
Bilan et projet du Cerea

Centre d'enseignement et de recherche
en environnement atmosphérique

Laboratoire commun École des Ponts ParisTech / EDF R&D
Université Paris-Est

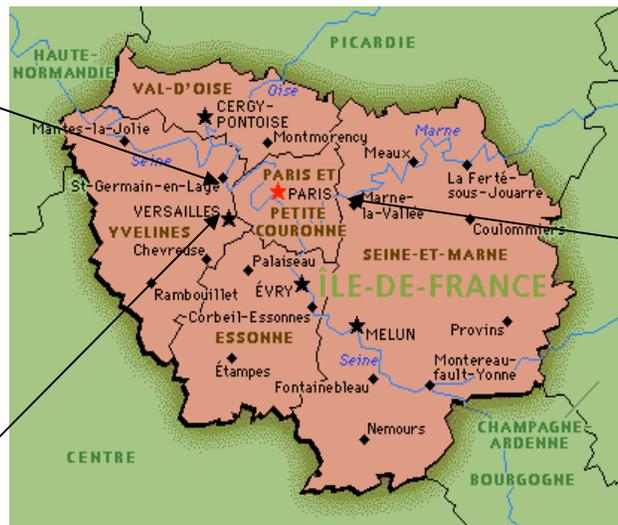
Visite de l'AERES

25 février 2009

Le Cereea : trois sites en Île de France

*EDF R&D
à Chatou*

*INRIA à
Rocquencourt*



*Ecole des Ponts
ParisTech à
Champs sur Marne*

Trois axes principaux de recherche

- Mesures, modélisation de l'atmosphère et dispersion à l'échelle locale
- Modélisation de la qualité de l'air (transport et chimie)
- Assimilation de données et d'images ; méthodes inverses (Équipe-projet CLIME)

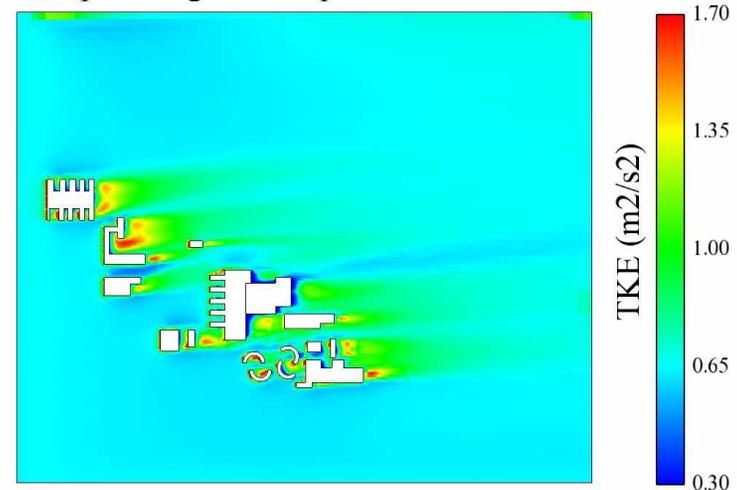
Mesures, modélisation de l'atmosphère et dispersion à l'échelle locale

Les mesures météorologiques dans les couches basses de l'atmosphère sont utilisées pour évaluer le modèle Mercure_Saturne (logiciel CFD).

Les applications de Mercure_Saturne concernent la météorologie sur les sites éoliens, la dispersion des polluants dans l'atmosphère, les échanges thermiques en milieu bâti, la formation du brouillard, la simulation des rejets industriels...

