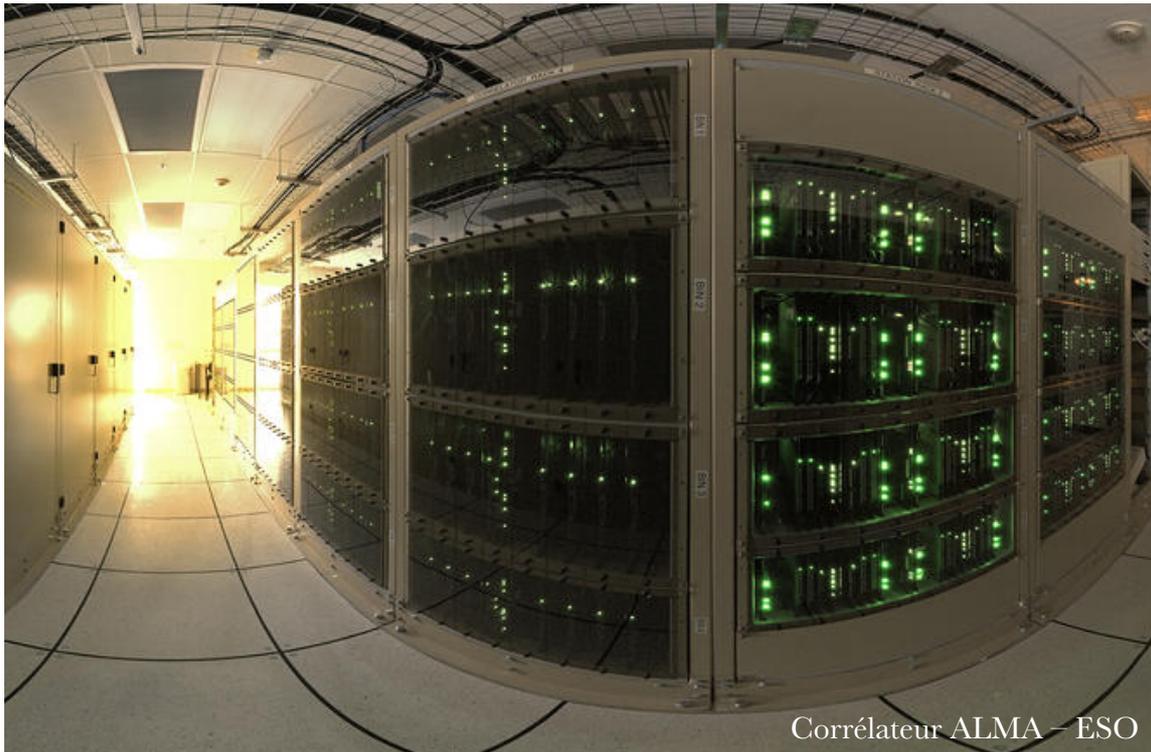
UNIVERSITÉ  
SAVOIE  
MONT BLANC



Région  
Provence  
Alpes  
Côte d'Azur

# Supercalculateurs supraconducteurs

*à base de jonctions Josephson (S2J2)*



AVIGNON – Palais des Papes – Salle du Conclave  
14-16 mars 2018



# Supercalculateurs supraconducteurs

## Programme scientifique

### **Mercredi 14 mars**

14h-14h30 ouverture du colloque

14h30-15h30 table ronde

### **Enjeux écologiques, économiques et industriels du Big Data**

en présence de :

Pascal FEBVRE (Président de FLUXONICS, Université Savoie Mont-Blanc)

Gabriel MARQUETTE (CNRS/INSU, Paris)

Alain RAVEX (Cryoconsult)

Georges WAYSAND (Laboratoire Souterrain Bas-Bruit, Rustrel Pays d'Apt)

15h30-16h pause café

16h-17h table ronde

### **Introduction au monde des Jonctions Josephson : supercalculateurs, calculateurs quantiques**

en présence de :

Pascal FEBVRE (Université Savoie Mont-Blanc, France)

Coenrad FOURIE ( Stellenbosch University, Afrique du Sud)

Hans HILGENKAMP (Université de Twente, Pays-Bas)

Colin P. WILLIAMS (D-Wave Systems, Inc, Canada)

19h-20h conférence publique : **L'ordinateur qui viendra du froid**

# L'ordinateur qui viendra du froid

par Pascal Febvre et Georges Waysand

Entre 2011 et 2016 le trafic mondial des données aurait été multiplié par 4,5. D'où toujours plus de centre de données pour le stockage et de supercalculateurs pour leur traitement numérique. En France, dès 2015 la consommation d'énergie électrique des centres de données, essentiellement pour leur refroidissement, aurait dépassé celle de la ville de Lyon (environ 3TWh par an). L'essor des technologies numériques est devenu un fardeau financier ... et un problème écologique mondial.

