

# **Le climat et sa modélisation**


**David Pollack**

---

# Le climat et sa modélisation

par David Pollack

Copyright © 2015-04-07 Livret mis à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Partage dans les mêmes conditions 4.0 International [<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>]

 licenses/by-nc-sa/4.0/]

## Résumé

Le système climatique et les sources de variabilité naturelle du climat.

Les principes de la modélisation du climat et la validation des modèle de climat

---

---

## Table des matières

Le climat et sa modélisation .....	1
La conférence .....	1
Toute la conférence en vidéo synchronisée .....	1
La conférence découpées en courtes vidéos .....	2
Le diaporama et plan de la conférence .....	11

---

## Liste des illustrations

1. Les scénarios climatiques (Vidéo synchronisée) .....	1
2. Définition .....	2
3. Facteurs de forçage climatique .....	2
4. Bilan d'énergie .....	3
5. Temps caractéristiques .....	3
6. Bilan radiatif Transport méridien d'énergie .....	4
7. Circulations méridiennes de Hadley et de Walker .....	4
8. Circulation thermohaline .....	5
9. Paramètres orbitaux Variabilité solaire Volcanisme .....	5
10. Variabilité interne Un cas aux tropiques : El niño Un cas aux latitudes moyennes : NAO .....	6
11. L'effet de serre .....	6
12. Comment modéliser le climat futur? .....	7
13. Principes de la modélisation du climat Jeu de variables Jeu d'équations Le relief La partie physique des modèles .....	7
14. Le développement des modèles couplés .....	8
15. Les calculateurs .....	8
16. Principe de validation des modèles .....	9
17. Ecart entre modèles et observations : températures estivales Ecart entre modèles et observations : précipitations hivernales .....	9
18. Simulation du dernier maximum glaciaire .....	10
19. Précipitations moyennes dans le monde 1980-1999 .....	10
20. Qualité des modèles en fonction du paramètre étudié .....	11

# Le climat et sa modélisation

## La conférence

Cette conférence a été prononcée pour les journées Tremplin 2015, [<http://tremplin.climatetmeteo.fr/>] à l'Ecole Nationale de la Météorologie.

## Toute la conférence en vidéo synchronisée

Figure 1. Les scénarios climatiques (Vidéo synchronisée)

The screenshot shows a video player interface. At the top left, there are logos for METEO FRANCE, INP, and ENM. The title of the video is 'Le climat et sa modélisation' by David Pollack. The main content is a presentation slide with the following bullet points:

- **Introduction - le système climatique**
- Sources naturelles de variabilité climatique
- Principes de la modélisation du climat
- La validation des modèles de climat

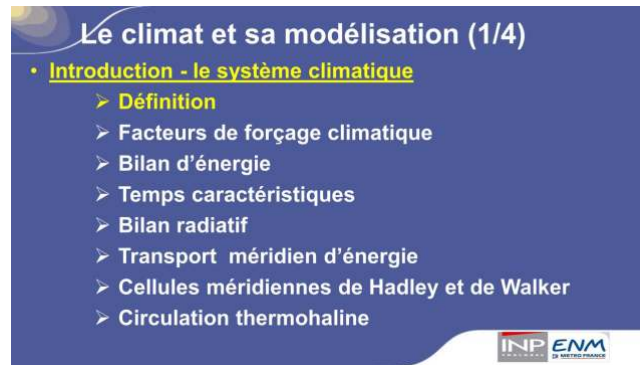
Below the slide, there is a table of contents for 'Le système climatique' including: Définition, Les facteurs de forçage du climat, Bilan d'énergie, Temps caractéristiques, Bilan radiatif Terre/Atmosphère, Bilan radiatif observé par ERBE, Rayonnement net et transport d'énergie, Transport méridien d'énergie, and Circulations méridiennes et de... The video player includes a progress bar at the bottom showing 0:00:04.