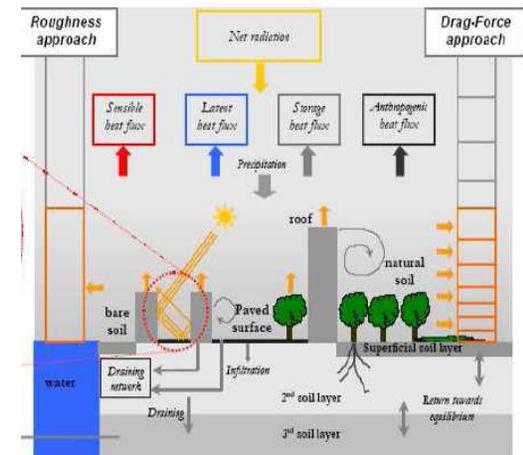


champ d'énergie cinétique turbulente à 10 m



Domaine d'excellence du Cerea

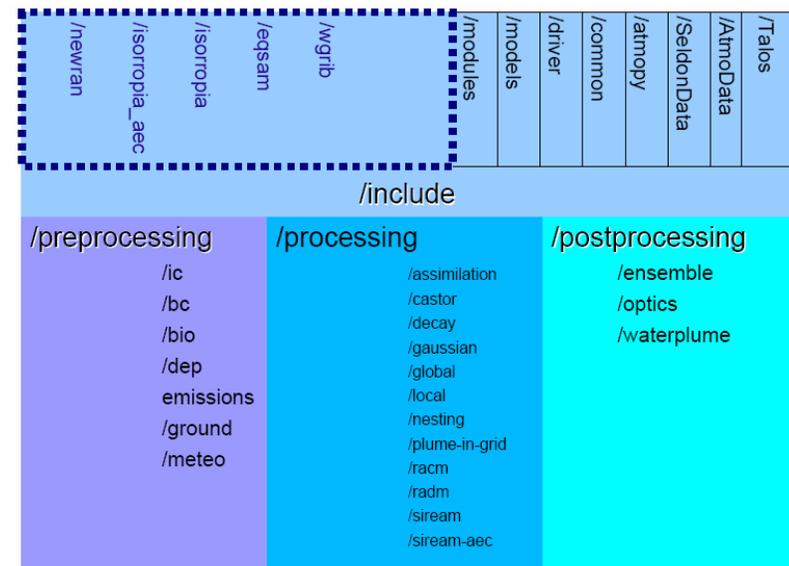
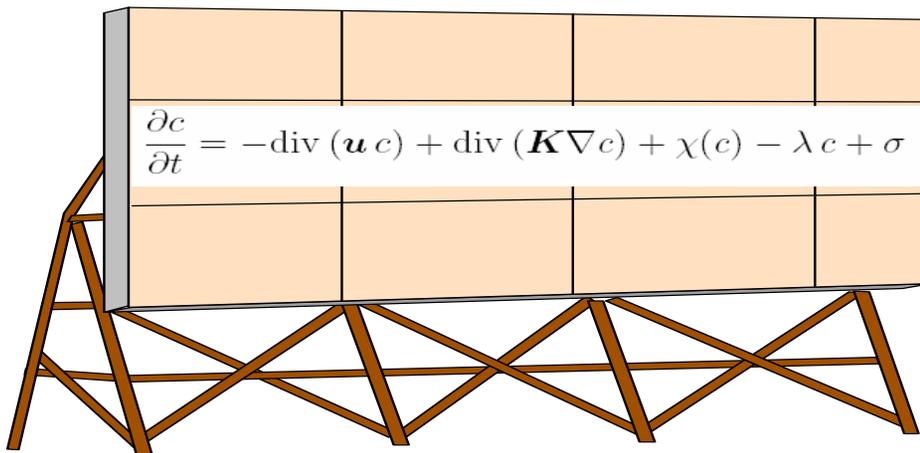
- Climat urbain
 - Position privilégiée du Cerea dans un domaine relativement récent et de plus en plus important dans le cadre de la ville durable
 - Deux approches développées :
 - Méthode de porosité avec MM5 (Téhéran)
 - CFD atmosphérique avec Mercure_Saturne (ville idéalisée)



Simulation de la pollution atmosphérique

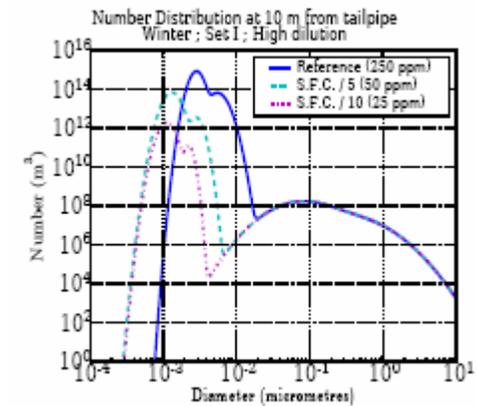
Formulation des
processus physico-chimiques

