

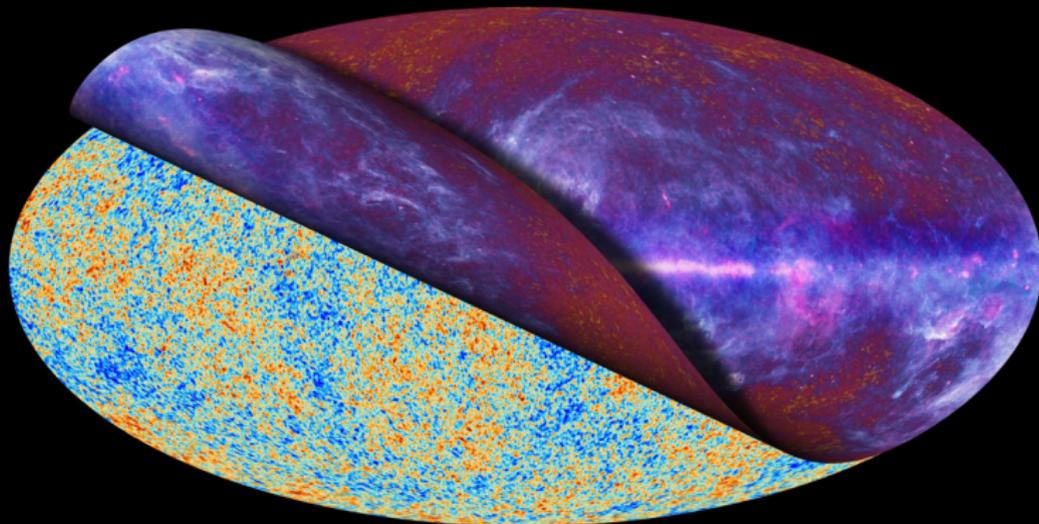


## La séparation de composantes dans Planck

Maude Le Jeune (APC / IN2P3 CNRS, Paris)  
Ingénieur de recherche en Calcul Scientifique

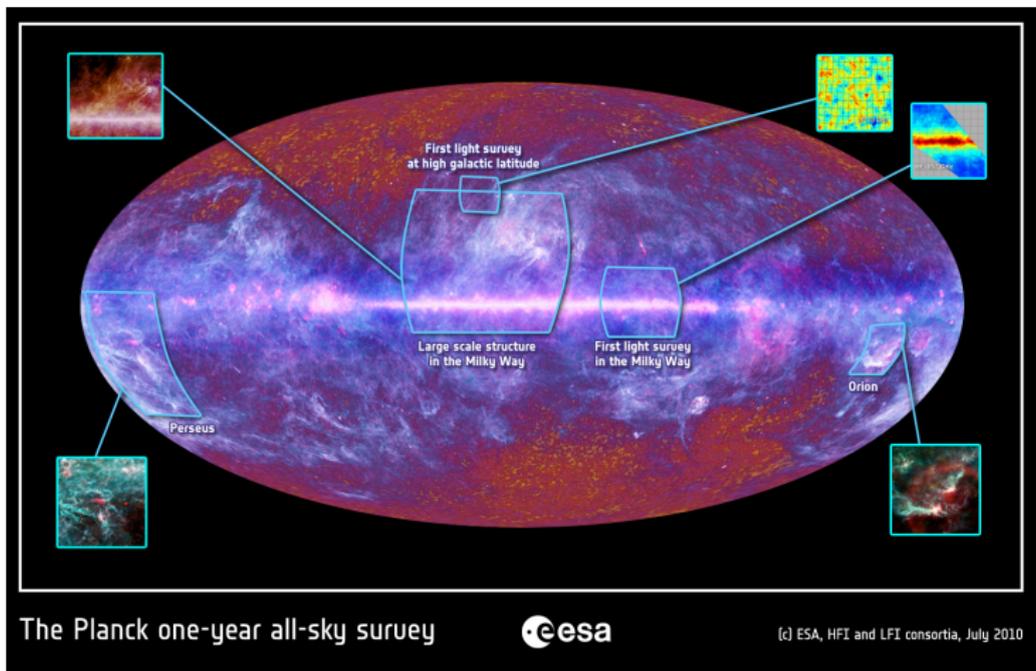
Journée des nouveaux entrants, 25 mars 2015, LPNHE





