



# Rétrospectives des activités d'enseignement expérimental

*Contributeurs : I. Bastida, P. Delville, C. Pietras, JC. Dupont,  
H. Chepfer, M. Haeffelin, équipe SIRTAs*

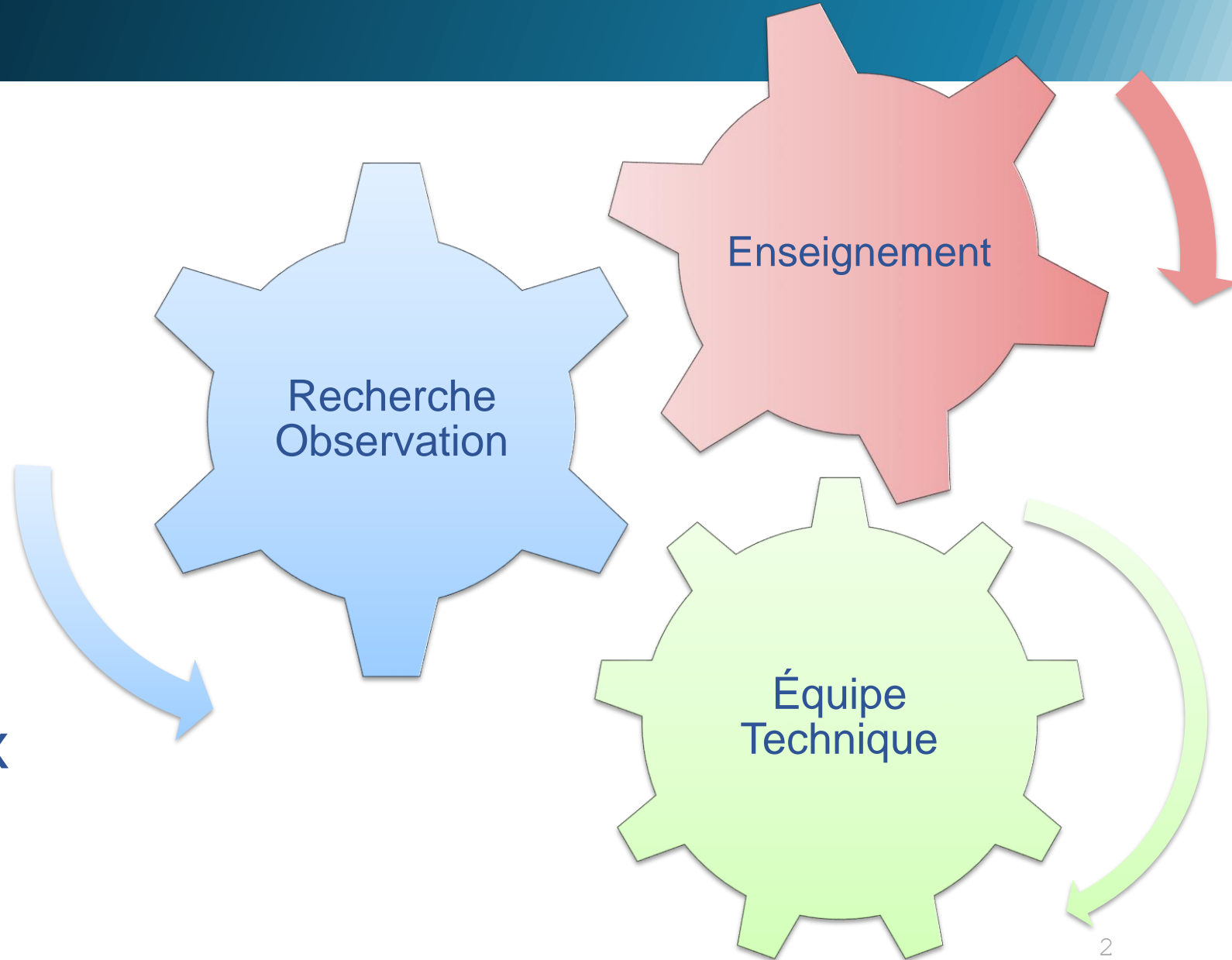
*SIRTAs-25ans, 1<sup>er</sup> juin 2023*

# Les 3 piliers du SIRTA



1999

Début des  
enseignements  
expérimentaux





Enseignement  
Expérimental

## Les premiers TPs

Hélène Chepfer

# L'enseignement **Expérimental** au SIRTA **1999**



## Une vision innovante



Cadre : construction de l'EEES (Bologne)  
L'inspiration et la motivation de transmettre par la découverte.

Ces premiers TPs représentent une opportunité unique pour les étudiants de :

- Découvrir l'observation de l'atmosphère,
- dans un espace restreint à l'époque : observatoire de recherche;
- De découvrir et manipuler des instruments
  - . de télédétection
  - . sur le terrain (lidar, radar, etc.)
- D'analyser leurs données.

# L'enseignement **É**xpérimental au SIRTA **1999**



Une vision innovante

25 ans après

fidèles à ces principes 😊

nous restor



H. Chepfer et G. Scialom

**Objectifs :** Motiver des étudiants pour la recherche par :

- la découverte d'un observatoire de recherche.
- La découverte concrète de l'observation et des propriétés de l'atmosphère.

**Thématiques :** les grands instruments

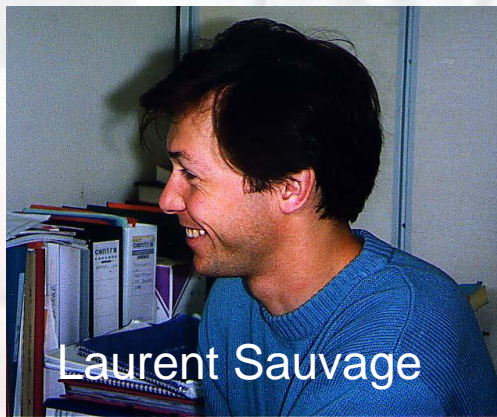
**Durée typique :** 8h





# Les premiers TPS

# 1999



Laurent Sauvage

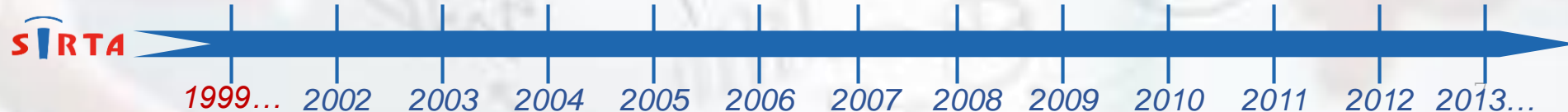
Avec l'aide de l'équipe technique et d'autres doctorants.