→ Plate-forme de modélisation
Polyphemus



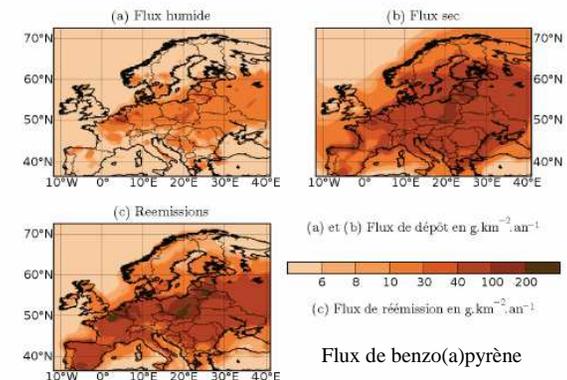
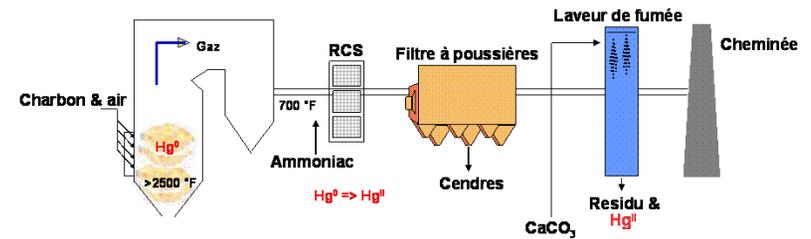
Domaine d'excellence du Cerea

- Modélisation des aérosols : Développement et application de nouveaux modèles des particules atmosphériques
 - Aérosols organiques secondaires
 - Particules ultra fines
 - Première méthode « modale » avec fusion et scission de modes



Domaine d'excellence du Cerea

- Modélisation multi-polluants, multi-échelles et multi-milieux
 - Approche « multi-polluants » : les polluants classiques (NO_x , SO_x , O_3 , COV, CO, aérosols) et aussi les métaux lourds et les POPs
 - Du local au régional : panaches sous-maille
 - Impact des rejets atmosphériques sur les écosystèmes et les cultures

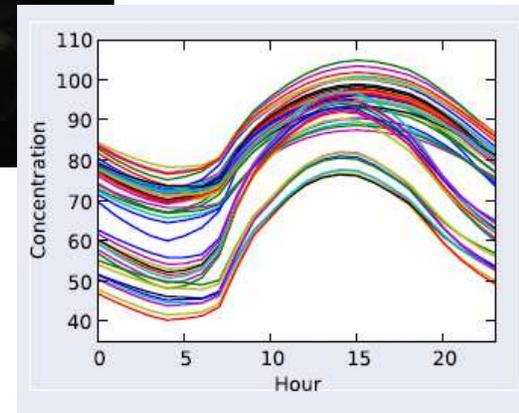
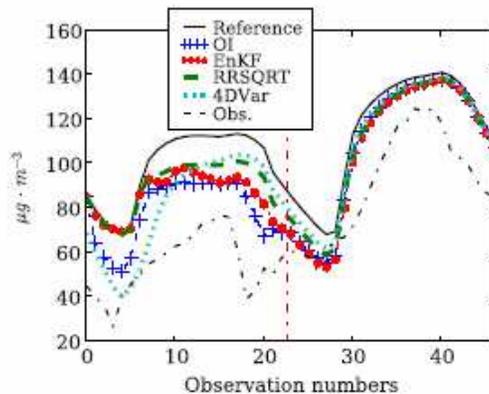
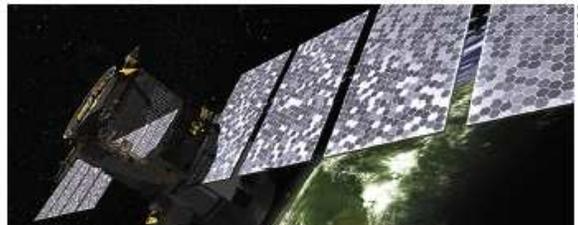


