



## SKA France – Atelier HPC

CNRS, 1<sup>er</sup> juillet 2016

---

### Participants :

#### Industrie

##### Compagnies présentes :

Marie-Christine Sawley	INTEL Exascale Lab
Medur Sridharan	Atos/BULL
Olivier Duroyon	NOKIA/Alcatel Lucent
Frédéric Bellossi	Airbus Safran Launchers
Etienne Fabry	Airbus Safran Launchers
Christian de Sainte Marie	IBM
Stéphane CORDOVA	Kalray
Cedric Delage	FEDD

##### Compagnies absentes mais intéressées :

Pascal Lapeyre, Hervé Saint	Thalès (excusés)
François Courteille	Nvidia (excusé)

#### Académiques :

Chiara Ferrari	Observatoire de la Côte d'Azur
Gabriel Marquette	CNRS/INSU
Michel Perault	CNRS/INSU
Jean Pierre Vilotte	CNRS/INSU
Jean-François Nezan	INSA Rennes
Cyril Tasse	Observatoire de Paris
Jean-Mathieu Etancelin	URCA
Alexandrie Delobelle	CNRS/INSU

---



## **Ordre du Jour**

09:30 - 10:00	Accueil Café	
10:00 - 10:15	Présentation de la journée et tour de table	<i>G. Marquette</i>
10:15 - 10:30	Le projet SKA et la situation en France	<i>M. Perault</i>
10:30 - 10:45	Questions	
10:45 - 11:00	Les consortia SKA - CSP & SDP (& LFAA)	<i>C. Ferrari</i>
11:00 - 13:00	Présentations des expertises et intérêts pour SKA	
	<ul style="list-style-type: none"><li>• <i>INTEL Exascale Lab</i></li><li>• <i>FEDD</i></li><li>• <i>Kalray</i></li><li>• <i>BULL</i></li><li>• <i>NOKIA/Alcatel-Lucent</i></li><li>• <i>AIRBUS ASTRIUM</i></li><li>• <i>THALES</i></li><li>• <i>IBM</i></li><li>• <i>URCA</i></li></ul>	
13:00 - 14:00	Pause Déjeuner	
14:00 - 15:30	Préparation de la solution France	
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Axes de R&amp;D principaux</li><li>• Partenariat et ressources</li><li>• Moyens nécessaires</li></ul>	
15:30 - 16:00	Plan d'actions et conclusions	

## **Relevé de Conclusions / Décisions**

1/ Les compagnies présentes ont illustré leurs expertises et compétences relevant du domaine de SKA (HW, SW, intégration, etc.). Elles ont confirmé leur intérêt dans le projet SKA et sont prêtes à s'investir seules ou en partenariat sur des thématiques bien ciblées.

2/ Ces investissements pourront prendre la forme de projets collaboratifs soit sur la base d'investissements privés soit à coûts partagés en s'appuyant sur des financements nationaux ou communautaires (FUI ; CGI ; clusters EUREKA : ITEA3, PENTA, EUROGIA ; H2020)

3/ Des premières pistes ont été identifiées :

- co-design pour l'optimisation du traitement du signal : construire en France un groupe qui guide les développements algorithmiques pour les données d'interférométrie radio (e.g. INSU/CEA) en collaboration étroite avec les constructeurs (industriels) et la recherche informatique (invitation souhaitable de l'INRIA aux prochains ateliers)
- un grand groupe intégrateur est fortement attractif pour SKAO, au niveau de l'organisation de certains consortia (e.g. LFAA) et de l'ingénierie système globale du projet SKA
- l'expérience de Bordeaux et de leurs partenaires industriels sur les technologies de digitalisation haute-fréquence est explicitement demandée par SKAO



- il émerge un intérêt pour le développement de tests de performance HW/SW sur un prototype, ou, ce qui est souhaitable, sur un instrument *pathfinder* de SKA (e.g. NenuFAR à la Station de Radioastronomie de Nançay)
- une proposition conjointe laboratoires de recherche et industriels pourrait être construite pour le consortium SaDT (Signal and Data Transport), responsable du transport des données entre les différents éléments de SKA et de fournir la référence temporelle. Il manque un partenaire type RENATER (consortium GEANT), qui sera invité aux prochaines réunions
- dans la préparation de la « solution SKA France » il faudra prendre en compte les retombées qui dépassent largement le projet SKA et qui vont bien au delà des seules applications astrophysiques : SKA est un « use case » particulièrement stimulant pour un très large sous-ensemble de technologies de l'information haute performance à venir, incluant le calcul intensif embarqué, le transport, le stockage et la gestion de masses de données colossales, le traitement massif haut niveau du signal et le contrôle de systèmes particulièrement complexes, temps réel et hors temps réel. Il semble clair que d'autres disciplines scientifiques bénéficieront des progrès attendus, mais aussi de larges domaines d'activité en dehors de la recherche.