Patricia Delville

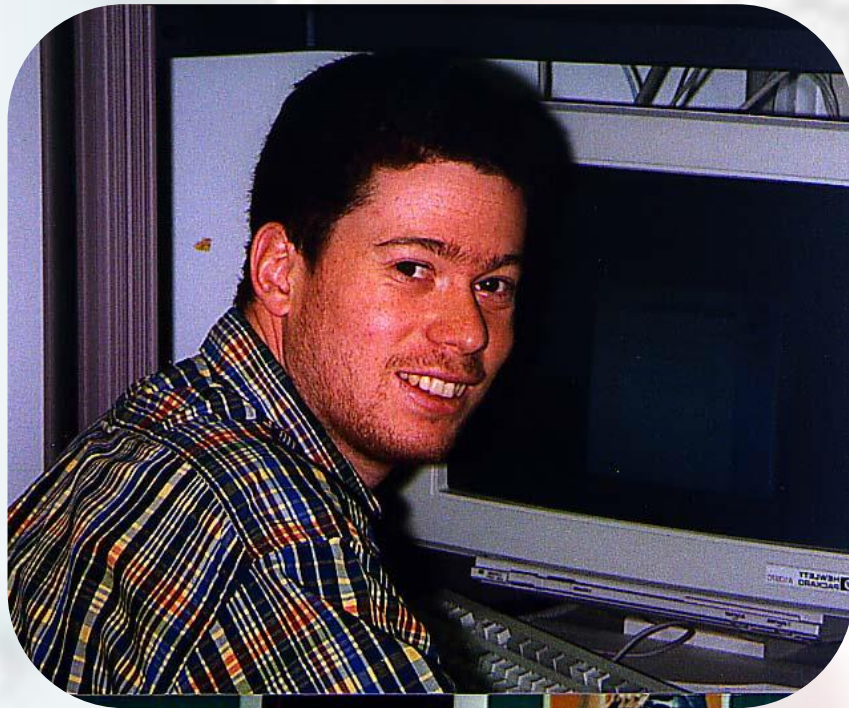


Christophe Boitel



# Les premiers enseignements expérimentaux

# 2001



Premiers TP autour des instruments météo  
=> TP sur l'humidité relative





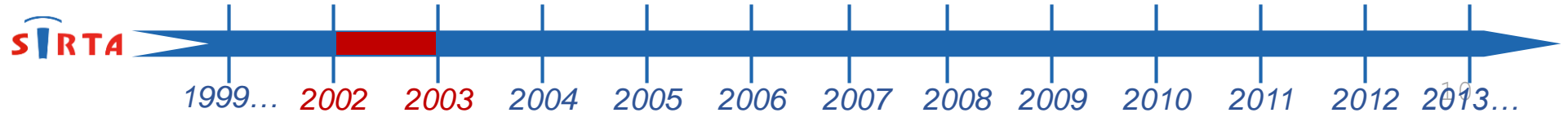
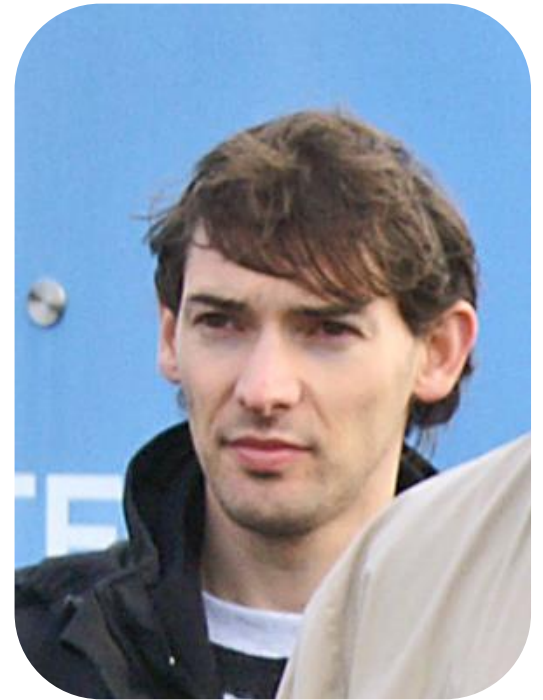


## La LIDAR Team et leur contribution

# 2002 - 2003



Une nouvelle équipe au SIRTA autour de l'observation LIDAR.



# Et en nombres ...

# 2002 – 2003

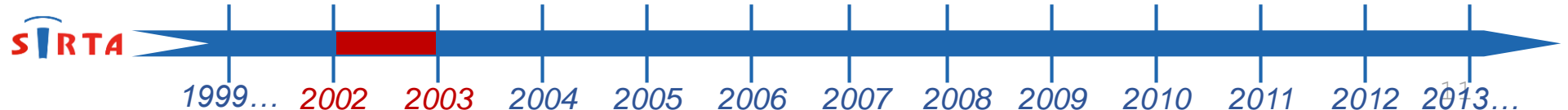


| Type   | Thématique                                | Accès   |
|--|---|---------|
| TPs LIDAR  | Lidar Nuage, Lidar Vent                   | 150h/an |
| TP Site d'observation<br>(Instrumentation, données...) | Site d'observation                        | +20h/an |
| Enseignements Expérientaux<br>TRES/MODEX               | Dynamique et observation<br>atmosphérique | 50h/an  |

Niveaux d'application : Licence, Maîtrise, DESS, DEA,  
thèse

Tutelles : UPMC, UVSQ, Polytechnique

⇒ ~100 étudiants / an



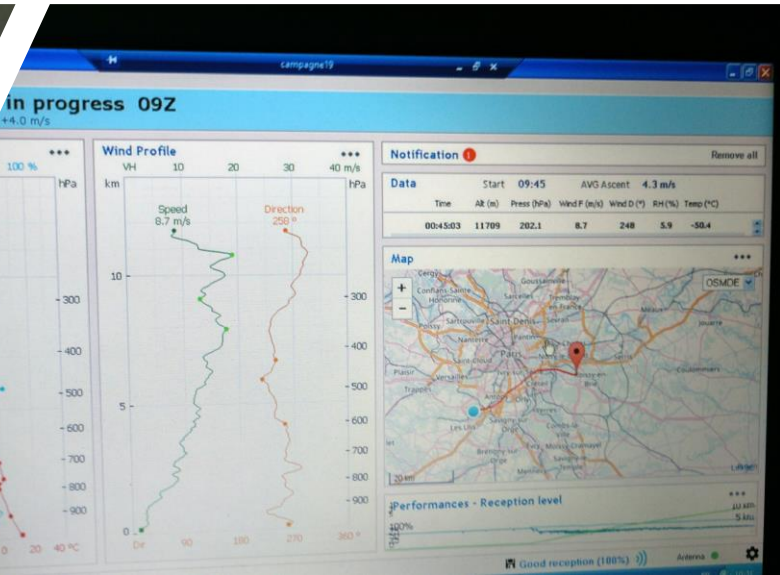
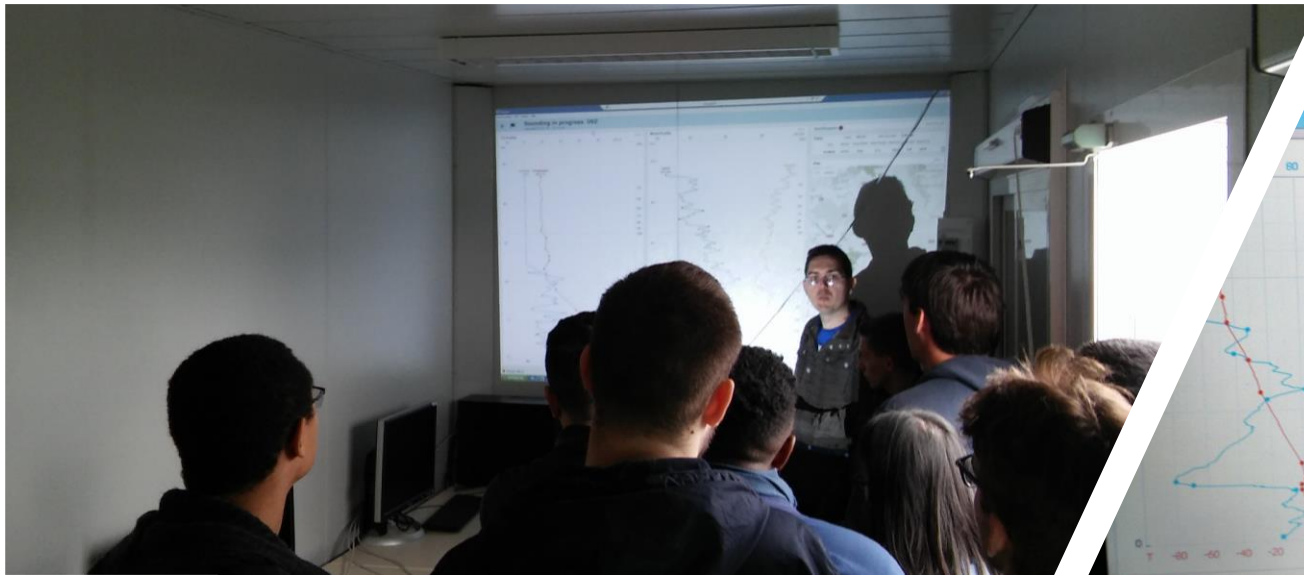


# Radiosondages... Un classique 2004+





# Radiosondages 2.0



# Le show LIDAR

2005+



## Le Show Lidar

La nuit des chercheurs....



# Et en nombres ...

# 2005-2006



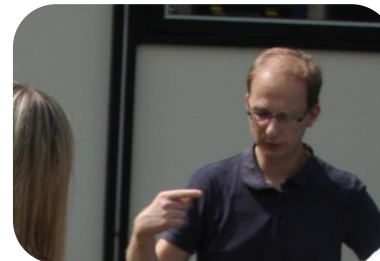
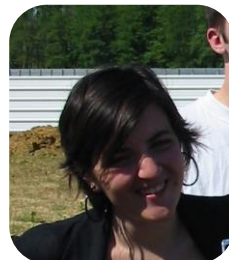
Travaux pratiques (LMD, SA, CETP) **+160 étudiant /an**

- TP « Télédétection » : Lidar ; Radar (200h/an, +50 étudiants.)
- TP « Site d'Observation » : Instrumentation, Données (+50/h; ~ 100 étudiants.)
- TREX/MODEX (> 50h/an - 10 ét.)