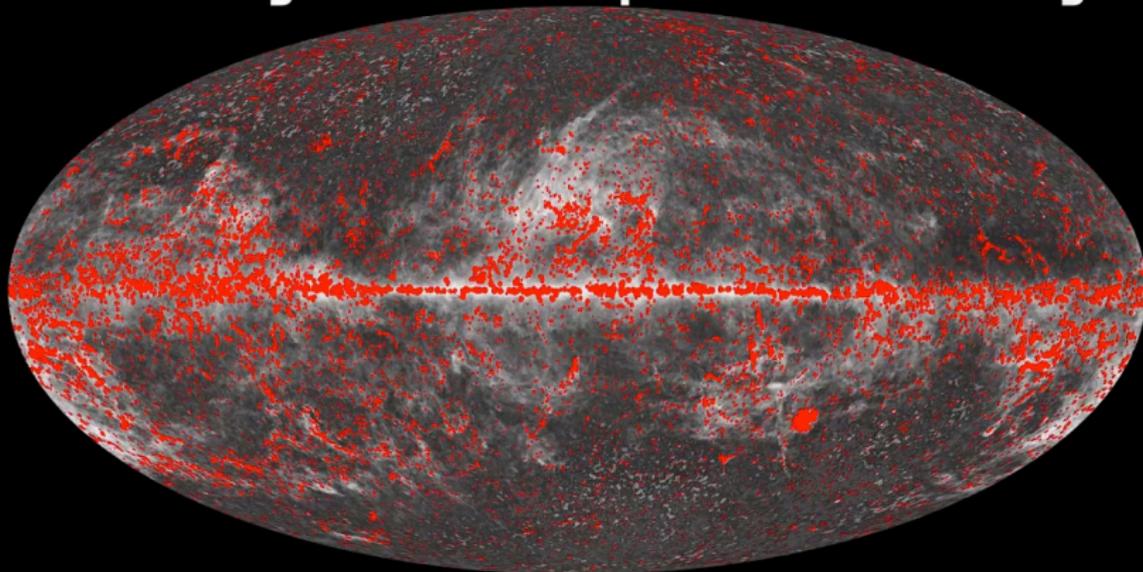
**Planck unveils the Cosmic Microwave Background**

# L'émission galactique



rayonnement synchrotron, de freinage, raies de CO, rayonnement thermique des poussières, etc

