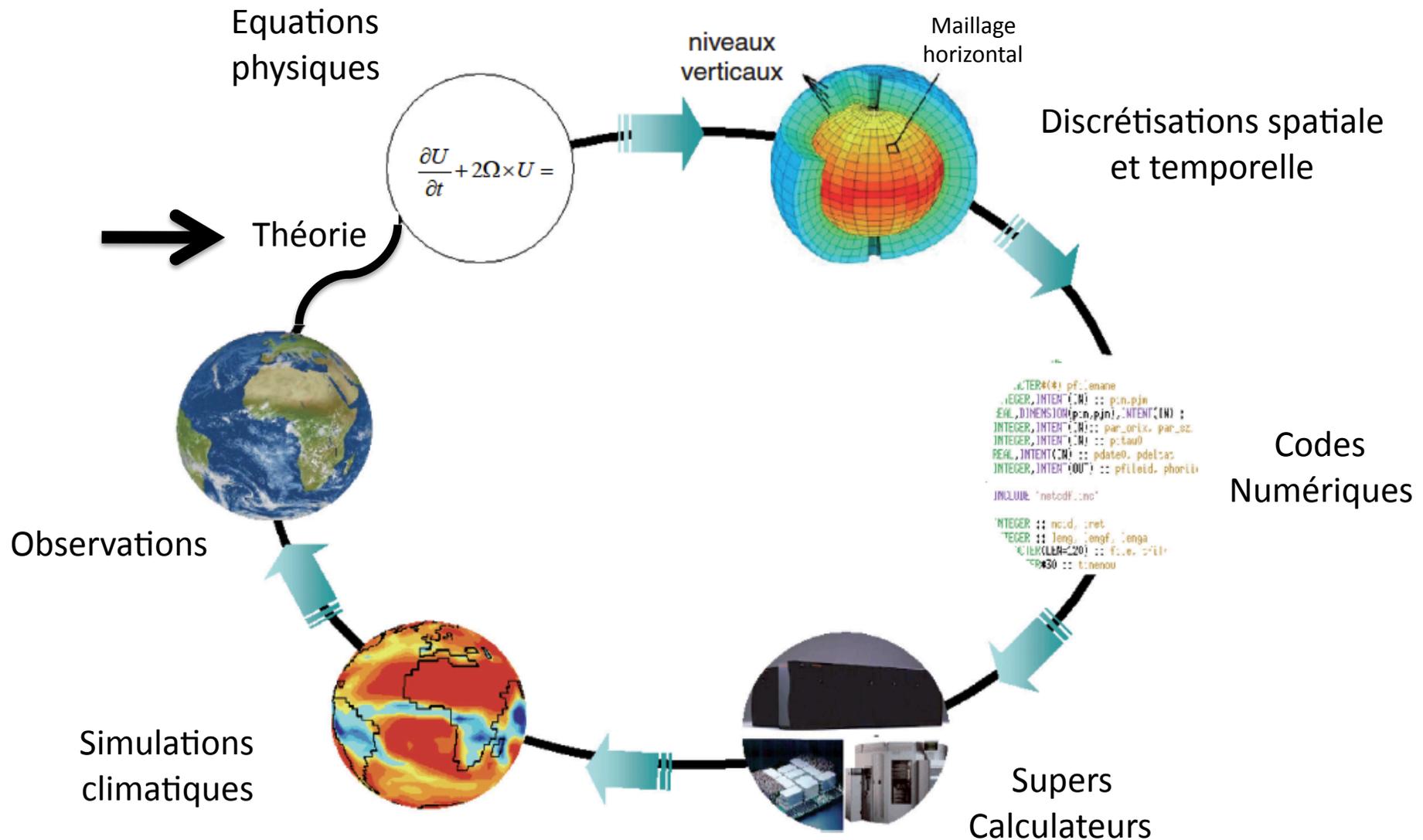


Définitions et types de modèles

La modélisation du climat : une démarche complète

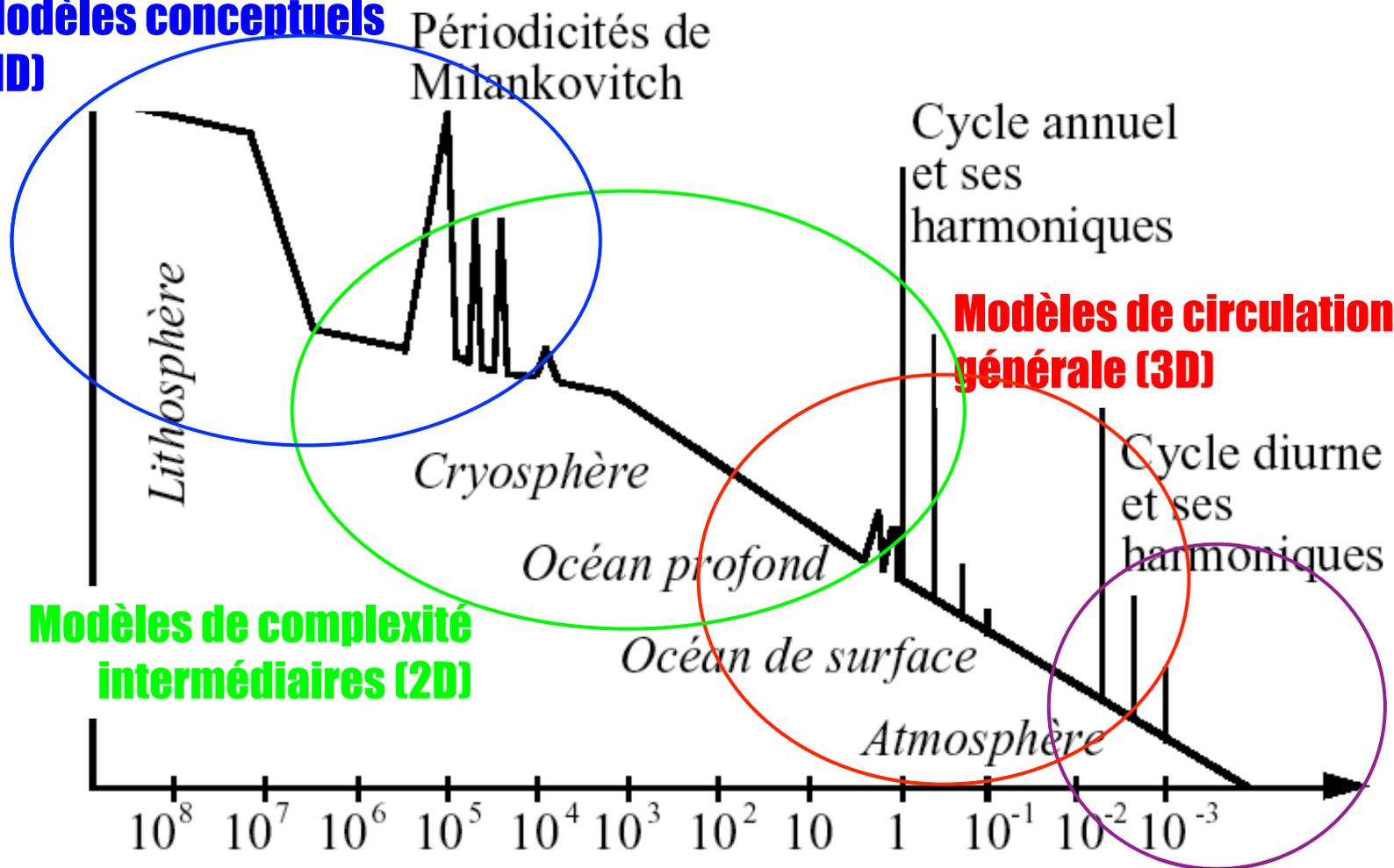


Source : le climat à découvert, CNRS ed., 2011

Définitions et types de modèles

Une hiérarchie de modèles

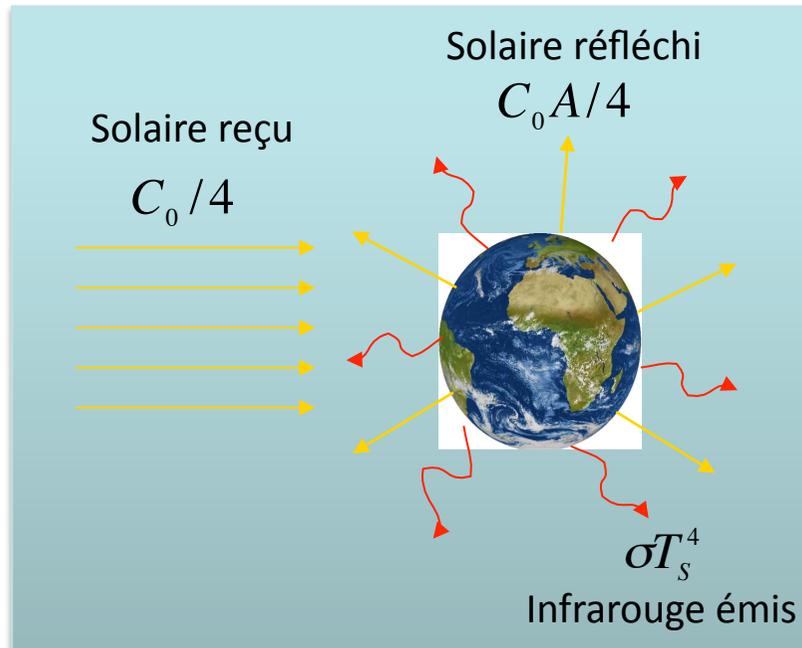
Modèles conceptuels (1D)



Source : IPSL

Définitions et types de modèles