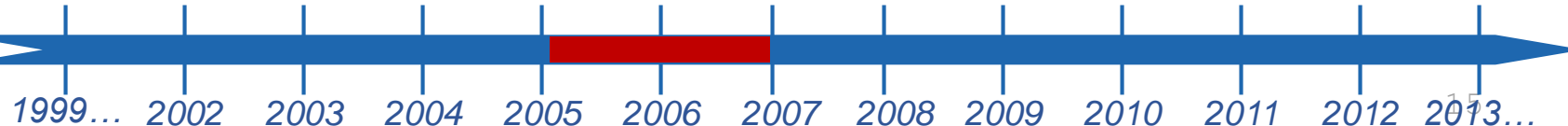


Personnels enseignants : MdC, CR, Moniteurs, ITA

O. Bock, C. Boitel, H. Chepfer, M. Chiriaco, A. Hertzog, P. Drobinski,  
F. Gibert, M. Haeffelin, A. Mathieu,  
C. Pietras, F. Ravetta,  
G. Scialom



**SIRTA**







## Enseignements

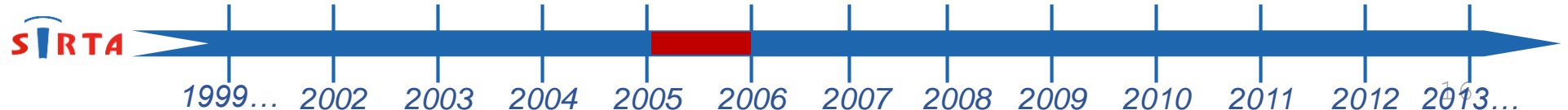
**proposés:** (Travaux pratiques)

- Lidar Nuage-Aérosols
- Lidar Vent
- Observatoire Atmosphérique
- Rayonnement solaire et conditions météo
- Turbulence dans la couche limite
- GPS: application météo

## Publics Concernés:

- Ecoles/Universités:  
UPMC, UVSQ, EP, ENS, Paris-7
- Niveaux: L3, M1 et M2
- Volume: 3h à 8h par séance

⇒ 160 étudiants / an



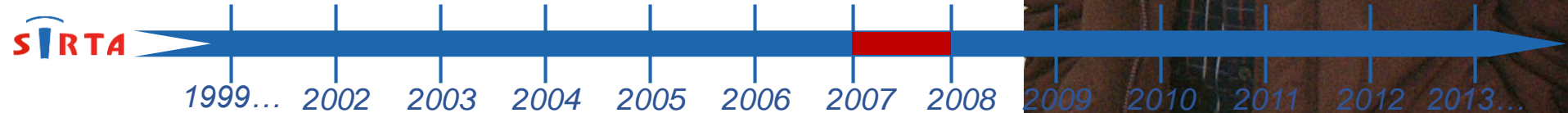


# Les premiers modules expérimentaux 2007



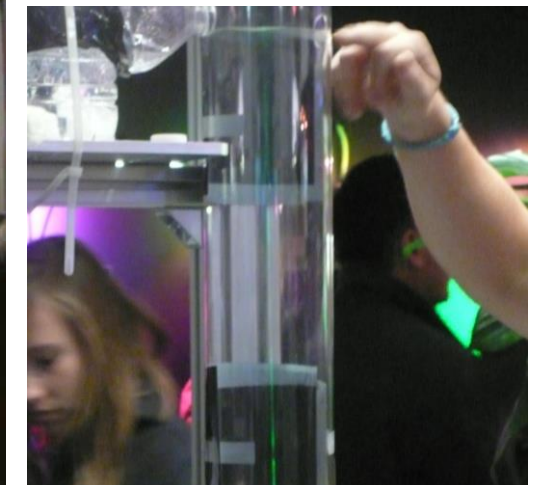
Les premiers modules expérimentaux (MODEX) à l'École polytechnique sur les bilans énergétiques et la ressource pour les **EnR**.

- MEC573
- 2A Ingénieurs



# Le simulateur LIDAR

2008+







# CLIMATE KIC

+2010

received:  $(\alpha R^0) [S(1-\alpha) + 4\alpha T_g^4] = \alpha T_g^4(4 + R^0)$   
gas layer:  $\alpha T_g^4(4 + R^0) = 2\alpha T_g^4(4 + R^0)$   
 $S(1-\alpha) = 2\alpha T_g^4 \Rightarrow T_g = 280K = 20^\circ C$

$S_{inc} = \pi R^2$   
 $S_{out} = 4\pi R^2$   
 $\phi = \dots$





# 2010 - 2020



- Initiative de l'UE
  - Objectifs former pour le changement climatique et la transition énergétique.
  - IPSL engagé dans le comité pédagogique.
- 
- 1 semaine sur le campus : SIRTA
  - 1 douzaine d'enseignants
  - Mobilisation des enseignants chercheurs et les chercheurs du LMD engagé ainsi que du personnel SIRTA





# 1e participation

+2013



Boundary layer observations.

- Accueilli de manière alternée X-Cambridge
- Durée 2 semaines
- 40 élèves de doctorands du monde entier
- 4 structures de 2-3 élèves (1 Ch)
- 2 édition
- (2



SIRTA



LadHyX



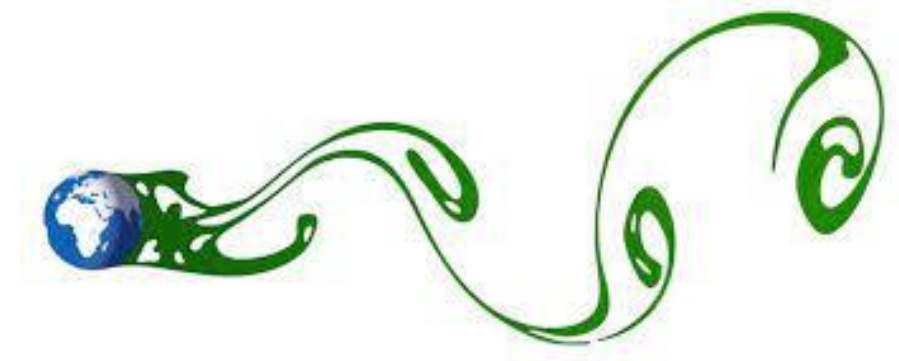
ÉCOLE  
POLYTECHNIQUE



IP PARIS



UNIVERSITY OF  
CAMBRIDGE





⇒ 200-300 étudiants par an

Travaux pratiques « classiques » (séances de 8h)

- Lidar Nuage-Aérosols, Lidar Vent, Bilan radiatif, rayonnement

50 ét./an  
depuis 2002

Modules Expérimentaux (9 séances de 6h)

- Rayonnement solaire.
- Turbulence dans la couche limite
- GPS: application météo.
- Energies renouvelables (solaire et éolien)

20 ét./an  
depuis 2005

Visite / Découverte (séances de 2-8h)

- Observatoire Atmosphérique

~100 pers/an  
depuis 2003

Ecole d'été européenne « KIC Climat » (séances de 9h)

- Effet de serre et bilan énergétique.
- Observations / Simulations num.
- Energie solaire et éolien / production énergétique

50 ét./an à  
partir de 2010

### **Publics Concernés:**

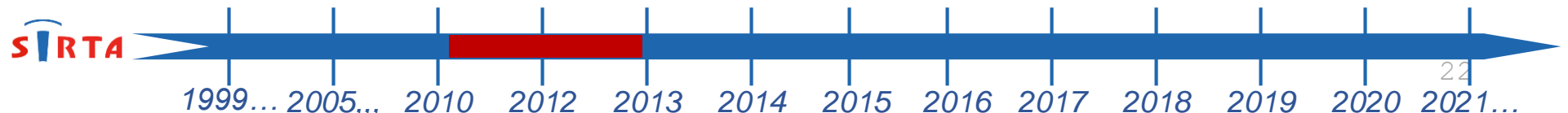
- Ecoles/Universités:  
**UPMC, UVSQ, EP, ENS, Pa-7**
- Niveaux: L3, M1 et M2