## Planck Early Release Compact Source Catalogue



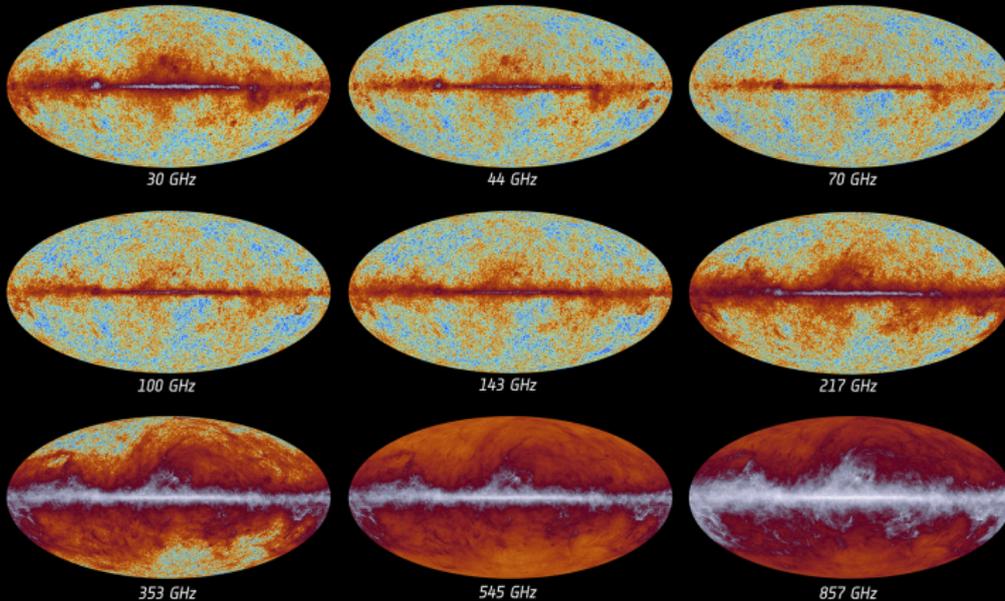
**All compact sources**

étoiles, galaxies, amas de galaxies



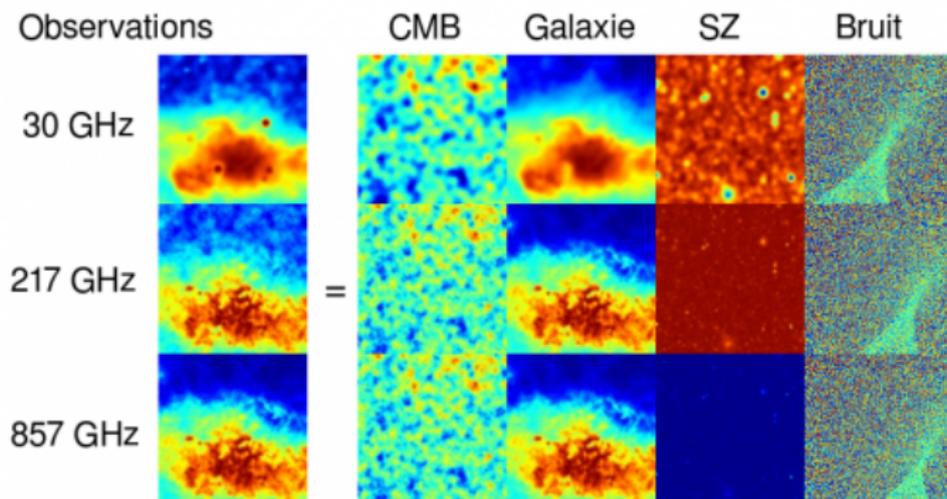
planck

# The sky as seen by Planck



On observe le ciel à différentes fréquences, que l'on combine pour obtenir une carte propre du CMB

# Principes de la séparation de composantes



- Le ciel que l'on observe est la somme de plusieurs composantes  $X_i = A_i S(+N_i)$
- On peut reconstruire exactement le CMB si on connaît la matrice de mélange

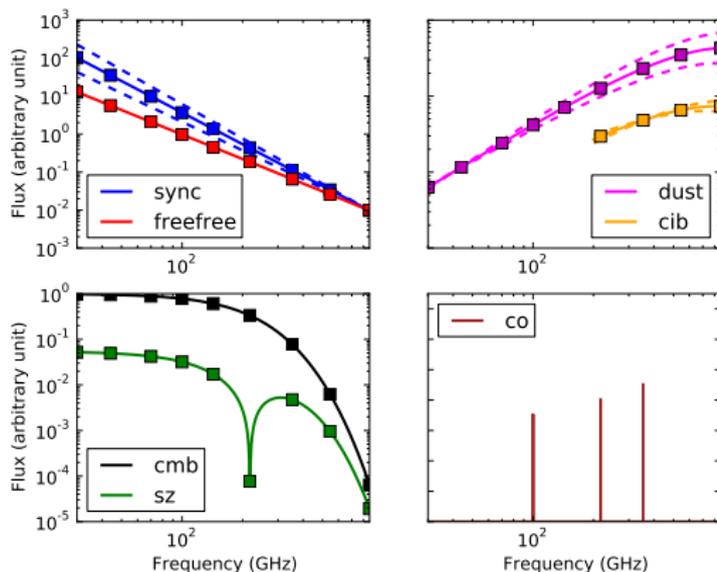
$$\hat{S} = A^{-1}X \quad (1)$$

- Problème : on ne connaît pas complètement  $A$  **mais** on peut essayer de l'estimer

# Principes de la méthode SMICA (Cardoso et al 2008)

On se base sur 2 hypothèses :