Ecouter/Voir la conférence avec diapositives synchronisées [[http://videoserv.climatetmeteo.fr/2015/20150407/DavidPollack/1/LeClimatEtSaModelisation\\_video.html](http://videoserv.climatetmeteo.fr/2015/20150407/DavidPollack/1/LeClimatEtSaModelisation_video.html)]

# La conférence découpées en courtes vidéos

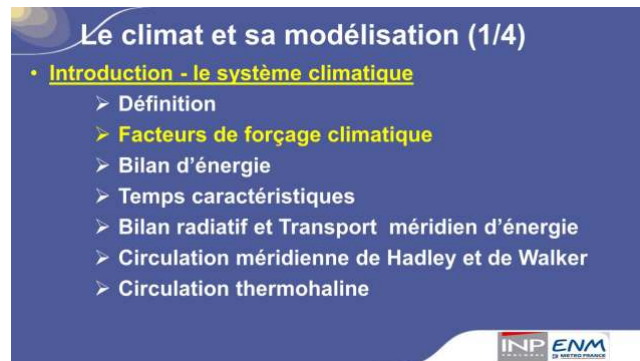
## Introduction - le système climatique

Figure 2. Définition



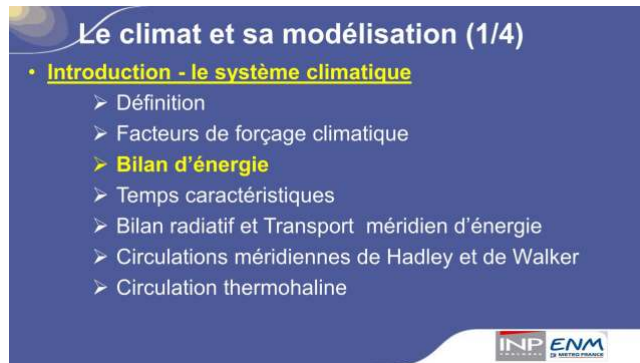
Télécharger la video au format mp4 [[http://videoserv.climatetmeteo.fr/2015/20150407/DavidPollack/1/Video/20150407\\_DavidPollack\\_LeClimatEtSaModelisation\\_01.mp4](http://videoserv.climatetmeteo.fr/2015/20150407/DavidPollack/1/Video/20150407_DavidPollack_LeClimatEtSaModelisation_01.mp4)] au format webm [[http://videoserv.climatetmeteo.fr/2015/20150407/DavidPollack/1/Video/20150407\\_DavidPollack\\_LeClimatEtSaModelisation\\_01.webm](http://videoserv.climatetmeteo.fr/2015/20150407/DavidPollack/1/Video/20150407_DavidPollack_LeClimatEtSaModelisation_01.webm)]

Figure 3. Facteurs de forçage climatique



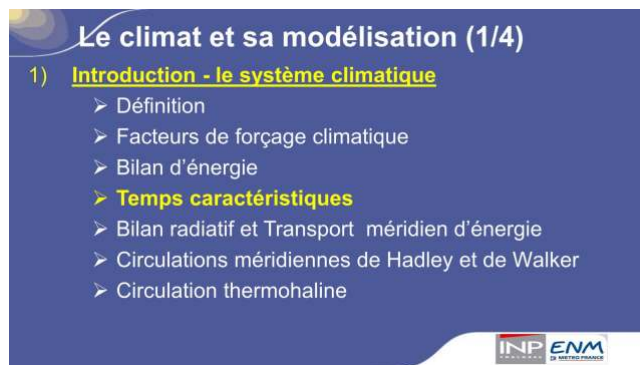
Télécharger la video au format mp4 [[http://videoserv.climatetmeteo.fr/2015/20150407/DavidPollack/1/Video/20150407\\_DavidPollack\\_LeClimatEtSaModelisation\\_02.mp4](http://videoserv.climatetmeteo.fr/2015/20150407/DavidPollack/1/Video/20150407_DavidPollack_LeClimatEtSaModelisation_02.mp4)] au format webm [[http://videoserv.climatetmeteo.fr/2015/20150407/DavidPollack/1/Video/20150407\\_DavidPollack\\_LeClimatEtSaModelisation\\_02.webm](http://videoserv.climatetmeteo.fr/2015/20150407/DavidPollack/1/Video/20150407_DavidPollack_LeClimatEtSaModelisation_02.webm)]