### **Enseignants impliqués:**

- 5 MC (3 UPMC, 2 UVSQ, ENS)
- 1 Physicien-Adjoint (UVSQ)
- 2 Ass. Prof. (EP), 6 moniteurs/vacataires

### **Ingénieurs impliqués:**

- 4 ingénieurs LMD/SIRTA





LES enseignants chercheurs

*H. Chepfer (LMD/UPMC) ;*

*M. Chiriaco  
(LATMOS/UVSQ) ;*

*J. Delanoe (LATMOS,  
UVSQ) ;*

*P. Drobinski (LMD/EP) ;*

**4 moniteurs/vacataires**

**3 ingénieurs LMD/SIRTA**

*JC. Dupont (IPSL/UVSQ) ;*

*B. Legras (LMD/ENS) ;*

*S. Turquety (LMD/UPMC)*

*T. Dubos (LMD/EP) ;*

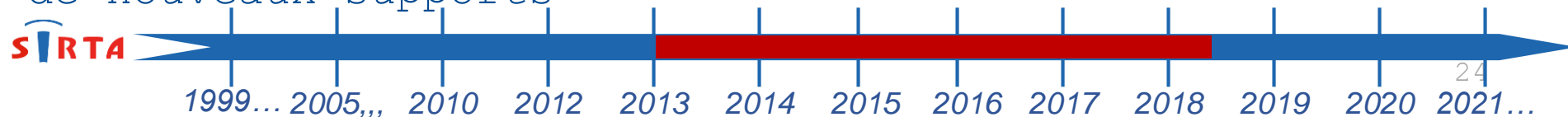
*Jordi Badosa (EP/LMD) .*



# Labex IPSL – Coordination des enseignements expérimentaux



- Recensement des enseignements expérimentaux de l'IPSL
- Coordination des demandes d'enseignement au SIRTA
- Mise en place des formulaires de demandes et des statistiques issues de ces demandes.
- Développement de nouveaux supports



# Labex IPSL – Coordination des enseignements expérimentaux



- Cheffe de projet pour le développement des Ateliers CLE :
  - Laurence Picon (LMD)
  - Bénédicte Picquet-Varrault (LISA)
  - Le support de P. Bousquet (LSCE)





# Parcours pédagogique – Grand public 2014+



« Les pieds au sol et la tête dans les nuages »

Fête de la science

Parcours pédagogique  
Grand public

- Série d'expériences

Thèmes

- Rayonnement
- Diffusion Rayleigh – Mie
- Absorption
- Evaporation
- Convection
- Circulation générale
- Circulation thermohaline
- Ressources renouvelables







# Jupyter notebooks pour l'enseignement

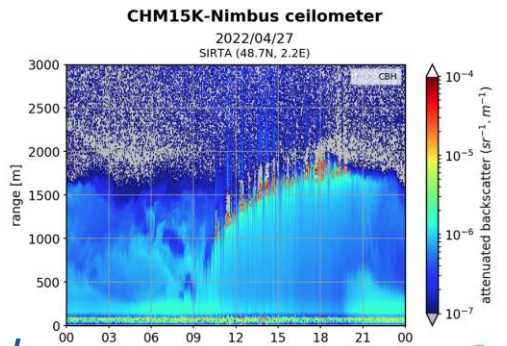
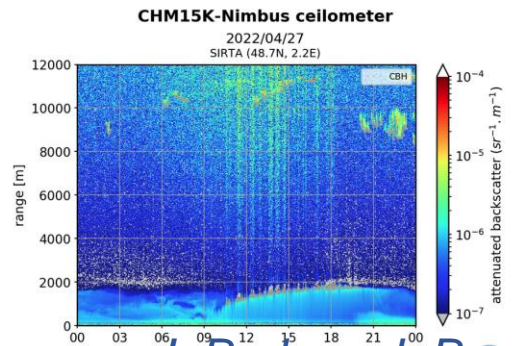
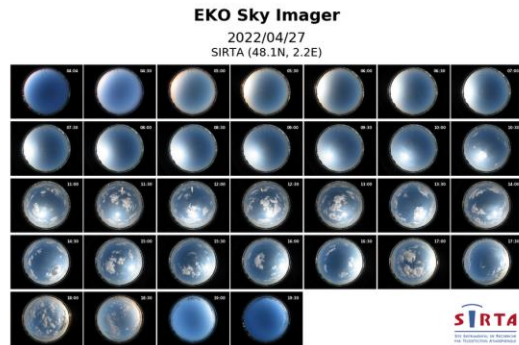
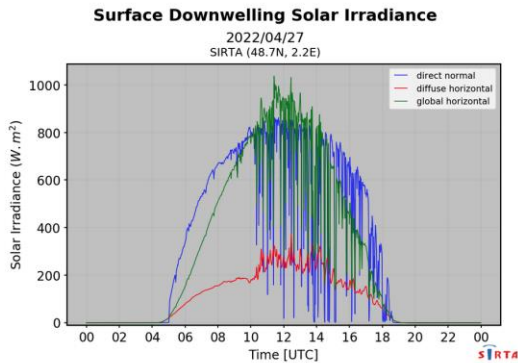


2015+

## Radiation + sky image + ceilometer per day

All the below quicklooks (and more) are available at the SIRTA's quicklook webpage: [https://sirta.ipsl.fr/data\\_quicklooks.html](https://sirta.ipsl.fr/data_quicklooks.html)

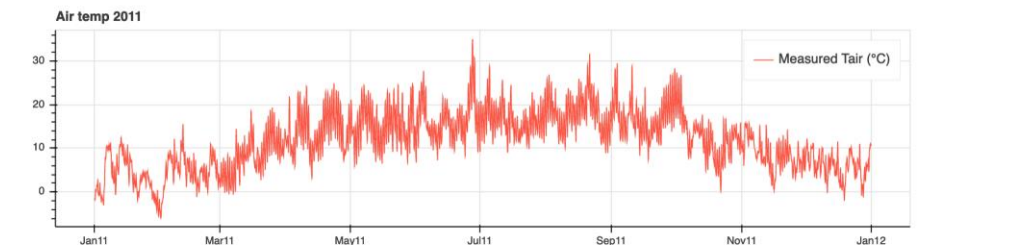
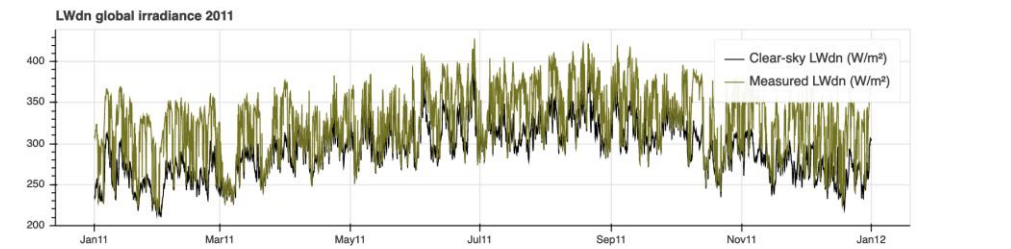
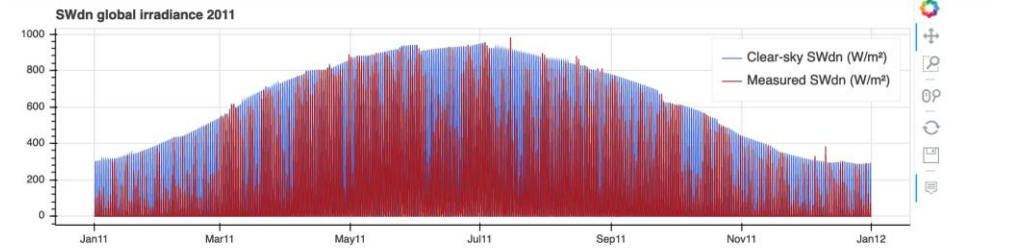
```
[6]: pn.interact(show_fig, date=seldate)
2022-04-27 00:00:00
https://sirta.ipsl.polytechnique.fr/bdd/pub/basesirta/1a/meteoairsol/2022/04/27/meteoairsol_1a_Lz1Prain_v01_20220427_000000_1440.png
[6]: date
20220427
```