- On connaît parfaitement la loi d'émission du CMB  $a_{cmb}$  (corps noir)
- Les lois d'émission des autres composantes sont différentes (diversité spectrale)

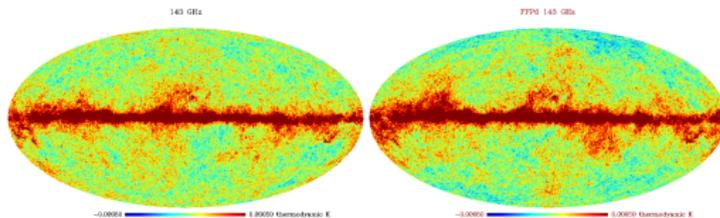


Les forces de la méthode :

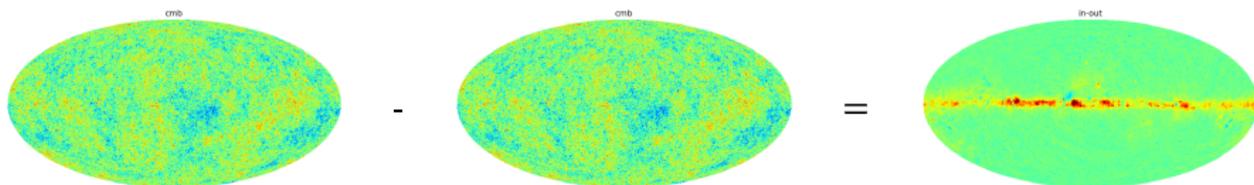
- On est capable d'estimer  $A$  avec aucun autre a priori que la diversité spectrale → Idéal pour "nettoyer" le CMB
- On est aussi capable de tester des a priori en ajoutant des contraintes sur les lois d'émission → intéressant pour affiner nos connaissances sur les avants plans

# Validation et paramétrage de la méthode

- 1 Construire un jeu de données simulées : 9 cartes du ciel
  - dont on connaît le CMB  $\rightarrow CMB_{in}$
  - dont l'émission galactique ressemble à celle qu'on observe



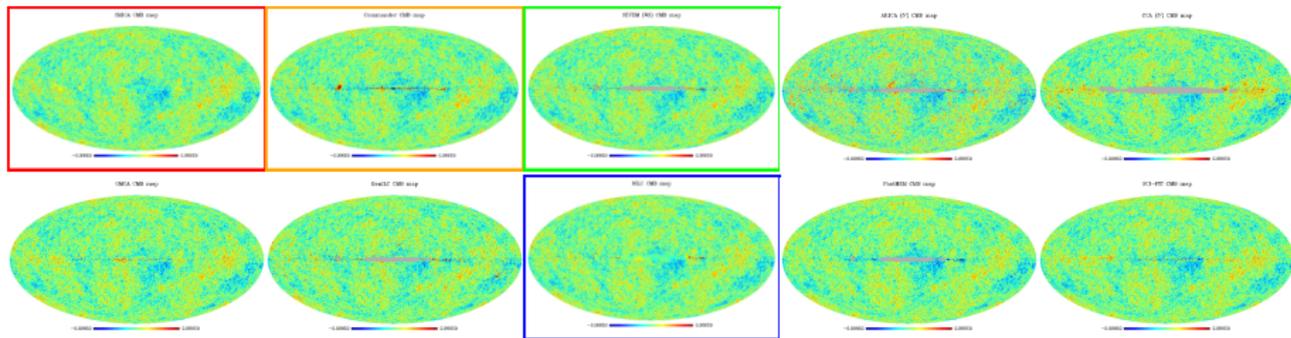
- 2 Appliquer la méthode de séparation de composantes sur ces simulations  $\rightarrow CMB_{out}$
- 3 Est-ce qu'on a bien nettoyé le CMB des avants-plans? [ $CMB_{out} - CMB_{in}$ ]



On affine les réglages de la méthode jusqu'à ce que le résiduel soit satisfaisant !