**Figure 4. Bilan d'énergie**



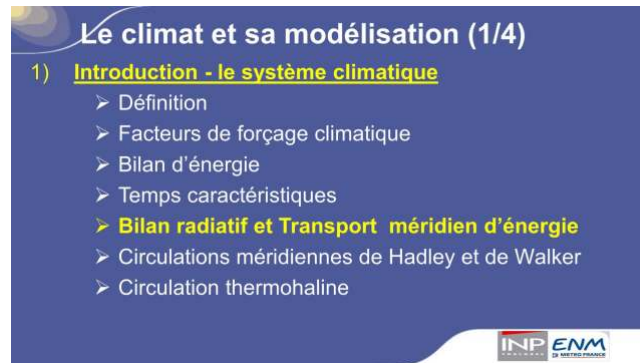
Télécharger la video au format mp4 [[http://videoserv.climatetmeteo.fr/2015/20150407/DavidPollack/1/Video/20150407\\_DavidPollack\\_LeClimatEtSaModelisation\\_03.mp4](http://videoserv.climatetmeteo.fr/2015/20150407/DavidPollack/1/Video/20150407_DavidPollack_LeClimatEtSaModelisation_03.mp4)] au format webm [[http://videoserv.climatetmeteo.fr/2015/20150407/DavidPollack/1/Video/20150407\\_DavidPollack\\_LeClimatEtSaModelisation\\_03.webm](http://videoserv.climatetmeteo.fr/2015/20150407/DavidPollack/1/Video/20150407_DavidPollack_LeClimatEtSaModelisation_03.webm)]

**Figure 5. Temps caractéristiques**



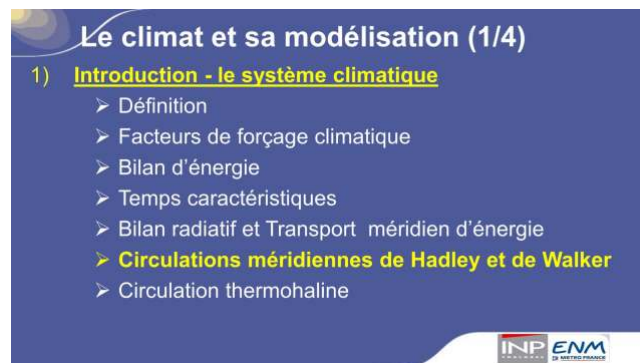
Télécharger la video au format mp4 [[http://videoserv.climatetmeteo.fr/2015/20150407/DavidPollack/1/Video/20150407\\_DavidPollack\\_LeClimatEtSaModelisation\\_04.mp4](http://videoserv.climatetmeteo.fr/2015/20150407/DavidPollack/1/Video/20150407_DavidPollack_LeClimatEtSaModelisation_04.mp4)] au format webm [[http://videoserv.climatetmeteo.fr/2015/20150407/DavidPollack/1/Video/20150407\\_DavidPollack\\_LeClimatEtSaModelisation\\_04.webm](http://videoserv.climatetmeteo.fr/2015/20150407/DavidPollack/1/Video/20150407_DavidPollack_LeClimatEtSaModelisation_04.webm)]

## Figure 6. Bilan radiatif Transport méridien d'énergie



Télécharger la video au format mp4 [[http://videoserv.climatetmeteo.fr/2015/20150407/DavidPollack/1/Video/20150407\\_DavidPollack\\_LeClimatEtSaModelisation\\_05.mp4](http://videoserv.climatetmeteo.fr/2015/20150407/DavidPollack/1/Video/20150407_DavidPollack_LeClimatEtSaModelisation_05.mp4)] au format webm [[http://videoserv.climatetmeteo.fr/2015/20150407/DavidPollack/1/Video/20150407\\_DavidPollack\\_LeClimatEtSaModelisation\\_05.webm](http://videoserv.climatetmeteo.fr/2015/20150407/DavidPollack/1/Video/20150407_DavidPollack_LeClimatEtSaModelisation_05.webm)]

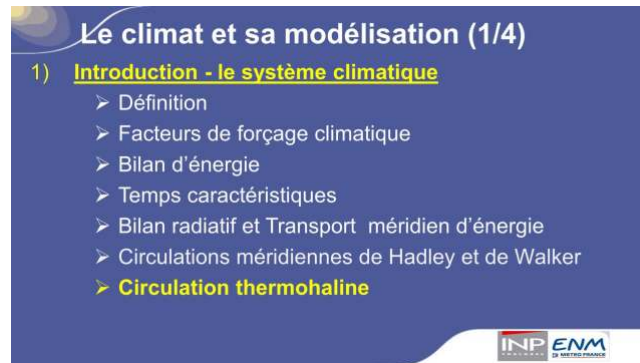
## Figure 7. Circulations méridiennes de Hadley et de Walker