## Interactive Plot

Daily data study for the selected year

```
In [8]: 1 *****
2 Interactive plot generation from chosen period
3 *****
4
5 from collections import OrderedDict
6
7 bk.output_file("test.html")
8
9 TOOLS = "pan,wheel_zoom,box_zoom,reset,save,hover"
10
11 p1 = bk.figure(plot_width=900, plot_height=250, title="SWdn global irradiance "+year, x_axis_type="datetime", tool
12
13 p1.line(data_sam.index,data_sam['CSWdn'], color="RoyalBlue", legend='Clear-sky SWdn (W/m²)')
14 p1.line(data_sam.index,data_sam['SWdn'], color="firebrick", legend='Measured SWdn (W/m²)')
15 p1.circle(data_sam.index,data_sam['SWdn'], size=10, alpha=0)
16
17 p2 = bk.figure(plot_width=900, plot_height=250, x_range=p1.x_range,title="LWdn global irradiance "+year, x_axis_t
18
19 p2.line(data_sam.index,data_sam['LWdn'], color="black", legend='Clear-sky LWdn (W/m²)')
20 p2.line(data_sam.index,data_sam['LWdn'], color="olive", legend='Measured LWdn (W/m²)')
21 p2.circle(data_sam.index,data_sam['LWdn'], size=10, alpha=0)
22
23 p3 = bk.figure(plot_width=900, plot_height=250, x_range=p1.x_range,title="Air temp "+ year, x_axis_type="datetime
24
25 p3.line(data_sam.index,data_sam['Tair'][:]-273.15, color="Tomato", legend='Measured Tair (°C)')
26
27
28 p = gridplot([[p1], [p2], [p3]], toolbar_location='right')
29
30 bk.show(p)
```



# Jupyter notebooks pour l'enseignement



Marc-Antoine Drouin

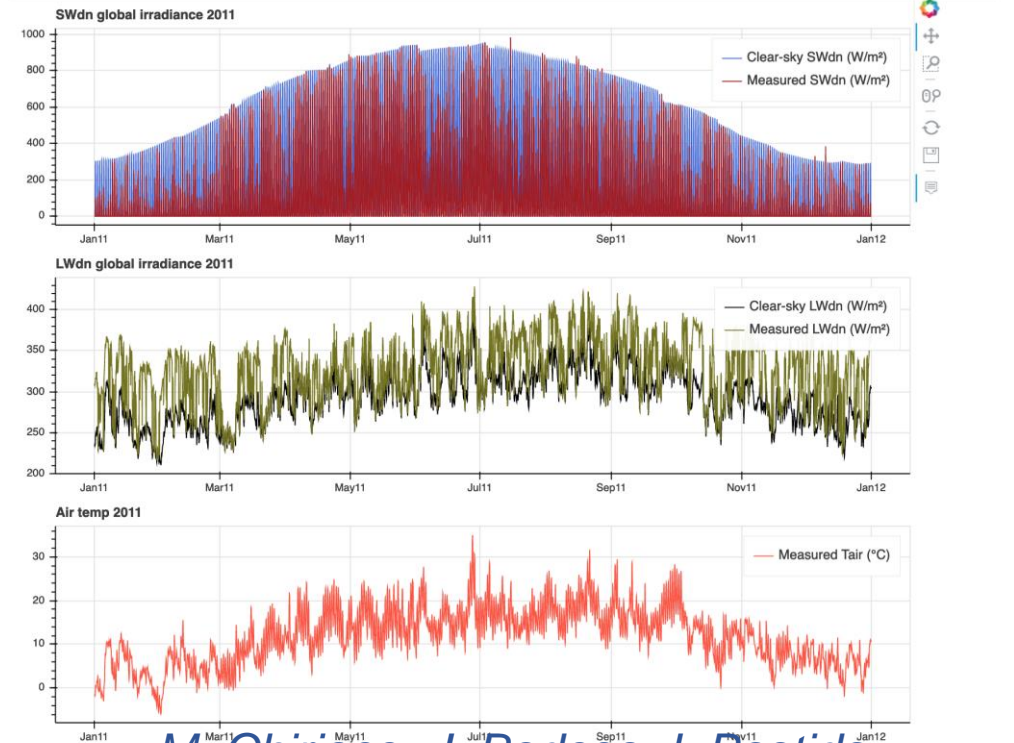
SIRTA-25ans, 1-2 juin 2023

## Interactive Plot

Daily data study for the selected year

```
In [8]: 1 """
2 Interactive plot generation from chosen period
3 """
4
5 from collections import OrderedDict
6
7 bk.output_file("test.html")
8
9 TOOLS = "pan,wheel_zoom,box_zoom,reset,save,hover"
10
11 p1 = bk.figure(plot_width=900, plot_height=250, title="SWdn global irradiance "+year, x_axis_type="datetime", tool
12
13 p1.line(data_sam.index,data_sam['CSWdn'][:], color="RoyalBlue", legend='Clear-sky SWdn (W/m²)')
14 p1.line(data_sam.index,data_sam['SWdn'][:], color="firebrick", legend='Measured SWdn (W/m²)')
15 p1.circle(data_sam.index,data_sam['SWdn'][:], size=10, alpha=0)
16
17 p2 = bk.figure(plot_width=900, plot_height=250, x_range=p1.x_range,title="LWdn global irradiance "+year, x_axis_t
18
19 p2.line(data_sam.index,data_sam['CLWdn'][:], color="black", legend='Clear-sky LWdn (W/m²)')
20 p2.line(data_sam.index,data_sam['LWdn'][:], color="olive", legend='Measured LWdn (W/m²)')
21 p2.circle(data_sam.index,data_sam['LWdn'][:], size=10, alpha=0)
22
23 p3 = bk.figure(plot_width=900, plot_height=250, x_range=p1.x_range,title="Air temp "+ year, x_axis_type="datetime
24
25 p3.line(data_sam.index,data_sam['Tair'][:]-273.15, color="Tomato", legend='Measured Tair (°C)')
26
27
28 p = gridplot([[p1], [p2], [p3]],toolbar_location='right')
29
30 bk.show(p)
```