4/ Les questions de PI (propriété intellectuelle) et d'Open Source ont été évoquées et devront faire l'objet d'une discussion approfondie à la prochaine réunion, en lien avec les approches en cours de négociation pour le futur SKAO.

5/ Un 2<sup>e</sup> atelier HPC est programmé pour le 9 septembre au CNRS dont l'objectif est de :

- travailler sur les idées de projets qui pourront servir de précurseurs aux partenariats forts qui seront mis en avant pour illustrer l'intérêt de l'industrie française (basée en France et générant de la richesse locale – emplois et CA)
- préparer la « solution SKA France » qui sera produite d'ici fin Q3 2016 pour convaincre les ministères français de l'importance scientifique et économique de SKA pour la France.

6/ Faire remonter les résultats de ce 1<sup>er</sup> atelier au sein des entreprises pour obtenir de leur haut management des lettres d'intérêt et de soutien à SKA France.

---

### **1. Introduction/Objectif de l'atelier :**

Le CNRS-INSU vient de mettre en place une coordination "SKA-France" des implications tant scientifiques, technologiques qu'industrielles des différents acteurs nationaux. Nous faisons face, pour la construction du télescope SKA, à un triple défi:

- (i) l'ambition hors de la mesure commune du projet requiert la mise en œuvre de solutions technologiques de rupture,



- (ii) le contexte hautement compétitif de la collaboration planétaire engagée exige un positionnement particulièrement avancé de chaque partenaire sur un petit nombre de domaines bien choisis,
- (iii) la construction en phases successives du télescope géant doit prévoir une montée en puissance progressive considérable des solutions sans explosion des coûts.

Pour faire avancer la préparation technologique et industrielle la coordination SKA France organise des ateliers avec les industriels intéressés sur des questions ciblées.

Cette réunion a constitué le premier atelier sur les questions de grandes masses de données et de HPC.

ASL-ASTRIUM, Kalray, Intel-France, FEDD, Nokia-Alcatel Lucent, IBM, ATOS-BULL y ont participé. Thalès et Nvidia, qui n'ont pu y participer, ont exprimé leur souhait d'être associés à ce groupe de travail et seront invités à se joindre au prochain atelier.

L'objectif de cet atelier était de :

- Rappeler les ambitions du projet SKA, de présenter la situation du projet dans le contexte mondial et de préciser la position de la France aujourd'hui (non inscription de SKA dans la feuille de route nationale des TGIR)
- Présenter les 11 « consortia » de SKA et identifier ceux qui sont au cœur des intérêts de l'industrie basée en France (tant au niveau HW que SW)
- Présenter les expertises et compétences des compagnies réunies, leurs attentes vis-à-vis de SKA, et leur volonté de s'impliquer dans l'action SKA France.
- Identifier les manques éventuels pour inviter de nouveaux acteurs à rejoindre le groupe de travail.
- Identifier des axes de développement technologiques mettant en synergie les compétences réunies
- Commencer à construire un argumentaire en appui de la coordination SKA France qui démontrera les ambitions scientifiques et industrielles des acteurs privés et publics pour s'impliquer dans SKA afin de faire évoluer la situation de blocage dans laquelle SKA se trouve actuellement en France.
- Identifier des premières idées de projet en partenariat, illustration parfaite que SKA France existe déjà. Corrélativement, explorer les différentes pistes d'ingénierie financière envisageables pour la réalisation de ces projets (investissement privé uniquement ou à coûts partagés en s'appuyant sur des programmes nationaux ou européens).

Ce document récapitule l'essentiel des messages passés. L'ensemble des présentations faites par les entreprises et la coordination SKA France sont jointes à ce compte-rendu.



## **2. Le projet SKA : rappel du contexte et présentation de la situation en France**

Le Square Kilometer Array est un projet planétaire particulièrement ambitieux qui sera déployé par une Organisation Inter-Gouvernementale (IGO) en cours d'élaboration, dont le siège sera hébergé par l'Observatoire radio de Jodrell Bank au Royaume-Uni, au sud de Manchester. Devenu en 2016 *Landmark* de la feuille de route Européenne ESFRI des grandes infrastructures de recherche, SKA termine sa phase de pré-construction, mais sans participation formelle de la France. Cette dernière, cofondatrice des premières étapes, s'était en effet retirée lorsque le groupe de 10 pays engageait la préconstruction fin 2011, pour des raisons programmatiques.