Télécharger la video au format mp4 [[http://videoserv.climatetmeteo.fr/2015/20150407/DavidPollack/1/Video/20150407\\_DavidPollack\\_LeClimatEtSaModelisation\\_06.mp4](http://videoserv.climatetmeteo.fr/2015/20150407/DavidPollack/1/Video/20150407_DavidPollack_LeClimatEtSaModelisation_06.mp4)] au format webm [[http://videoserv.climatetmeteo.fr/2015/20150407/DavidPollack/1/Video/20150407\\_DavidPollack\\_LeClimatEtSaModelisation\\_06.webm](http://videoserv.climatetmeteo.fr/2015/20150407/DavidPollack/1/Video/20150407_DavidPollack_LeClimatEtSaModelisation_06.webm)]



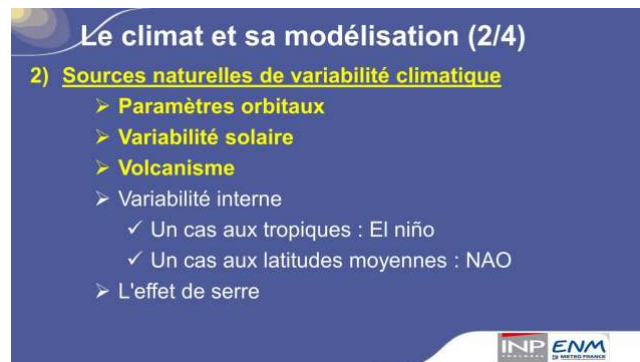
## Figure 8. Circulation thermohaline



Télécharger la video au format mp4 [[http://videoserv.climatetmeteo.fr/2015/20150407/DavidPollack/1/Video/20150407\\_DavidPollack\\_LeClimatEtSaModelisation\\_07.mp4](http://videoserv.climatetmeteo.fr/2015/20150407/DavidPollack/1/Video/20150407_DavidPollack_LeClimatEtSaModelisation_07.mp4)] au format webm [[http://videoserv.climatetmeteo.fr/2015/20150407/DavidPollack/1/Video/20150407\\_DavidPollack\\_LeClimatEtSaModelisation\\_07.webm](http://videoserv.climatetmeteo.fr/2015/20150407/DavidPollack/1/Video/20150407_DavidPollack_LeClimatEtSaModelisation_07.webm)]

## Sources naturelles de variabilité climatique

### Figure 9. Paramètres orbitaux Variabilité solaire Volcanisme



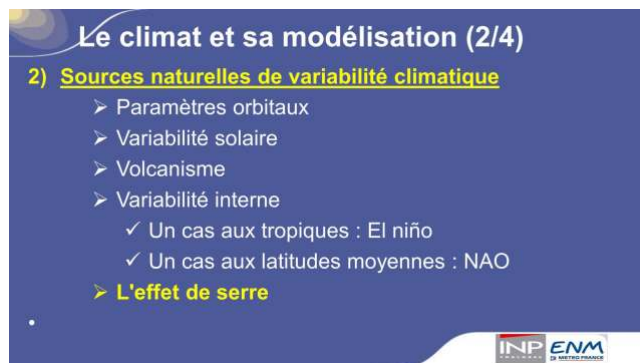
Télécharger la video au format mp4 [[http://videoserv.climatetmeteo.fr/2015/20150407/DavidPollack/1/Video/20150407\\_DavidPollack\\_LeClimatEtSaModelisation\\_08.mp4](http://videoserv.climatetmeteo.fr/2015/20150407/DavidPollack/1/Video/20150407_DavidPollack_LeClimatEtSaModelisation_08.mp4)] au format webm [[http://videoserv.climatetmeteo.fr/2015/20150407/DavidPollack/1/Video/20150407\\_DavidPollack\\_LeClimatEtSaModelisation\\_08.webm](http://videoserv.climatetmeteo.fr/2015/20150407/DavidPollack/1/Video/20150407_DavidPollack_LeClimatEtSaModelisation_08.webm)]

**Figure 10. Variabilité interne Un cas aux tropiques : El niño Un cas aux latitudes moyennes : NAO**



Télécharger la video au format mp4 [[http://videoserv.climatetmeteo.fr/2015/20150407/DavidPollack/1/Video/20150407\\_DavidPollack\\_LeClimatEtSaModelisation\\_09.mp4](http://videoserv.climatetmeteo.fr/2015/20150407/DavidPollack/1/Video/20150407_DavidPollack_LeClimatEtSaModelisation_09.mp4)] au format webm [[http://videoserv.climatetmeteo.fr/2015/20150407/DavidPollack/1/Video/20150407\\_DavidPollack\\_LeClimatEtSaModelisation\\_09.webm](http://videoserv.climatetmeteo.fr/2015/20150407/DavidPollack/1/Video/20150407_DavidPollack_LeClimatEtSaModelisation_09.webm)]