Exemple de modèle conceptuel : 1 température pour représenter le bilan radiatif de la Terre



Température de surface ?

Une équation, 1 inconnue :

$$C_0 (1 - A) / 4 = \sigma T_s^4 = 240 \text{ W/m}^2$$

$$\text{Soit : } T_s = \left(\frac{C_0 (1 - A)}{4\sigma} \right)^{1/4} = 255^\circ \text{K} = -18^\circ \text{C}$$

$$\text{En réalité : } \begin{cases} \sigma T_s^4 = 390 \text{ W/m}^2 \\ T_s = 288^\circ \text{K} = 15^\circ \text{C} \end{cases}$$

À cause de l'effet de serre et du cycle de l'eau : ΔF

$$\Delta F = 390 - 240 = 150 \text{ W/m}^2$$

Source : IPSL

Hypothèses :

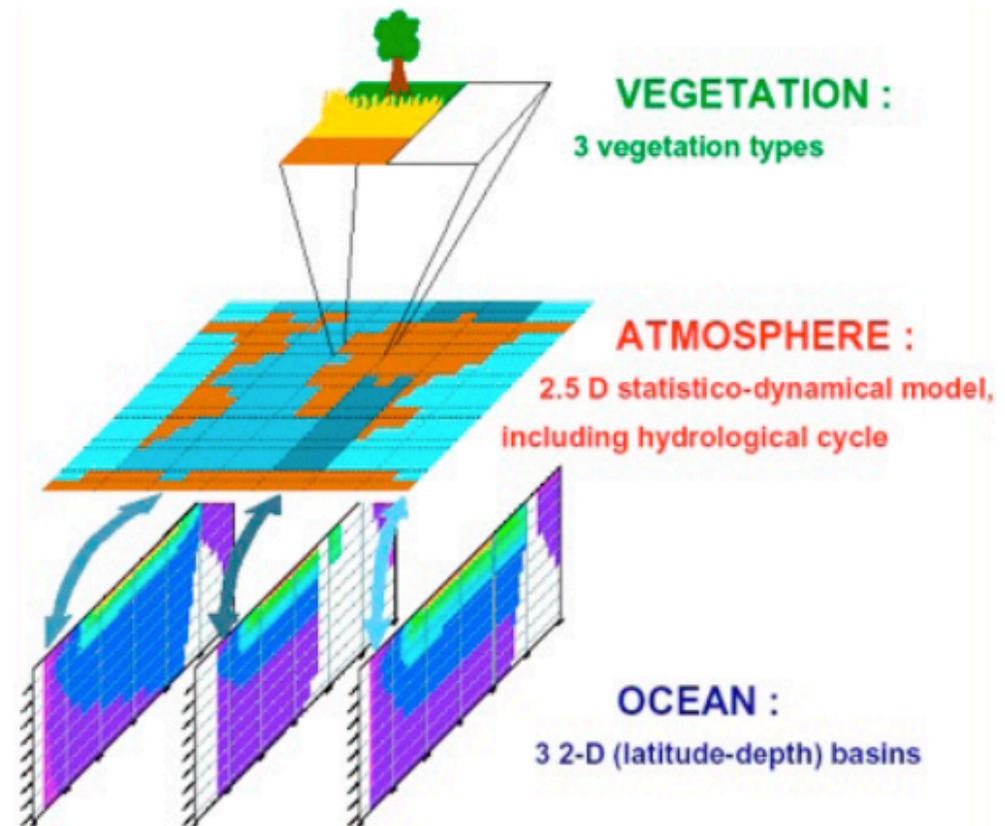
- Modèle à une température (surface)
- Atm. transparente dans le visible et dans l'infrarouge
- Albédo moyen $A = 0.3$
- Constante solaire $C_0 = 1370 \text{ W/m}^2$