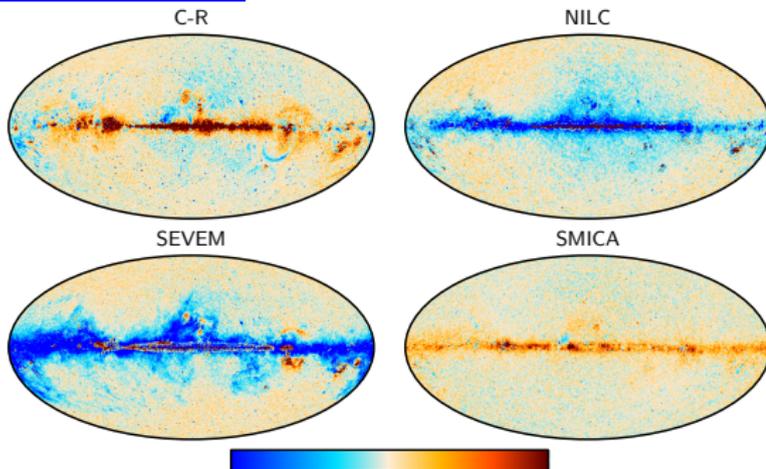
# Sélection des méthodes sur 5 années d'analyse

En 2008 : 10 compétiteurs internationaux, 4 équipes retenues pour la publication



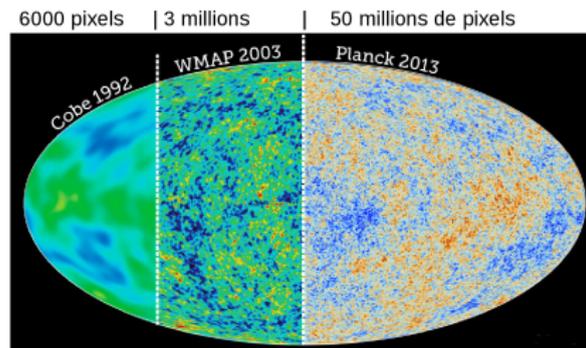
En 2013, 4 cartes publiées, 1 carte de référence : **SMICA** !

choisi car exhibant le moins de résidu galactique dans :  $[CMB_{out} - CMB_{in}]$