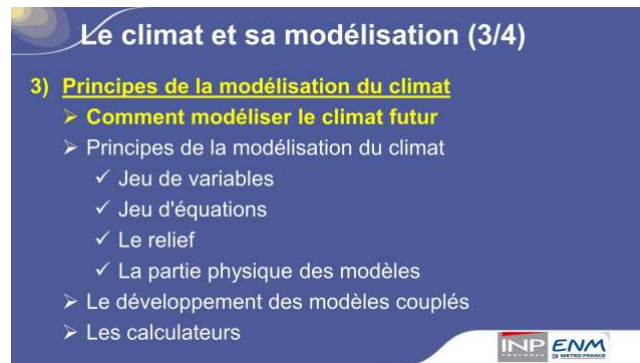
**Figure 11. L'effet de serre**



Télécharger la video au format mp4 [[http://videoserv.climatetmeteo.fr/2015/20150407/DavidPollack/1/Video/20150407\\_DavidPollack\\_LeClimatEtSaModelisation\\_10.mp4](http://videoserv.climatetmeteo.fr/2015/20150407/DavidPollack/1/Video/20150407_DavidPollack_LeClimatEtSaModelisation_10.mp4)] au format webm [[http://videoserv.climatetmeteo.fr/2015/20150407/DavidPollack/1/Video/20150407\\_DavidPollack\\_LeClimatEtSaModelisation\\_10.webm](http://videoserv.climatetmeteo.fr/2015/20150407/DavidPollack/1/Video/20150407_DavidPollack_LeClimatEtSaModelisation_10.webm)]

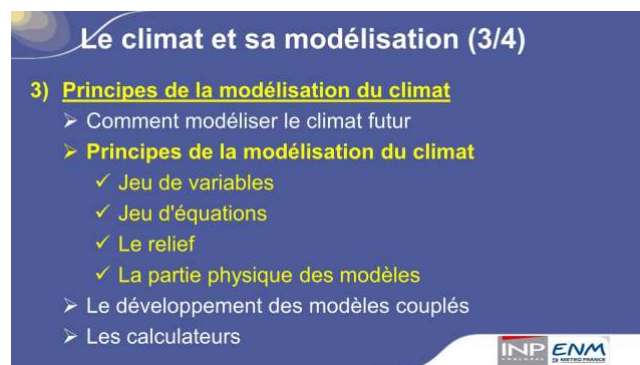
## Principes de la modélisation du climat

Figure 12. Comment modéliser le climat futur?



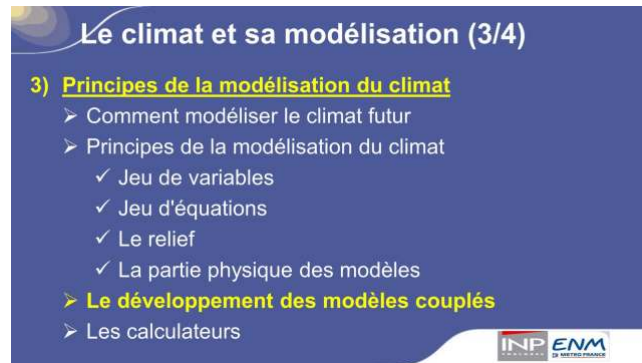
Télécharger la video au format mp4 [[http://videoserv.climatetmeteo.fr/2015/20150407/DavidPollack/1/Video/20150407\\_DavidPollack\\_LeClimatEtSaModelisation\\_11.mp4](http://videoserv.climatetmeteo.fr/2015/20150407/DavidPollack/1/Video/20150407_DavidPollack_LeClimatEtSaModelisation_11.mp4)] au format webm [[http://videoserv.climatetmeteo.fr/2015/20150407/DavidPollack/1/Video/20150407\\_DavidPollack\\_LeClimatEtSaModelisation\\_11.webm](http://videoserv.climatetmeteo.fr/2015/20150407/DavidPollack/1/Video/20150407_DavidPollack_LeClimatEtSaModelisation_11.webm)]