Assimilation de données

Équipe-projet CLIME

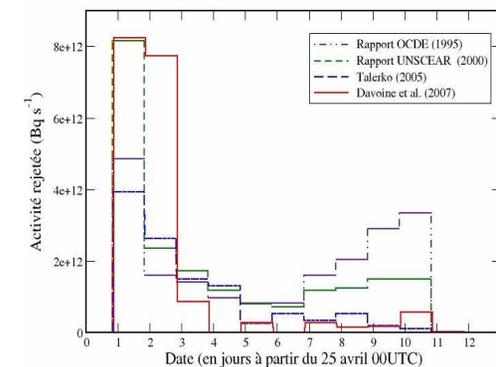
Les activités comprennent le développement et l'utilisation de méthodes pour l'assimilation de données, la modélisation inverse, la modélisation d'ensemble, le traitement des incertitudes, l'optimisation des réseaux de surveillance et l'assimilation d'images

$$J(x) = \underbrace{\frac{1}{2}(x - x^b)^T B^{-1}(x - x^b)}_{J_b} + \underbrace{\frac{1}{2} \sum_{k=0}^N (y_k - H_k(x_k))^T R_k^{-1}(y_k - H_k(x_k))}_{J_o}$$



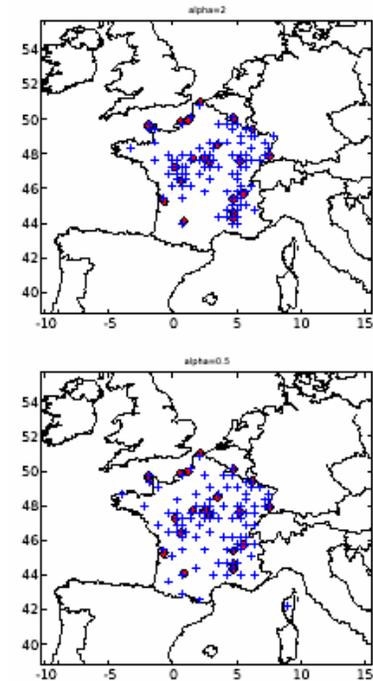
Domaine d'excellence du Cerea

- Modélisation inverse de termes sources
 - Reconstruction du terme source de l'accident de Tchernobyl en 1986 et de celui d'Algésiras à partir des mesures ambiantes
 - Reconstruction avec validation pour le programme ETEX
 - Développement et applications de nouvelles méthodologies pour ces analyses



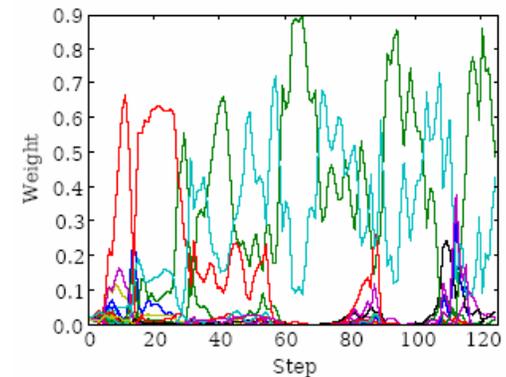
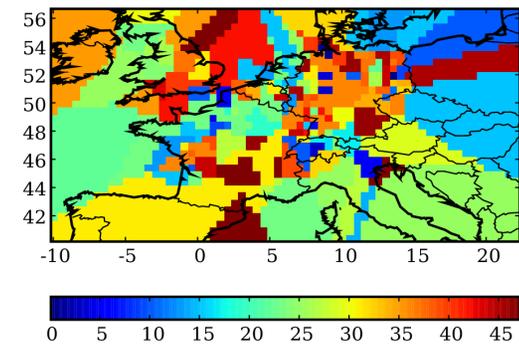
Domaine d'excellence du Cerea