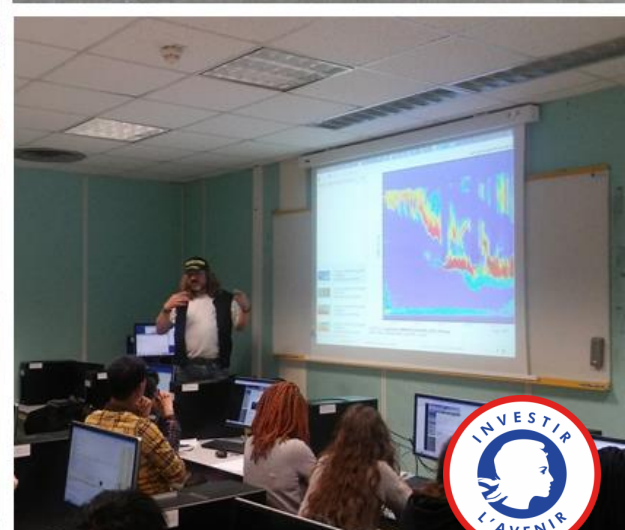
# 2015+



M. Chiriaco, J. Badoša, I. Bastida



# Ateliers Climat et Environnement (CLE ) de l'IPSL 2016+

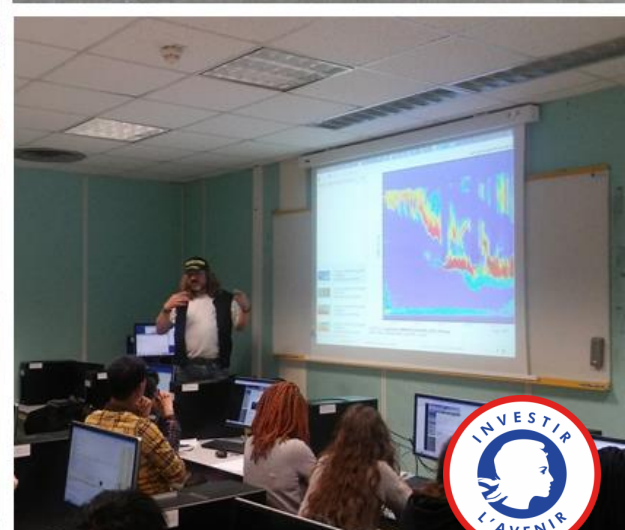


 Institut  
Pierre  
Simon  
Laplace  
**L-IPSL Labex**





# Ateliers Climat et Environnement (CLE ) de l'IPSL 2016+





# Les enseignants CLEs



JA Bravo Aranda



JC. Dupont



K. Desboeufs



A. Gratien



T. Gasser



E. Terrenoire



L. Picon



J. Badosa



B. Picquet-Varrault



V. Michoud



V. Gros



J.E. Petit



# Les CLEs en nombres

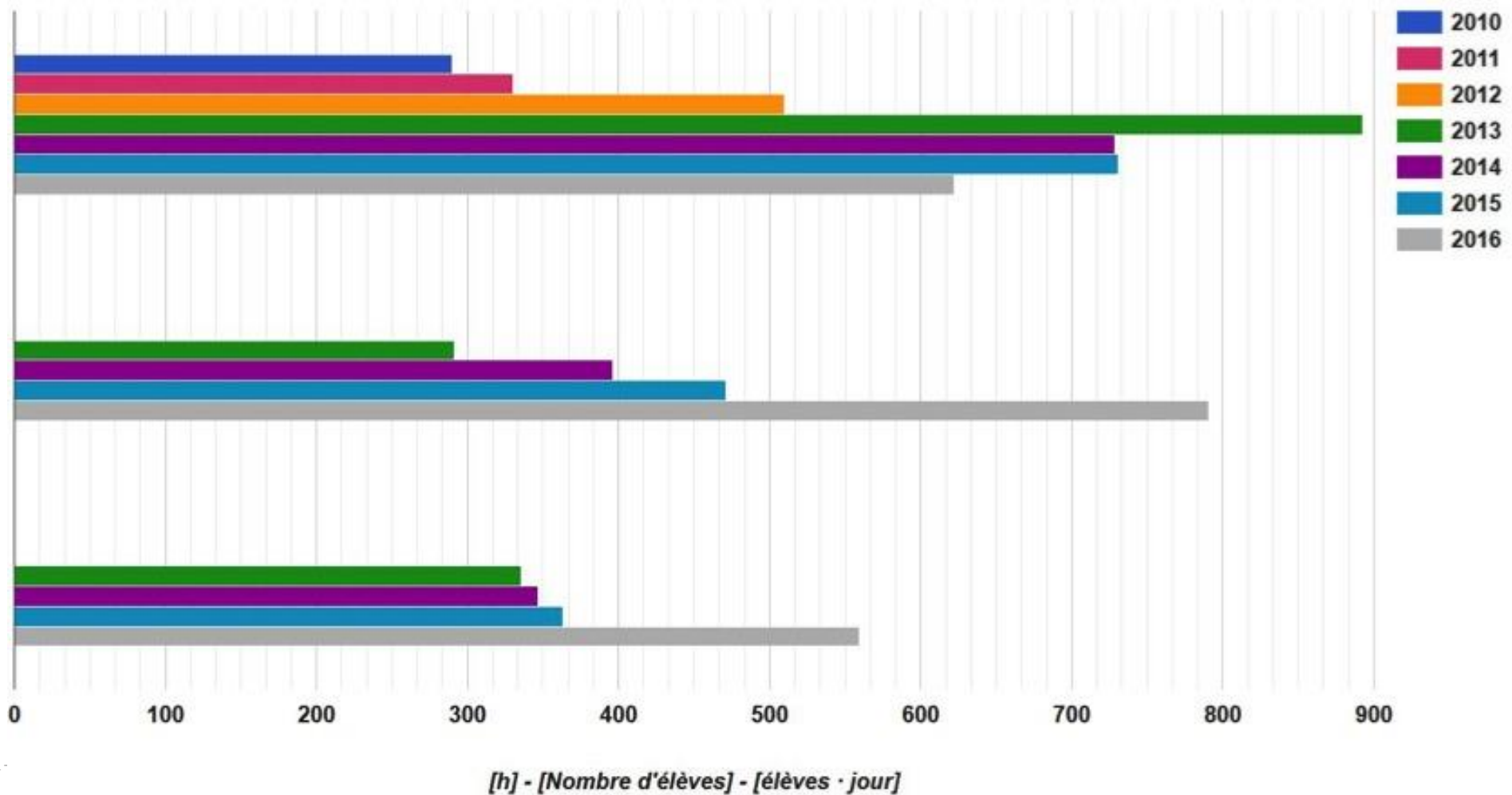


- 5 jours => 35h
- 5 TPs
  - Observation de la colonne atmosphérique
  - Qualité de l'air
  - Rayonnement et ressource solaire pour la production PV
  - Ressource pour la puissance éolienne
  - Modélisation du Climat
- 18 - 24 élèves
- Mobilisation de
  - toute l'équipe SIRTA
  - 3 laboratoires
  - 10 enseignants de disciplines diverses





Comparaison accueil au sirta 2010 à 2016



# Création des vidéos pour des MOOCs 2016+



Browse > Physical Science and Engineering > Environmental Science and Sustainability

## Wind resources for renewable energies

★★★★☆ 3.6 116 ratings | 🍌 88%



Alexandre Stegner +3 more instructors

Enroll for Free  
Starts May 29

Financial aid available

14,869 already enrolled

Offered By



Parcourir > Sciences physiques et ingénierie >  
Sciences environnementales et développement durable

## Hydro, Wind & Solar power: Resources, Variability & Forecast

★★★★☆ 4.6 67 évaluations



Philippe Drobinski +3 enseignants de plus

S'inscrire gratuitement  
Commence le 29 mai

Aide financière disponible

5 658 déjà inscrits

Offert par



The quality of a pyrometer depends on:

- Spectral response
- Response time
- Angular Response







IPSL Climate Graduate School Exemples d'instruments dédiés à l'observation de l'atmosphère

| Nature (comment)                            | Lieu   |  |
|---|--|--|
|   | In situ  | Téledétection  |
| Passive (capteurs)                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Thermomètre</li> <li>- Hygromètre</li> <li>- Anémomètre</li> <li>- Girouette</li> <li>- Caméra</li> <li>- Radio-sonde</li> <li>- Thermomètre de sol</li> <li>- Baromètre</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pyranomètre</li> <li>- Pyrgeomètre</li> <li>- Pyrhéliomètre</li> <li>- Spectrophotomètre</li> <li>- Radiomètre micro-onde</li> </ul>      |
| Active (transducteurs = émetteur + capteur) | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Anémomètre sonique</li> <li>- Visibilité</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- SODAR</li> <li>- LIDAR rétrodiffusion</li> <li>- LIDAR vent</li> <li>- RADAR nuages</li> <li>- RADAR vent</li> <li>- Télémètre</li> </ul> |

Vidéo pédagogique

**MÉTHODES D'OBSERVATION DE L'ATMOSPHÈRE - MARTIAL HAEFFELIN**

Durée : 00:08:09 - Réalisation : 1 octobre 2018 - Mise en ligne : 1 octobre 2018

IPSL CGS IPSL Climate Graduate School

cultureGnum cultureGnum

Vidéo pédagogique

**LAPLACE, LE CLIMAT ET NOUS**

Durée : 00:32:35 - Réalisation : 12 juillet 2022 - Mise en ligne : 18 août 2022

cultureGnum cultureGnum



## Une nouvelle période

Horizon ~~2018~~ 2021





- Départ d'Imma  
=> Intérim assurée par JC. Dupont (IPSL) depuis fin 2018.