Figure 13. Principes de la modélisation du climat Jeu de variables Jeu d'équations Le relief La partie physique des modèles



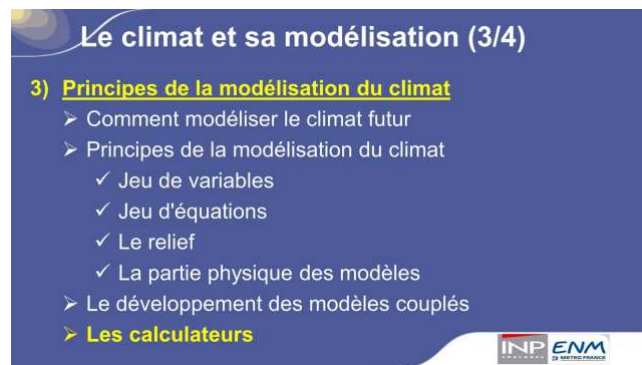
Télécharger la video au format mp4 [[http://videoserv.climatetmeteo.fr/2015/20150407/DavidPollack/1/Video/20150407\\_DavidPollack\\_LeClimatEtSaModelisation\\_12.mp4](http://videoserv.climatetmeteo.fr/2015/20150407/DavidPollack/1/Video/20150407_DavidPollack_LeClimatEtSaModelisation_12.mp4)] au format webm [[http://videoserv.climatetmeteo.fr/2015/20150407/DavidPollack/1/Video/20150407\\_DavidPollack\\_LeClimatEtSaModelisation\\_12.webm](http://videoserv.climatetmeteo.fr/2015/20150407/DavidPollack/1/Video/20150407_DavidPollack_LeClimatEtSaModelisation_12.webm)]

**Figure 14. Le développement des modèles couplés**



Télécharger la video au format mp4 [[http://videoserv.climatetmeteo.fr/2015/20150407/DavidPollack/1/Video/20150407\\_DavidPollack\\_LeClimatEtSaModelisation\\_13.mp4](http://videoserv.climatetmeteo.fr/2015/20150407/DavidPollack/1/Video/20150407_DavidPollack_LeClimatEtSaModelisation_13.mp4)] au format webm [[http://videoserv.climatetmeteo.fr/2015/20150407/DavidPollack/1/Video/20150407\\_DavidPollack\\_LeClimatEtSaModelisation\\_13.webm](http://videoserv.climatetmeteo.fr/2015/20150407/DavidPollack/1/Video/20150407_DavidPollack_LeClimatEtSaModelisation_13.webm)]

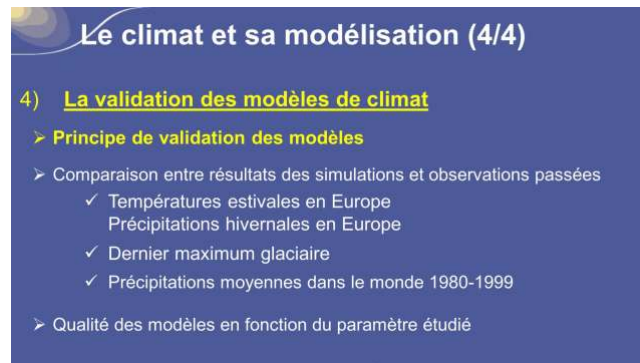
**Figure 15. Les calculateurs**



Télécharger la video au format mp4 [[http://videoserv.climatetmeteo.fr/2015/20150407/DavidPollack/1/Video/20150407\\_DavidPollack\\_LeClimatEtSaModelisation\\_14.mp4](http://videoserv.climatetmeteo.fr/2015/20150407/DavidPollack/1/Video/20150407_DavidPollack_LeClimatEtSaModelisation_14.mp4)] au format webm [[http://videoserv.climatetmeteo.fr/2015/20150407/DavidPollack/1/Video/20150407\\_DavidPollack\\_LeClimatEtSaModelisation\\_14.webm](http://videoserv.climatetmeteo.fr/2015/20150407/DavidPollack/1/Video/20150407_DavidPollack_LeClimatEtSaModelisation_14.webm)]