Définitions et types de modèles

Modèle de complexité intermédiaire

Exemple du modèle CLIMBER

- Couplage de modèles simplifiés 1D ou 2D de chaque composante du système Terre
- Atmosphère = $10^\circ \times 51^\circ$, 2D ou 3D selon variables, cycles de l'eau et du carbone
- Océan = $2,5^\circ \times 21$ niveaux, 3 bassins
- Couplage possible avec un modèle de la cryosphère
- Description des processus fortement paramétrisée
- Rapidité de calcul : 1000 ans < 1h de calcul sur PC
- Permet des intégrations longues (> 10ka)



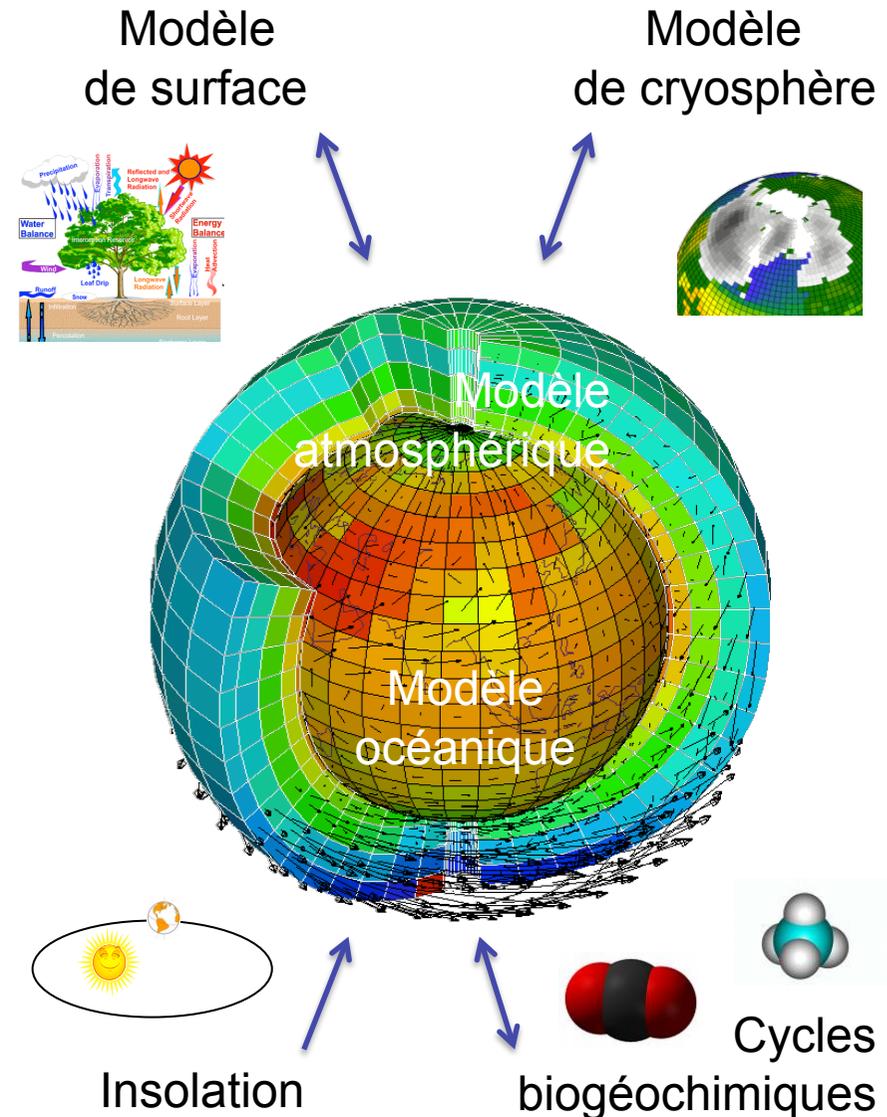
Source : Potsdam Institute of Physik (PIK)