- Optimisation des réseaux de surveillance
 - Développement et application de nouvelles méthodologies pour l'optimisation des réseaux de mesures
 - Réseau Descartes de l'IRSN
 - Réseaux de la qualité de l'air pour la France et la Région Île de France



Domaine d'excellence du Cerea

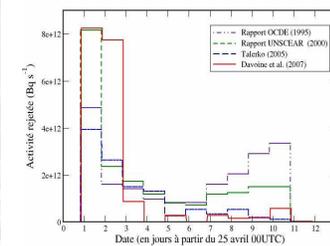
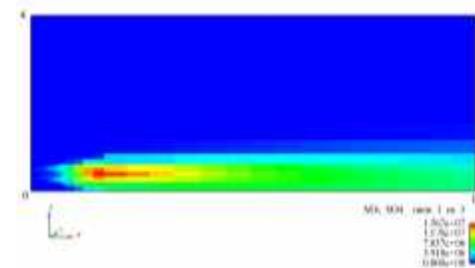
- Prédiction d'ensemble et assimilation de données pour la prévision
 - Expertise avec plusieurs techniques d'assimilation de données
 - Amélioration des prévisions avec pondération optimale des individus de l'ensemble



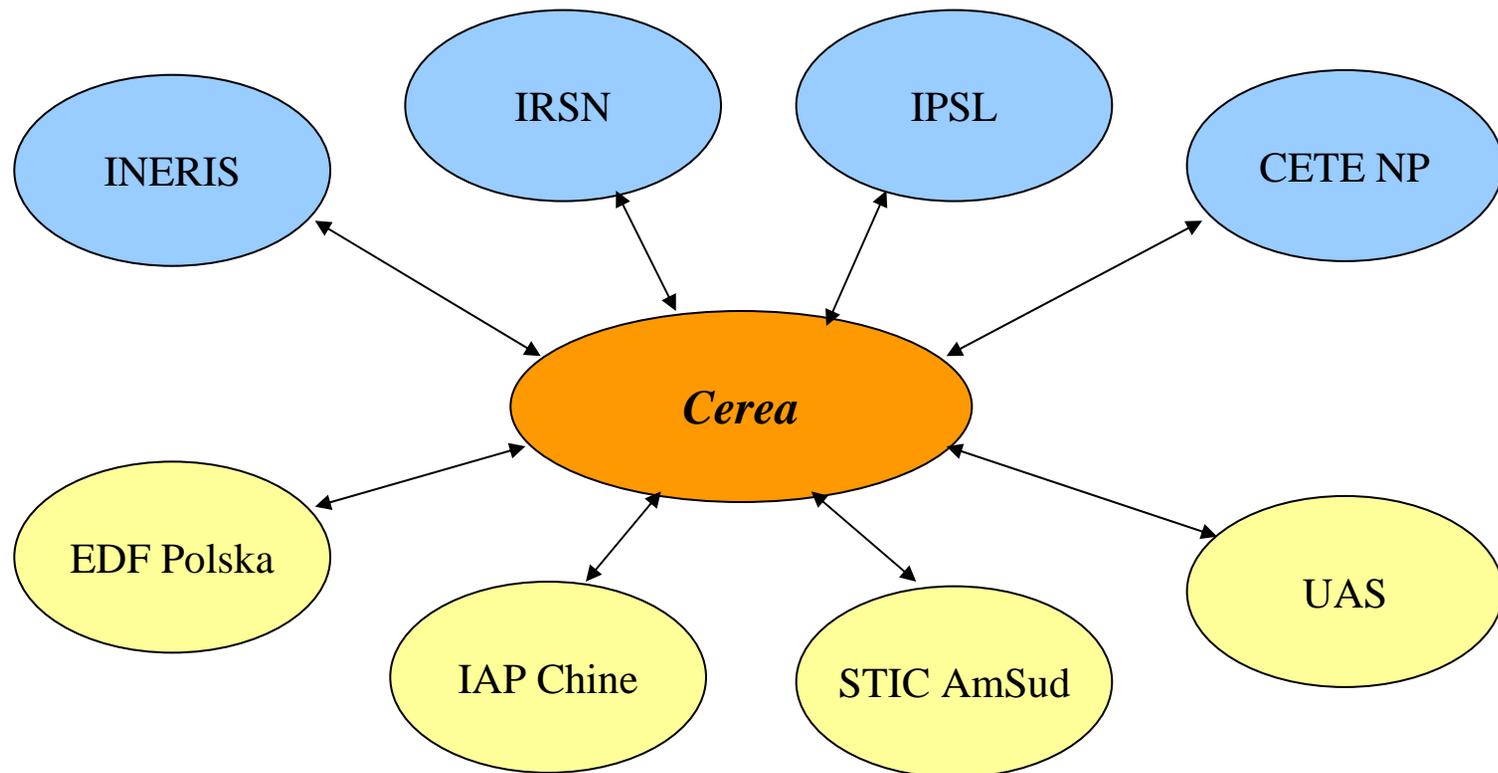
Synergies entre les axes de recherche

Deux exemples :

- Modélisation des particules ultrafines du trafic routier : incorporation du modèle d'aérosols dans le code Mercure_Saturne pour simuler les particules émises du pot d'échappement
- Modélisation inverse de l'accident de Tchernobyl : utilisation d'une méthode inverse avec un modèle de dispersion de Polyphemus



Partenariats



Participation dans les grands programmes de recherche

- En France
 - SIRTAs (IPSL)
 - INSU (contrats LEFE)
 - ANR
 - PRIMEQUAL
 - R2DS de l'Île de France