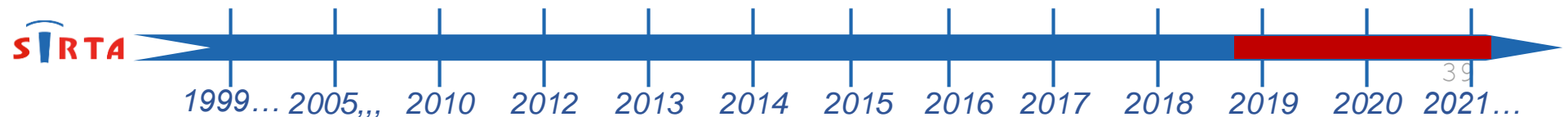


- Déploiement du LABEX IPSL-CGS



- Et le nouveau bâtiment

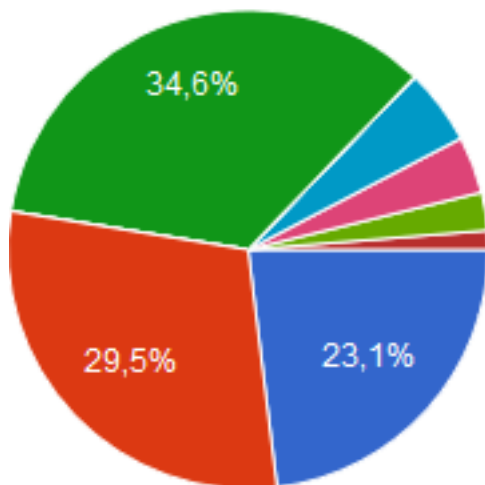
- => une nouvelle salle d'enseignement



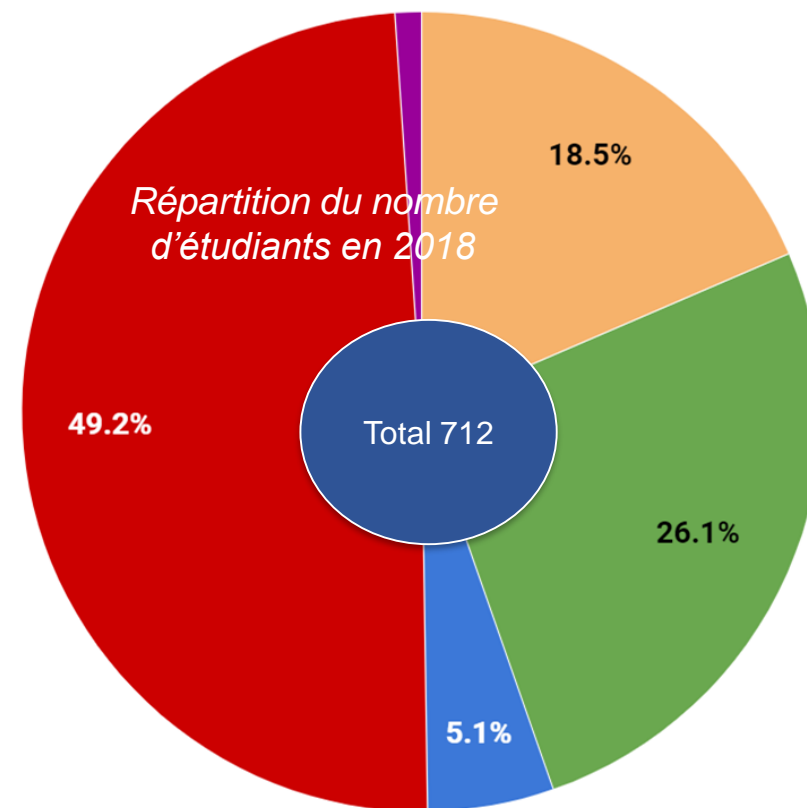


Le SIRTA est sollicité 1 jour/3 pour enseignement (78 sollicitations en 2019)

Type



- Visit
- Lab (TP)
- Tutorial (TD)
- Field (TP)
- Project
- TP PV tracker
- TP PV TRACKER
- TP tracker PV
- Presentation de la journée CLIMATE-KIC



- Scolaires
- L1 - L3
- M1
- M2
- Pro





## Le présent et le futur

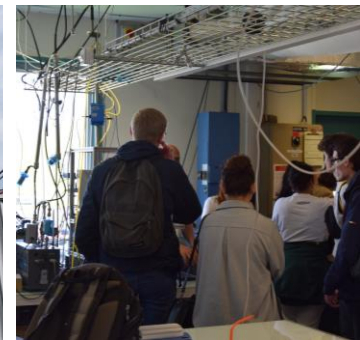
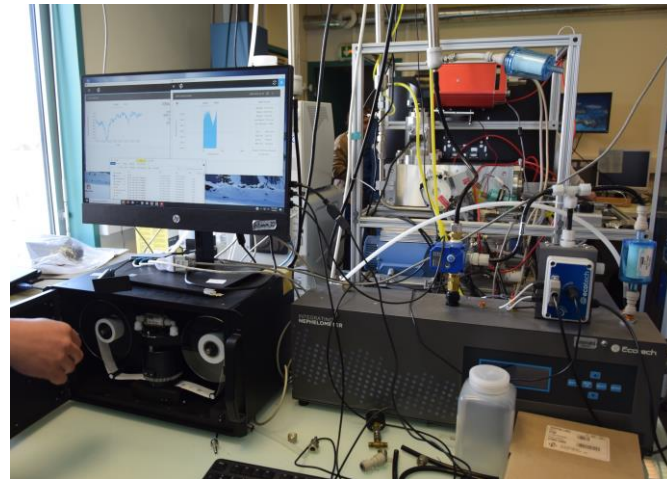
E4C, l'orme et des nouveaux projets

# Integration de l'Orme des Merisiers aux parcours pédagogiques

# 2022+



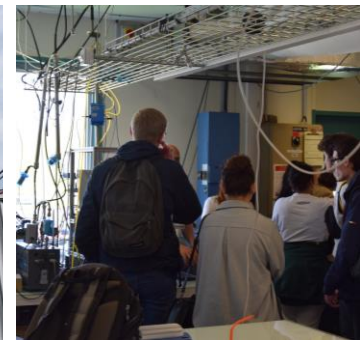
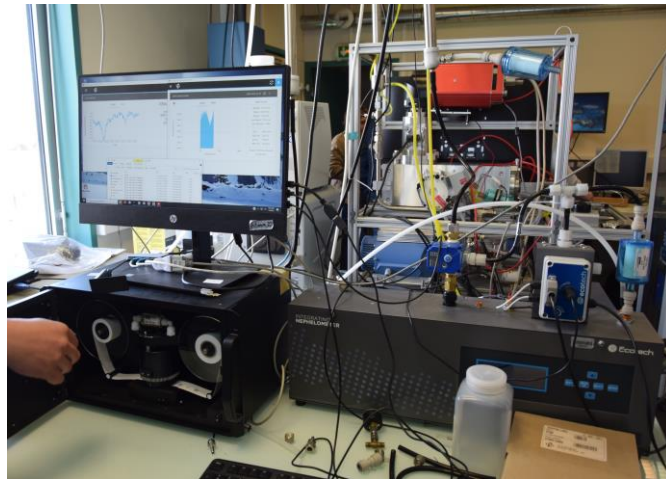
~100 étudiants