Cette année est une étape importante du projet, voyant simultanément le déroulement des négociations internationales destinées à établir la Convention internationale (ou traité) régissant la future Organisation intergouvernementale, et la conclusion réussie de l'ensemble des revues préliminaires de définition, tant au niveau des sous-systèmes que de l'ensemble du système. Ces revues ont porté sur la 1<sup>e</sup> phase de la construction du projet, dite SKA-1, représentant près de 10 % de la surface collectrice cible, sous forme de 2 radiotélescopes à construire dans les déserts du Karoo (Afrique du Sud) et de Murchinson (Australie), couvrant respectivement les bandes de longueurs d'onde centimétriques à décimétriques et métriques. La construction pourrait commencer en 2019.

Cette première étape du projet, dont l'investissement est limité à un plafond de 650M€(2013) devrait mettre dès 2023 à disposition des communautés scientifiques des pays membres de SKAO un observatoire décuplant la capacité des meilleurs radiotélescopes disponibles aujourd'hui. Les objectifs scientifiques concernent de nombreuses questions fondamentales tant des astrophysiciens, sur l'origine de l'univers observable, des galaxies et des systèmes stellaires et planétaires, que celles des physiciens, sur les composantes encore inconnues de notre monde (matière noire et énergie noire), et sur les interactions fondamentales entre les constituants de l'univers.

Le travail de définition des 5 dernières années a été conduit par 11 consortia internationaux, composés d'instituts et de compagnies de nombreux pays, financés par leurs agences nationales (investissement estimé à 150M€), et coordonnés par le bureau projet du SKAO (dont le financement pendant la même période s'élevait à 10M€). Plusieurs équipes en France ont participé à ces travaux, et continuent à s'impliquer activement. SKAO a exprimé à nouveau avec clarté lors de notre récente visite à Manchester l'importance pour le projet d'augmenter cette implication en associant les groupes industriels susceptibles d'engager leurs savoir-faire dans le projet, et de créer avec eux les conditions d'une décision favorable de notre gouvernement pour rejoindre le projet.

Le plan de construction, dont la version préliminaire actuelle liste environ 250 tâches élémentaires regroupées en 9 blocs principaux, prévoit de faire appel systématiquement à des réalisations industrielles pour le hardware, et dans une large mesure également pour le software, tant l'échelle de ces réalisations, et le niveau d'exigence en termes d'ingénierie de production et de mise en œuvre dépassent les capacités des institutions participant au projet.



Au rang des difficultés à gérer, qui doivent également être vues comme autant de motivations pour s'engager dans ce projet, on peut citer son échelle planétaire, la complexité de l'ingénierie système à maîtriser, les difficultés à faire tenir le coût à l'intérieur du plafond d'investissement convenu entre les partenaires actuels, l'échelle des défis volumétriques en termes de données et de calcul, la nécessité impérieuse de réduire la consommation énergétique et de proposer des solutions d'énergie renouvelable, et l'enjeu de réaliser un système de contrôle global de l'observatoire sur l'ensemble du cycle de vie des données, en assurant l'efficacité maximale en dépit d'une formidable complexité.

### **3. Les 11 Consortia de design SKA, et CSP et SDP en particulier**

Le Square Kilometre Array est maintenant dans sa phase de pre-construction, avec 11 consortia qui sont en charge de conduire le travail de conception des différentes composantes du projet (<https://www.skatelescope.org/wp/>). Après avoir passé entre la fin 2015 et le premier semestre 2016 la PDR (Preliminary Design Review), les consortia sont dans la phase de définition détaillée, préparant la CDR (Critical Design Review) qui devrait amener en 2018 au Construction Proposal de la première phase de SKA (SKA1), puis aux appels d'offres.

Plusieurs consortia sont responsables de la construction des deux télescopes allant des basses fréquences (50-350 MHz), SKA1-LOW, aux fréquences moyennes, SKA1-MID (350 MHz-14 GHz).

La conception des différents types d'antennes, de leur structure, des récepteurs et de leur vérification est la responsabilité des consortia LFAA et DISH respectivement. Dans le cas de SKA1-LOW, les 131000 antennes à périodicité logarithmique qui constitueront le télescope seront regroupées en 512 stations (dont environ la moitié dans un cœur central de 1 km et le reste sur des bras spiraux jusqu'à 40 km de rayon). Le consortium LFAA est aussi responsable de la meilleure distribution des antennes et des stations, mais surtout du traitement du signal et du hardware pour combiner le signal des antennes à l'intérieur de chaque station afin de former l'équivalent d'une grande antenne unique (réseaux phasés).