 - RST Air du MEEDDAT
- En Europe
 - HEIMTSA
 - EXIOPOL
 - COST
- En Asie
 - MICS Asia 2

Production scientifique

- > 50 publications dans des revues internationales avec comité de lecture (20 par an actuellement)
- 1 livre (*Pollution atmosphérique*)
- 13 thèses
- 3 HDR
- > 90 communications à des congrès et colloques
- 19 communications et séminaires invités
- > 200 rapports
- Deux systèmes de modélisation en logiciel libre
 - Mercure_Saturne
 - Polyphemus

Valorisation de la recherche

- Outils de modélisation du Cerea pour des études d'impact
 - Centrales thermiques à flamme d'EDF et d'EDF Polska
 - Centrales nucléaires d'EDF
 - Transports routiers (CETE Nord-Picardie, CETE Lyon)
- Polyphemus pour la prévision de la qualité de l'air (Pékin, Chili)
- Méthodes d'ensemble pour la prévision de la qualité de l'air (en essai à l'INERIS)

Valorisation de la recherche

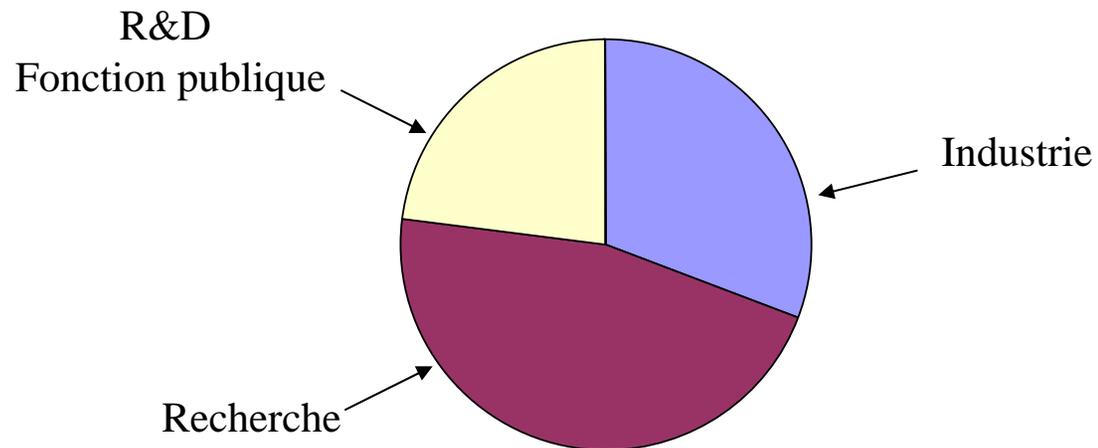
- Dispersion des radionucléides : la formulation des modèles du Cerea est utilisée à l'IRSN
- Méthodologie d'optimisation du réseau de surveillance pour les radionucléides utilisée par l'IRSN
- Modélisation de l'atmosphère pour les sites éoliens (EDF Énergies Nouvelles)