En effet les calculateurs classiques à base de matériaux semi-conducteurs atteignent leurs limites de performance en terme de miniaturisation, de vitesse de calcul et d'efficacité énergétique. Jusqu'à présent ces limitations sont compensées en partie en faisant travailler plusieurs processeurs en parallèle (architectures multi-cœurs), mais au prix d'une consommation électrique plus importante. A tel point que le refroidissement des machines les plus puissantes est un problème majeur, comme l'atteste par exemple l'installation récente du premier centre de données de Facebook au nord de la Suède, à 100 km du cercle polaire arctique, là où la température annuelle moyenne est de 2,4° Celsius.

Il existe aujourd'hui une technologie, en phase de pré-industrialisation dans certains pays, consommant 10 000 à 100 000 fois moins d'énergie pour effectuer les mêmes opérations. Elle repose sur l'utilisation de matériaux supraconducteurs, qui ont la propriété de ne plus présenter de résistance électrique en-dessous d'une certaine température. Il faut en conséquent refroidir les circuits à une température proche de -269°C pour qu'ils fonctionnent. Contrairement aux idées reçues les technologies de refroidissement sont aujourd'hui fiables et utilisées quotidiennement pour de nombreuses applications (dans les hôpitaux avec les IRM, au CERN, etc.). Le refroidissement a un coût : pour obtenir 1 kW de puissance froide à -269°C, il faut environ 250kW de puissance électrique. Malgré cela la consommation globale de ces super-ordinateurs qui viennent du froid reste encore 10 à 100 fois plus faible que les technologies actuelles, tout en pouvant fonctionner à des fréquences d'horloge environ 100 fois plus élevées que celles des ordinateurs actuels... C'est de tout cela dont nous vous parlerons.

## Jeudi 15 mars

### Session 1 : Les besoins en électronique supraconductrice : de la physique fondamentale à la médecine

#### 9h00–9h30 **Electronique numérique supraconductrice – Vue d’ensemble**

Pascal Febvre – Université Savoie Mont Blanc – France

#### 9h30–10h15 **Calcul quantique : la perspective donnée par D-Wave**

Colin P. Williams – D-Wave Systems, Inc – Canada

10h15–10h30 pause café

#### 10h30–11h00 **L’électronique supraconductrice pour la métrologie**

Johannes Kohlmann – PTB – Braunschweig, Allemagne

#### 11h00–11h30 **Statut et perspectives des activités de l’Institut de Technologie Photonique dans le cadre de la fonderie européenne FLUXONICS**

J. Kunert, U. Hübner, E. Il’itchev, R. Stolz, H. Schmidt – Leibniz Institute of Photonic Technology – Iéna, Allemagne

#### 11h30–12h00 **Présentation de la fonderie de supraconducteurs de VTT en Finlande**

Visa Vesterinen – VTT Technical Research Centre of Finland Ltd – Espoo, Finlande

### 12h30–13h30 Déjeuner au restaurant *Le Lutrin (Rue de La Balance, 84000 Avignon)*

#### 14h00–14h45 **En route vers le Square Kilometre Array**

Fabienne Casoli - Observatoire de Paris

#### 14h45–15h15 **Technologie numérique supraconductrice pour le traitement des signaux microondes de réseaux d’antennes de radioastronomie**

Pascal Febvre – Université Savoie Mont Blanc – France

15h15–15h30 : pause café

### Session 2 : Supraconductivité et cryogénie

#### 15h30–16h15 **La cryogénie pour le calcul supraconducteur et quantique – nouveaux défis**

Alain Ravex – Cryoconsult – France

#### 16h15–16h45 **L’expérience industrielle d’Air Liquide dans le refroidissement de dispositifs supraconducteurs entre 1,8 K et 4 K (entre -269,4 °C et -267,2°C)**

Simon Crispel – Air Liquide Advanced Technologies – France

#### 16h45–17h00 **Discussion sur le refroidissement cryogénique**

### 19h30 dîner des congressistes au carré du Palais avec dégustation de vins des côtes du Rhône (1 Place du Palais, 84000 Avignon)

## Vendredi 16 mars

### Session 3 : Supercalculateurs supraconducteurs : les solutions technologiques, du hardware au software

9h00–9h45 **Microprocesseurs supraconducteurs – l'expérience japonaise**

Akira Fujimaki – Nagoya Université de Nagoya – Japon

9h45–10h15 **Jonctions Josephson auto-shuntées : une solution pour les circuits à haute intégration**

Mikhail Belogolovskii – Académie des Sciences – Kiev, Ukraine

10h15–10h30 pause café

10h30–11h00 **Unités arithmétiques et logiques supraconductrices pour les supercalculateurs**

Ali Bozbey – Université TOBB – Ankara, Turquie

11h00–11h30 **Outils de conception électronique pour super-calculateurs supraconducteurs**

Coenrad Fourie – Université de Stellenbosch – Afrique du Sud

11h30–12h00 **Définition des prochaines étapes et du groupe de travail – Fermeture du colloque**

12h30–14h Déjeuner au restaurant *Le Lutrin* (Rue de La Balance, 84000 Avignon)