Définitions et types de modèles

Modèles couplés océans-atmosphère-surface-cryosphère-cycles

- Ensemble de modèles planétaires 3D ou 2D de chaque composante du système Terre, couplés entre eux.
- Atmosphère et océans : Modèles de circulation générale basés sur les lois de conservation (masse, moment, énergie). Résolution typique 200 km x 200 km
- Couplage avec des modèles pour les surfaces continentales et la cryosphère. Cycles biogéochimiques intégrés
- Calculs sur supers calculateurs avec parallélisation des codes numériques
- Permet des intégrations de 1000 ans maximum

Source : IPSL

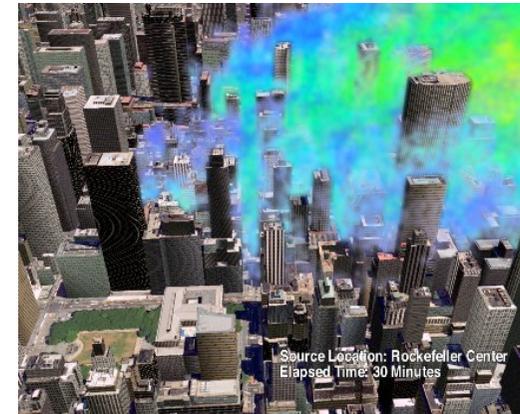


Autres types de modèles

Modèle d'échelle fine : Large Eddy Simulations (LES)

Modèle pour étudier la turbulence utilisé en CFD (computational fluid dynamics) : résout la « grande » échelle d'écoulements complexes et d'extension locale en filtrant la « petite » échelle (exemple sur la dispersion d'un polluant en milieu urbain)

Résolution : ~ 100m

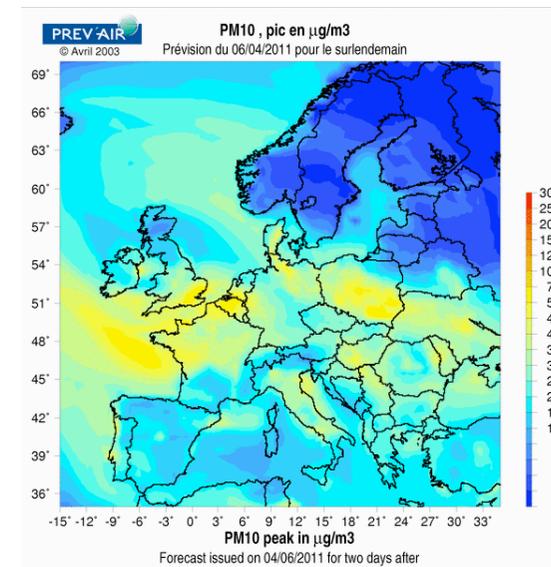


Source : <http://www.theworldisyourocean.net/nyc-buildings.html>

Modèle à domaine limité ou zoomé

En augmentant la résolution spatiale, et en raffinant les paramétrisations physiques, ces modèles permettent de mieux représenter des composantes du climat (exemple ici sur la prévision du taux de poussières inférieures à 10 µm en Europe)

Résolution : 10-50 km



Source : <http://www.prevoir.org>