

## Visite de l'Espace Clément Ader par les toulousains de l'AAM.



photo 1 : l'ensemble du groupe visiteurs de l'AAM

Nous nous sommes retrouvés, le 4 mars 2015, une douzaine autour d'un repas dans un restaurant proche de l'Espace Clément Ader. Il est toujours agréable de rencontrer d'anciens collègues, c'est le temps de raconter dans un laps de temps relativement court nos divers parcours et activités depuis nos départs à la retraite. Nous étions là pour découvrir l'évolution de Météo-France dans le secteur de pointe de l'informatique (photo 1). C'est Alain BEURAUD, responsable des projets « calcul intensif » à Météo-France, que j'avais contacté pour nous faire visiter le site. C'est avec son amabilité habituelle, sa compétence qu'il nous a fait découvrir ce nouvel univers et les évolutions techniques.

L'Espace Clément Ader (ECA) est un nouveau bâtiment de 13088 m<sup>2</sup> SHON (surface hors heuvre nette) inauguré en 2014, appartenant à l'Université de Toulouse. Ce bâtiment est l'acte de naissance du Campus Montaudran Aérospatial. Il héberge plusieurs laboratoires et plateformes techniques de recherches et d'expérimentations :

- un centre de recherche mutualisant les recherches en mécanique des matériaux (usinage, contrôle de fabrication, vieillissement des structures, métrologie,...)

- un centre régional pour l'innovation sur les matériaux composites notamment à destination de l'aéronautique et de l'espace,

- une plateforme de micro caractérisation des matériaux (caractérisation multi échelles d'objets solides pour les domaines d'applications tels que l'énergie, l'automobile, l'aéronautique, l'espace, la santé,...),

- une Plateforme de Calcul Intensif (PCI), partagée entre l'Université de Toulouse et Météo-France.

Après une rapide présentation de la genèse du projet dans le hall d'entrée du bâtiment, nous avons découvert le CRITT, guidé par le Directeur de cette entité (Bertrand COMBES). Celui-ci a rapidement décrit quelques-uns des instruments les plus spectaculaires mis à disposition de la communauté de recherche toulousaine dans le domaine des tests mécaniques (traction, compression, cisaillement ...), d'endurance, de fatigue des matériaux composites. Des dispositifs permettant de valider la résistance aux vibrations des pales d'hélicoptère, de contrôler l'impact de la chute d'une masse importante sur une structure, d'analyser le vieillissement d'un composant en fonction de fortes variations de températures ont pu être visualisés.

Nous nous sommes ensuite dirigés vers la Plateforme de Calcul Intensif située au 1er étage du bâtiment. La PCI est mutualisée entre deux entités : Météo-France qui a un droit d'occupation des 2/3 de la surface de la salle de calcul et CALMIP (l'équipe en charge du supercalculateur Univer-

sitaire mis à la disposition des laboratoires de recherche et PME en Midi Pyrénées) qui occupe l'autre tiers. Pour Météo-France, le projet « Espace Clément Ader » est tombé à point nommé pour résoudre un gros problème d'infrastructure technique : la salle de calcul de la Météopole était très encombrée à l'issue de l'installation de la Phase 2 des calculateurs NEC (tant en terme de m<sup>2</sup> occupés qu'en terme de consommation électrique ou de climatisation), de sorte qu'il était strictement impossible d'assurer la cohabitation entre les supercalculateurs NEC en fin de vie et la nouvelle génération de supercalculateurs prenant leur succession. Après avoir analysé plusieurs solutions (construction d'une autre salle de calcul sur la Météopole, mise en place de « serveurs » en containers,...), la voie proposée par l'Université de Toulouse, consistant à associer Météo-France au projet « ECA » s'est avérée la plus rationnelle et la plus économique. En outre, elle permet un renforcement très significatif de la robustesse de la chaîne de production de l'Etablissement : depuis des années, Météo France divise ses moyens de calcul en deux supercalculateurs (l'un destiné aux travaux de recherche, l'autre principalement utilisé pour l'opérationnel, avec possibilité de bascule de la production opérationnelle sur la machine recherche en cas de problème). Jusqu'en 2013, chacun des deux calculateurs de Météo-France était hébergé, sur la Météopole, dans la même salle informatique à quelques mètres l'un de l'autre. Depuis l'ouverture de l'ECA, la distance entre les deux systèmes est de 12 kilomètres, puisque la Météopole accueille une machine et l'ECA accueille l'autre : un sinistre majeur sur un site ne peut donc plus bloquer la chaîne de prévision numérique de Météo-France. En terme de continuité de service, il s'agit donc d'un progrès considérable.