À noter que des réseaux phasés sont prévus dans une deuxième phase pour SKA-MID aussi, ce qui fait l'objet du consortium MFAA. L'autre consortium qui effectue des études pour MID, mais pour la deuxième phase de SKA (SKA Advanced Instrumentation Programme) est le WBSPF pour la conception de récepteurs très large bande.

Les infrastructures (réseau, routes, bâtiments, véhicules, ...) sont assurées par deux consortia dans les deux Pays hôtes de SKA, tandis que le consortium AIV est responsable de planifier toutes les activités nécessaires à incorporer les éléments de SKA dans les infrastructures existantes et d'en vérifier la conformité avec les spécifications SKA.

Les taux de données produits par SKA1 seront énormes (>7 Tbit/s). Le consortium "Signal and Data Transport" (SaDT) inclut les hardware et software nécessaires à leur transmission entre les éléments



de SKA. Il est aussi responsable de fournir la référence temporelle, ce qui est essentiel pour un interféromètre.

Mais le vrai défi en termes de capacité informatique et de puissance de calcul et stockage concerne principalement les étapes entre les données brutes observées par les télescopes, la production des images multi-dimensionnelles du ciel et leur stockage et distribution à la communauté astronomique. Les deux consortia principaux en charge du traitement de données et des implications HPC sont le CSP et le SDP. De façon très succincte, le premier est le cerveau central de SKA. Il est responsable de s'affranchir des interférences terrestres (RFIs) et de convertir les signaux astronomiques reçus par les antennes de SKA en informations nécessaires au SDP, responsable à son tour des plateformes hardware, du software et des algorithmes nécessaires pour élaborer et distribuer à la communauté les produits scientifique prêts pour l'analyse des astronomes (images multi-fréquences, catalogues de sources, ...).

Le taux de croissance de l'archive SKA est de l'ordre de 50 – 300 Pbytes/yr. Il gardera les produits standards (images multi-fréquences, catalogues, candidats de pulsars...), aussi bien que des produits qui seront demandés par la communauté pour des expériences spécifiques. L'idée est quand-même d'avoir un traitement plus poussé des données et l'analyse scientifique à travers des centres régionaux de données qui commencent à être discutés (sur le modèle, par exemple, d'ALMA). Ces centres ne seront pas seulement responsables de la distribution des données, mais aussi du développement de nouveaux softwares d'analyse et du support scientifique et technique.

Les consortia CSP et SDP doivent faire face au vrai défi informatique de SKA en terme non seulement de vitesse de calcul et de taux de données (cf. Fig. 1), mais aussi de consommation énergétique dont le plafond proposé sera d'environ 5MW par site.

Pour compléter notre panorama des 11 consortia de SKA, le Telescope Manager, qui inclut tous les hardware et software nécessaires au contrôle du télescope et des infrastructures associés, particulièrement important pour la planification de toutes les opérations de SKA (des observations au stockage des données) et pour en évaluer les performances en ligne.

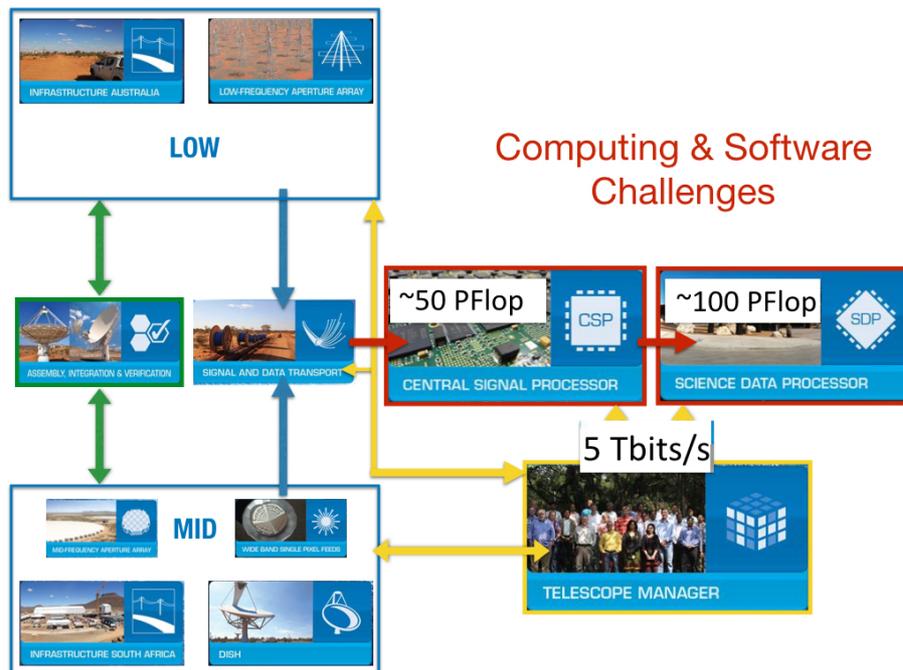


Figure Erreur ! Pas de séquence spécifié.