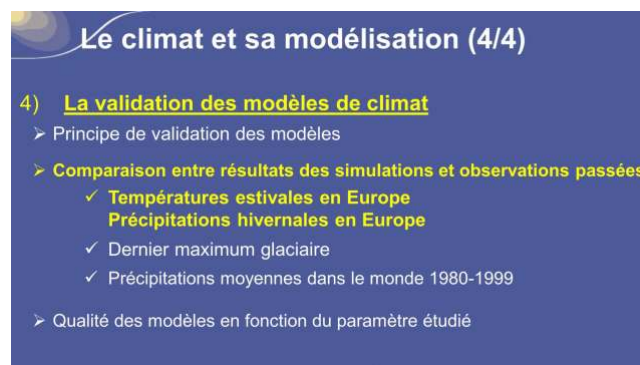
## La validation des modèles de climat

Figure 16. Principe de validation des modèles



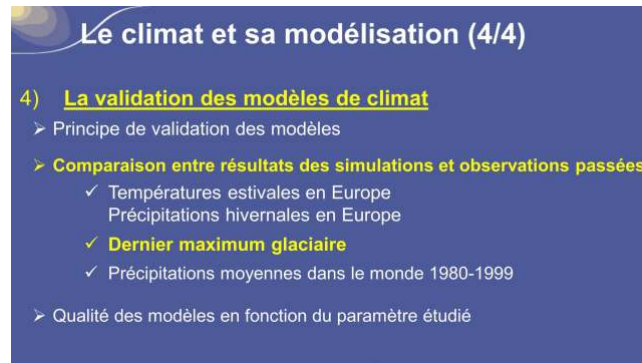
Télécharger la video au format mp4 [[http://videoserv.climatetmeteo.fr/2015/20150407/DavidPollack/1/Video/20150407\\_DavidPollack\\_LeClimatEtSaModelisation\\_15.mp4](http://videoserv.climatetmeteo.fr/2015/20150407/DavidPollack/1/Video/20150407_DavidPollack_LeClimatEtSaModelisation_15.mp4)] au format webm [[http://videoserv.climatetmeteo.fr/2015/20150407/DavidPollack/1/Video/20150407\\_DavidPollack\\_LeClimatEtSaModelisation\\_15.webm](http://videoserv.climatetmeteo.fr/2015/20150407/DavidPollack/1/Video/20150407_DavidPollack_LeClimatEtSaModelisation_15.webm)]

Figure 17. Ecart entre modèles et observations : températures estivales Ecart entre modèles et observations : précipitations hivernales



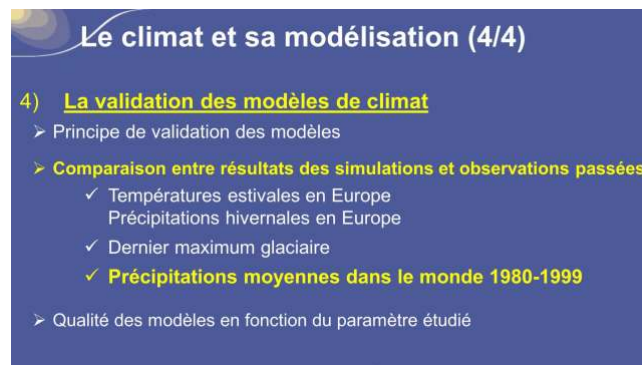
Télécharger la video au format mp4 [[http://videoserv.climatetmeteo.fr/2015/20150407/DavidPollack/1/Video/20150407\\_DavidPollack\\_LeClimatEtSaModelisation\\_16.mp4](http://videoserv.climatetmeteo.fr/2015/20150407/DavidPollack/1/Video/20150407_DavidPollack_LeClimatEtSaModelisation_16.mp4)] au format webm [[http://videoserv.climatetmeteo.fr/2015/20150407/DavidPollack/1/Video/20150407\\_DavidPollack\\_LeClimatEtSaModelisation\\_16.webm](http://videoserv.climatetmeteo.fr/2015/20150407/DavidPollack/1/Video/20150407_DavidPollack_LeClimatEtSaModelisation_16.webm)]