Alain Beuraud (photo 2) a ensuite donné un certain nombre de détails techniques sur le calculateur lui-même. Le titulaire du marché « Calcul » est la Société Bull (rachetée en 2014 par ATOS), qui intègre des processeurs venant d'INTEL, un système d'interconnexion rapide provenant de MELLANOX, des solutions de stockage disques venant de NETAP. La puissance crête d'un supercalculateur dépasse les 500 TéraFlops crête (un demi-million de milliards d'opérations par seconde!), ce qui positionne chacun des deux calculateurs de Météo-France aux alentours de la 100<sup>e</sup> place mondiale dans le célèbre classement « TOP500 » des ordinateurs les plus puissants dans le monde. Mais surtout ces nouvelles machines à architecture scalaire (contrairement à tous les systèmes antérieurs, qui étaient basés sur des processeurs vectoriels spécifiquement dédiés au calcul intensif) ont permis à Météo-France de disposer d'une puissance de calcul utile pour ses applications (puissance mesurée sur AROME, ARPEGE, le 4DVAR,...) d'un ratio de 12 par rapport à la configuration antérieure. Et tout cela, avec une consommation électrique du calculateur qui a diminué de plus de 20% en passant de l'environnement NEC à l'environnement BULL.

Bien entendu, on ne construit pas une salle de calcul pour 3 ou 4 ans : la surface dont dispose Météo-France au sein de l'ECA (500 m<sup>2</sup> environ) va permettre à l'Etablissement non seulement d'installer l'extension de la machine prévue en 2016, mais aussi d'assurer sans souci la cohabitation des systèmes lors du prochain renouvellement programmé fin 2018 / début 2019. En marge de l'aspect « calcul intensif », Météo-France utilise également ce nouvel espace disponible pour sécuriser une partie des données les plus sensibles du système d'archivage. D'autres plans, encore plus ambitieux, visant à répartir l'ensemble de la production informatique de Météo-France entre la Météopole et l'ECA sont en cours d'analyses : l'espace disponible à Montaudran permet d'envisager cette éventualité, mais les efforts à faire en termes d'architecture des applications (Soprano, Synopsis, Transmet) et les surcoûts budgétaires associés à la mise en œuvre d'un Plan de Reprise d'Activités de grande ampleur doivent être analysés en détail avant toute prise de décision en la matière.

Météo-France ne dispose que de deux bureaux dans les locaux de l'ECA : l'un est destiné aux équipes de maintenance du constructeur, l'autre au personnel réseau ou système de Météo-France qui peut être amené à travailler ponctuellement sur place. Mais la totalité des activités de supervision et la quasi-totalité des activités d'administration et de configuration se font à distance, depuis la Météopole. Pour les utilisateurs des supercalculateurs, la localisation de la machine est totalement transparente : ils soumettent leurs travaux exactement



photo 2 : Alain Beuraud (de dos) dispense ses explication au groupe



photo 3 : une partie du système de refroidissement .

de la même manière qu'ils utilisent le calculateur de la Météopole ou de Montaudran, les temps de réponses sont équivalents.

La visite s'est terminée par un bilan de fonctionnement du bâtiment, un peu plus d'un an après sa mise en service. La fiabilité et la robustesse des installations (photo 3) sont au rendez-vous ; la cohabitation avec les équipes techniques de l'Université de Toulouse, après une période de rodage où il a fallu apprendre à «vivre ensemble» s'avère maintenant fructueuse. Avec l'espace Clément Ader, Météo-France dispose désormais, en complément de sa salle calcul sur la Météopole, d'un outil permettant de résoudre les problèmes d'hébergement des calculateurs pour une bonne vingtaine d'années. Cette double localisation des moyens de calcul intensif est un atout important pour l'Etablissement qui lui permet de s'engager dorénavant sur un niveau de disponibilité de sa production opérationnelle au niveau des meilleurs centres de calcul internationaux.

FRANCIS DUTARTRE  
(TEXTE ÉCRIT EN COLLABORATION  
AVEC ALAIN BEURAUD)