# Integration de l'Orme des Merisiers aux parcours pédagogiques

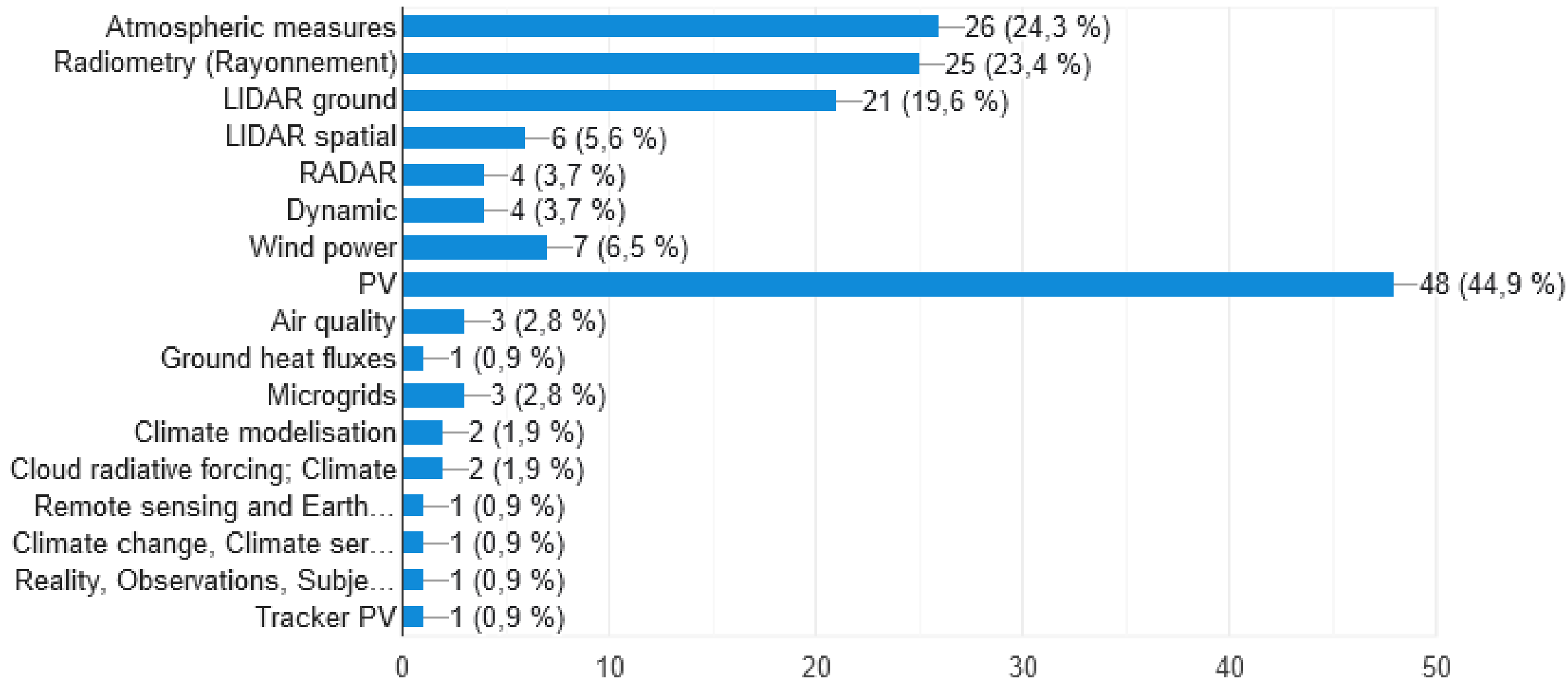
# 2022+





# Bilan activités pédagogiques, statistiques 2021-2022

## Thématiques

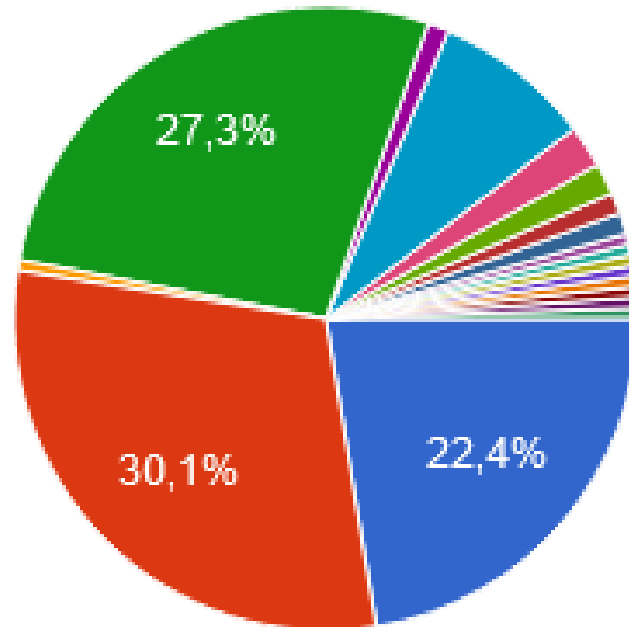






# Bilan activités pédagogiques, statistiques 2021-2022

## Thématiques



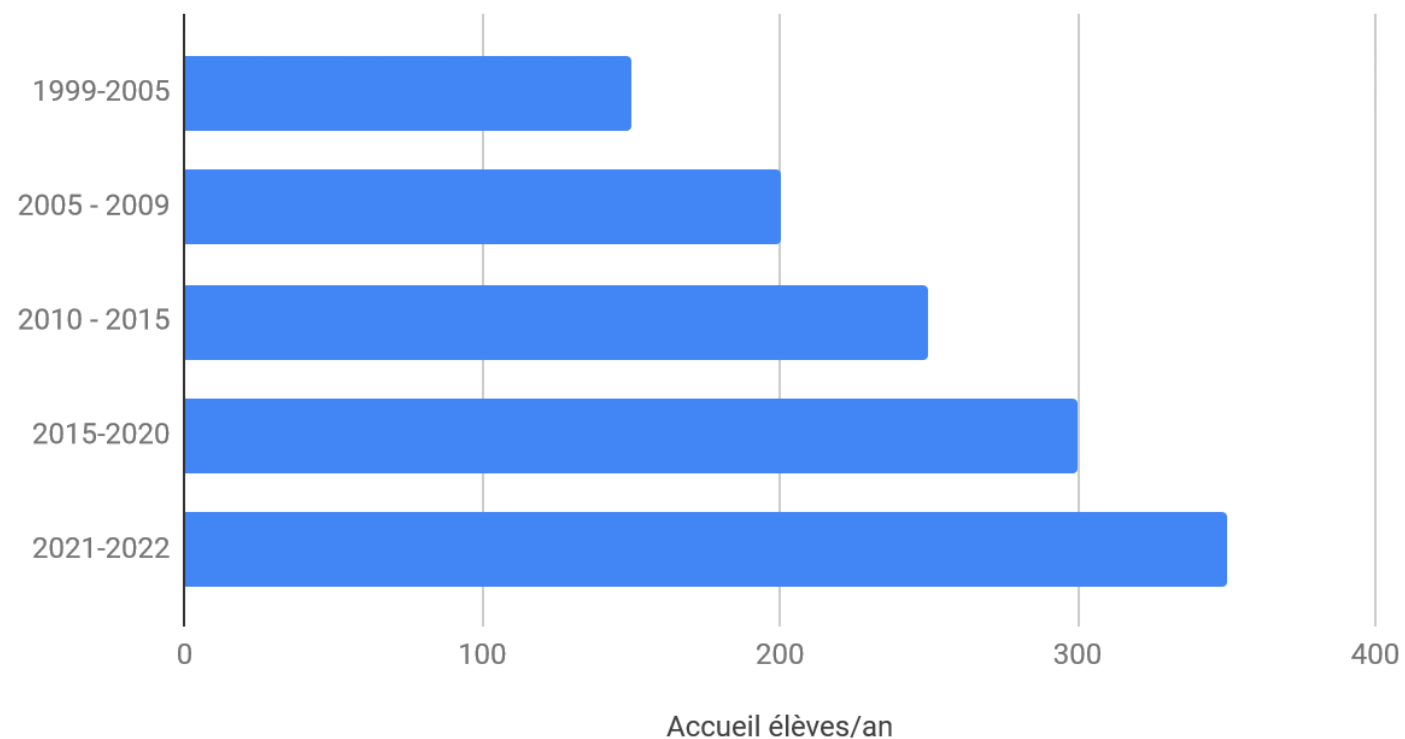
- Visit
- Lab (TP)
- Tutorial (TD)
- Field (TP)
- Project
- TP PV tracker
- TP TRACKER
- TP PV TRACKER

▲ 1/3 ▼

# Évolution



Accueil élèves/an par rapport à



2 salles de cours à disposition

1 banc optique : polarisation

1 Banc RADAR : propriétés

2 simulateurs : LIDAR - SODAR

12 PC portables





## Outils

- Montages expérimentaux
- Instruments
- Documents,
- Cas d'études et jeux de données
- Jupyter notebooks
- Outils de visualisation

## Dispositifs expérimentaux d'apprentissage

- Visites
- TPs et TDs
- Simulateurs
- Plateformes
- Medialib

À disposition  
de l'enseignement expérimental

# Outils à disposition



Instrumentation pour l'enseignement

- Mât de dynamique
- LOAC
- Mise en place d'une maquette LIDAR version 2.0
- Microtops (JC ?)
- Plateformes EnR
- 12 PCs portables
- 1 banc optique : polarisation
- 1 banc RADAR : propriétés des ondes centimétriques
- Cas d'études
- Outils de visualisation





# Outils à disposition



## Salle de cours

- 2 salles
- 41 réservations
- 158 heures d'occupation
- Plus de 380 étudiants





## Les espaces

- Montages expérimentaux
- Instruments
- Documents,
- Cas d'études et jeux de données
- Jupyter notebooks
- Outils de visualisation

## Le matériel

- Ordis TPs et TDs
- Simulateurs
- Plateformes
- Medialib

À disposition  
de l'enseignement expérimental



**MERCI – THANK YOU**

---

Institut Pierre-Simon Laplace (IPSL)