### Figure 18. Simulation du dernier maximum glaciaire



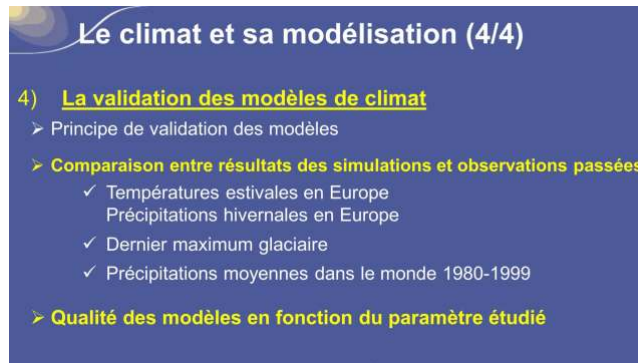
Télécharger la video au format mp4 [[http://videoserv.climatetmeteo.fr/2015/20150407/DavidPollack/1/Video/20150407\\_DavidPollack\\_LeClimatEtSaModelisation\\_17.mp4](http://videoserv.climatetmeteo.fr/2015/20150407/DavidPollack/1/Video/20150407_DavidPollack_LeClimatEtSaModelisation_17.mp4)] au format webm [[http://videoserv.climatetmeteo.fr/2015/20150407/DavidPollack/1/Video/20150407\\_DavidPollack\\_LeClimatEtSaModelisation\\_17.webm](http://videoserv.climatetmeteo.fr/2015/20150407/DavidPollack/1/Video/20150407_DavidPollack_LeClimatEtSaModelisation_17.webm)]

### Figure 19. Précipitations moyennes dans le monde 1980-1999



Télécharger la video au format mp4 [[http://videoserv.climatetmeteo.fr/2015/20150407/DavidPollack/1/Video/20150407\\_DavidPollack\\_LeClimatEtSaModelisation\\_18.mp4](http://videoserv.climatetmeteo.fr/2015/20150407/DavidPollack/1/Video/20150407_DavidPollack_LeClimatEtSaModelisation_18.mp4)] au format webm [[http://videoserv.climatetmeteo.fr/2015/20150407/DavidPollack/1/Video/20150407\\_DavidPollack\\_LeClimatEtSaModelisation\\_18.webm](http://videoserv.climatetmeteo.fr/2015/20150407/DavidPollack/1/Video/20150407_DavidPollack_LeClimatEtSaModelisation_18.webm)]

**Figure 20. Qualité des modèles en fonction du paramètre étudié**



Télécharger la video au format mp4 [[http://videoserv.climatetmeteo.fr/2015/20150407/DavidPollack/1/Video/20150407\\_DavidPollack\\_LeClimatEtSaModelisation\\_19.mp4](http://videoserv.climatetmeteo.fr/2015/20150407/DavidPollack/1/Video/20150407_DavidPollack_LeClimatEtSaModelisation_19.mp4)] au format webm [[http://videoserv.climatetmeteo.fr/2015/20150407/DavidPollack/1/Video/20150407\\_DavidPollack\\_LeClimatEtSaModelisation\\_19.webm](http://videoserv.climatetmeteo.fr/2015/20150407/DavidPollack/1/Video/20150407_DavidPollack_LeClimatEtSaModelisation_19.webm)]

## Le diaporama et plan de la conférence

Télécharger le diaporama [[http://mediaserv.climatetmeteo.fr/users/Charles-HenriEyraud/LeClimatEtSaModelisation/fichiers/20150407\\_DavidPollack\\_LeClimatEtSaModelisation.pdf](http://mediaserv.climatetmeteo.fr/users/Charles-HenriEyraud/LeClimatEtSaModelisation/fichiers/20150407_DavidPollack_LeClimatEtSaModelisation.pdf)]

- Introduction - le système climatique
  - 1 Définition
  - 2 Facteurs de forçage climatique
  - 3 Bilan d'énergie
  - 4 Temps caractéristiques
  - 5 Bilan radiatif Transport méridien d'énergie
  - 6 Circulations méridiennes de Hadley et de Walker
  - 7 Circulation thermohaline
- Sources naturelles de variabilité climatique
  - 8 Paramètres orbitaux Variabilité solaire Volcanisme
  - 09 Variabilité interne Un cas aux tropiques : El niño Un cas aux latitudes moyennes : NAO
  - 10 L'effet de serre
- Principes de la modélisation du climat
  - 11 Comment modéliser le climat futur?
  - 12 Principes de la modélisation du climat Jeu de variables Jeu d'équations Le relief La partie physique des modèles
  - 13 Le développement des modèles couplés
  - 14 Les calculateurs
- La validation des modèles de climat

- 15 Principe de validation des modèles
- 16 Ecart entre modèles et observations : températures estivales Ecart entre modèles et observations : précipitations hivernales
- 17 Simulation du dernier maximum glaciaire
- 18 Précipitations moyennes dans le monde 1980-1999
- 19 Qualité des modèles en fonction du paramètre étudié