#### 4. Présentations des expertises et compétences des compagnies réunies

(voir présentations en annexe à ce document)

- INTEL Exascale Lab

Intel, groupe d'envergure internationale, est déjà fortement impliqué dans SKA. Son implantation scientifique et technique en France au travers de son laboratoire Exascale commun avec le CEA, et ses nombreux contacts avec le monde académique, en font un partenaire privilégié en France et au-delà pour SKA France. Intel est très intéressé à développer grâce à SKA France des projets collaboratifs pour soutenir des approches originales avec de nombreux partenaires autour de la table, et est prêt à investir dans ces actions.

Intel propose qu'une analyse SWOT de la participation française soit faite pour bien comprendre quel est le « drive » en France, les souhaits des scientifiques et mettre en synergie les engagements basés en France.

- Kalray

Kalray propose des solutions originales en matière de HW (MPPA très performants et à très faible consommation) qui prennent tout leur intérêt dans SKA en particulier pour le CSP et potentiellement pour LFAA. Complémentarité avec les solutions Intel et donc possibilité d'avoir une approche en synergie avec les autres partenaires industriels.

- NOKIA/Alcatel-Lucent



Nokia est déjà impliqué dans SKA dans le consortium SaDT. Nokia est tout à fait intéressé à accompagner les actions lancées dans le cadre de SKA France et apporte sa forte implantation hexagonale (4000 chercheurs en France) au service des projets futurs de SKA

- ATOS-BULL

Directement intéressé par toute la partie HPC (extreme computing, extreme factory,, etc.), ATOS-BULL voit dans SKA France une possibilité de travailler sur les nouvelles solutions hybrides . L'expérience de BULL dans les projets collaboratifs type EUREKA (ITEA3, CATRENE) constitue un atout pour développer des futurs projets, en particulier à l'international.

- FEDD

PME très connectée avec le LAB (Bordeaux) et qui a déjà un fort track record sur Alma. FEDD est très intéressée dans ses futurs développements à collaborer avec INTEL, Kalray et Bull mais également avec le CEA et TAS.

En particulier des verrous technologiques ont déjà été identifiés (CAN rapide et large bande, Cartes de traitement numérique) qui pourront faire l'objet d'études spécifiques.

FEDD a déjà développé un « écosystème régional » qui pourra être très utile pour SKA France.

- AIRBUS SAFRAN LAUNCHERS- ASTRIUM

ASL est très intéressé par SKA pour se positionner comme intégrateur (expertise en infrastructures complexes/management de l'énergie /air traffic management/cybersécurité, etc.). Son expertise en système de systèmes le privilégie comme Telescope manager et ASL souhaiterait faire part de cette maîtrise à SKAO. Par ailleurs, la surface de ASL fait que leurs compétences pourraient être apportées aux Consortia CSP, SaDT, SDP et possiblement DISH (a priori N/A puisque déjà attribué aux allemands/chinois). Leur expertise en RFI a également été mise en avant.

- IBM

IBM est déjà acteur dans SKA dans d'autres pays européens (UK). En France la contribution d'IBM pourrait se situer côté algorithmique, et en développement de logiciels de traitement de données. IBM pourrait également partager sa compétence en partenariat avec le monde académique ainsi que dans des montages plus complexes (type ITE).

- URCA

URCA a présenté ses compétences et son implication dans la Maison de la Simulation ainsi que les partenariats forts qui l'unissent à Nvidia. Leur expérience sur les machines Bull ainsi que les développements sur les machines hybrides (GPU) sont directement dans la perspective de SKA.

## **6. Actions**

- 2<sup>e</sup> Atelier HPC programmé le 9 septembre prochain avec les mêmes partenaires plus THALES et NVIDIA. CEA et INRIA seront également conviés.



- Objectif : construire l'argumentaire pour SKA France à destination des ministères concernés
- 1<sup>er</sup> atelier scientifique HPC avant l'atelier précédent pour enrichir la feuille de route SKA France (programmé a priori le 8 septembre)
- Motivation du haut management des compagnies intéressées pour obtenir une lettre de soutien et d'engagement à porter aux ministères concernés avant la fin Octobre 2016.