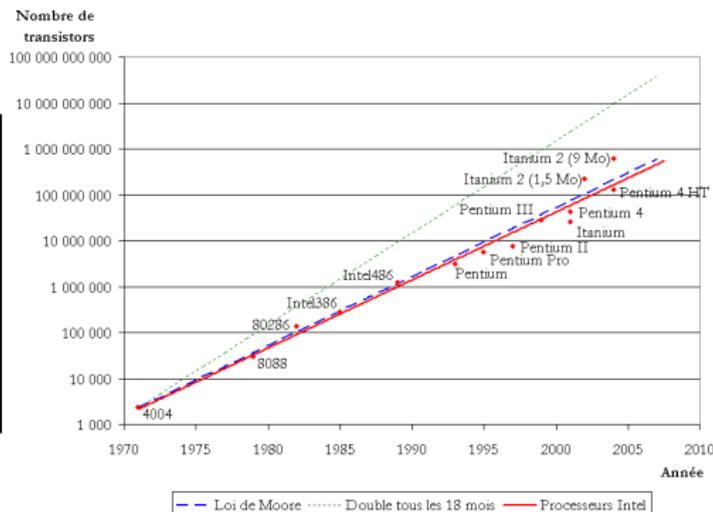


# Un peu de calcul

La résolution des instruments augmente : volume croissant des données



Dans le même temps, la puissance des ordinateurs augmente : loi de Moore



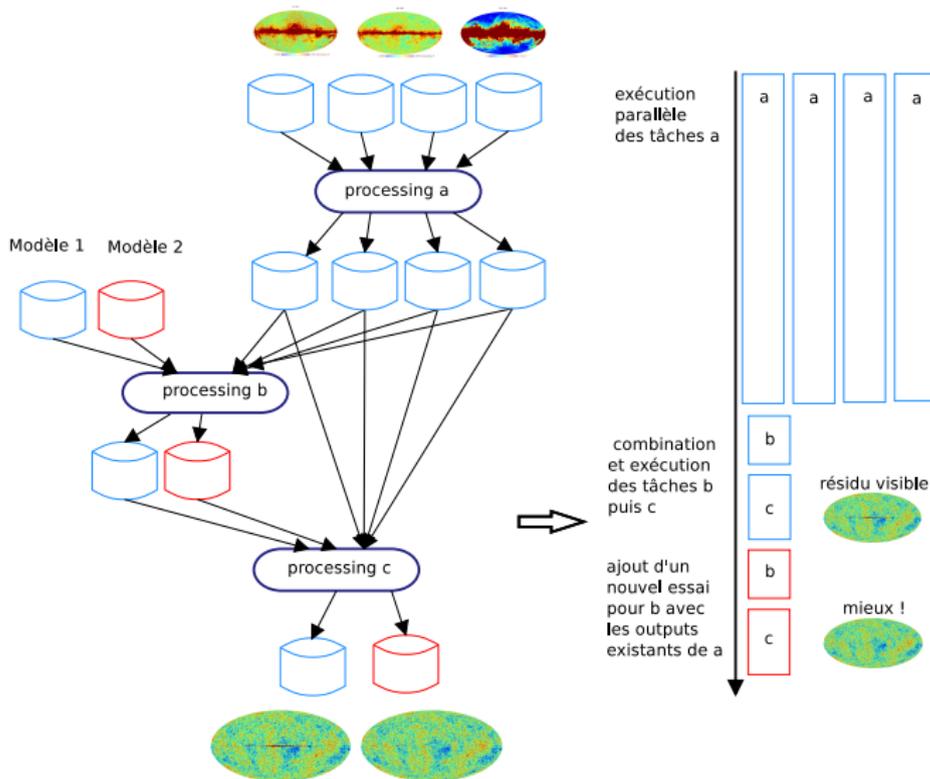
Temps entre WMAP et Planck	10 ans
Volume des données (1 carte)	x 17
Temps de calcul (1 carte)	x 70*
Nombre de cartes (fréq)	x 2
Loi de Moore (x2 / les 2 ans)	x 32

\* Les analyses spectrales coûtent  $N_{\text{pixel}}^{\frac{3}{2}}$

# Un outil de gestion de pipeline

**a** : pre-processing  
long, mais  
parallèle  
**b** : ajustement  
**c** : reconstruction  
du cmb

⇒ Parallélisation  
des tâches  
⇒ On ne calcule  
que ce qui est  
nécessaire  
⇒ Tracabilité,  
comparaison



# Résultats en "une" du Monde le 17 mars 2013

## M Planète

### L'enfance de l'Univers dévoilée

LE MONDE | 21.03.2013 à 11h27 • Mis à jour le 17.03.2014 à 18h21 |

Par David Larousserie

Abonnez-vous à partir de 1 €

Réagir

Classer

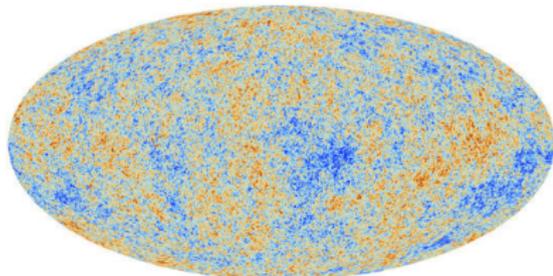
Partager

Partager f t + in p

Recommander

Partager

4 750 personnes le recommandent. Inscription pour voir ce que vos amis recommandent.



Si une image vaut mille mots, celle rendue publique jeudi 21 mars par une équipe européenne d'astrophysiciens en vaut encore dix fois plus. Sous l'égide de

#### Vidéo



Espagne : un immense nuage chimique envahit le ciel

#### Les plus partagés

- 1 Réfugiés, Roms, violences policières... Amnesty International critique la France <2972
- 2 L'homme qui a tué l'« American sniper » condamné à la perpétuité <1733
- 3 Le Truvada, un traitement préventif à la demande efficace contre le VIH <1548
- 4 La conception de « bébés à trois parents » autopsée en Grande-Bretagne <1057
- 5 Eric Piolle, maire de Grenoble : « Désormais, à vélo, je respecte le code de la route » <790