Enseignement

- Cours donnés à l'École des Ponts ParisTech, d'autres écoles d'ingénieurs (ENSTA, ENTPE, ESIEE, ESILV) et des Masters
- Cours donnés principalement en
 - Pollution atmosphérique
 - Mécanique des fluides
 - Assimilation de données et modélisation inverse
 - Algorithmique

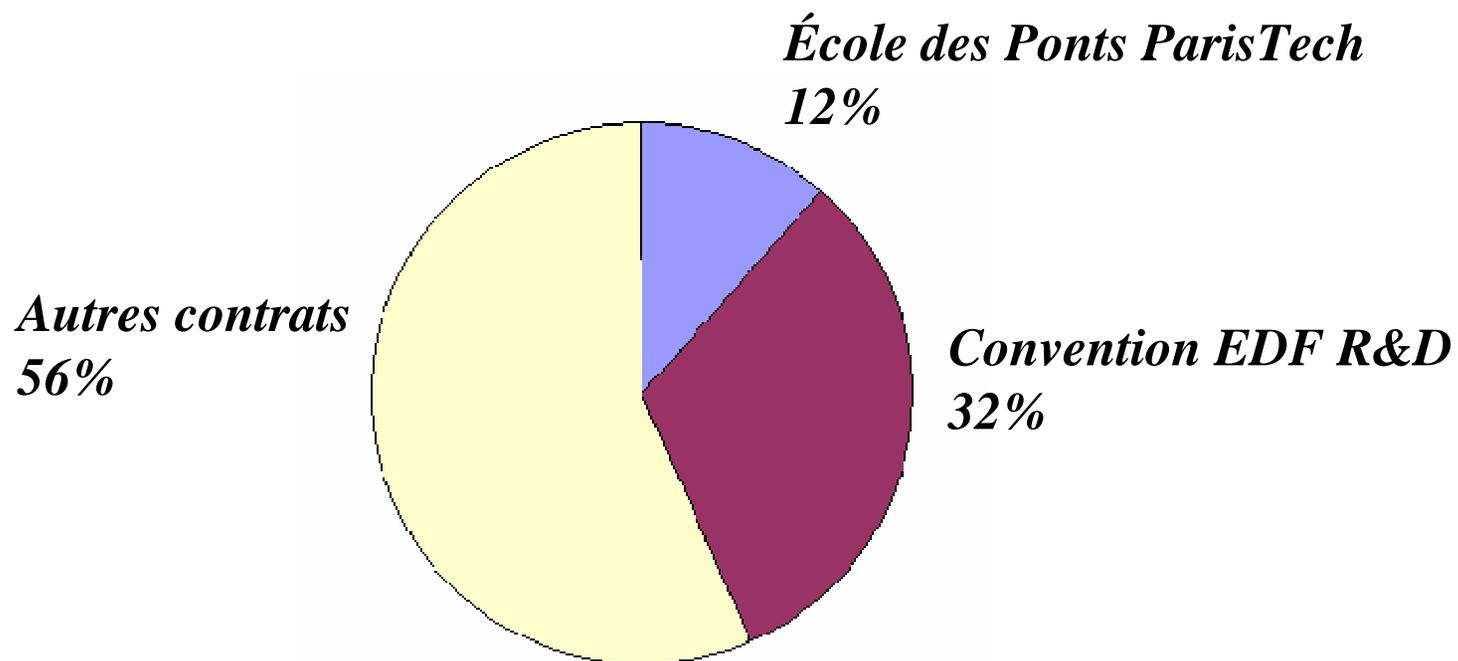
Devenir des diplômés du Cerea

- Tous les docteurs ont trouvé un poste assez rapidement
- 2 à 3 publications par thèse en moyenne (de 1 à 6)



Budget des recettes pour 2008

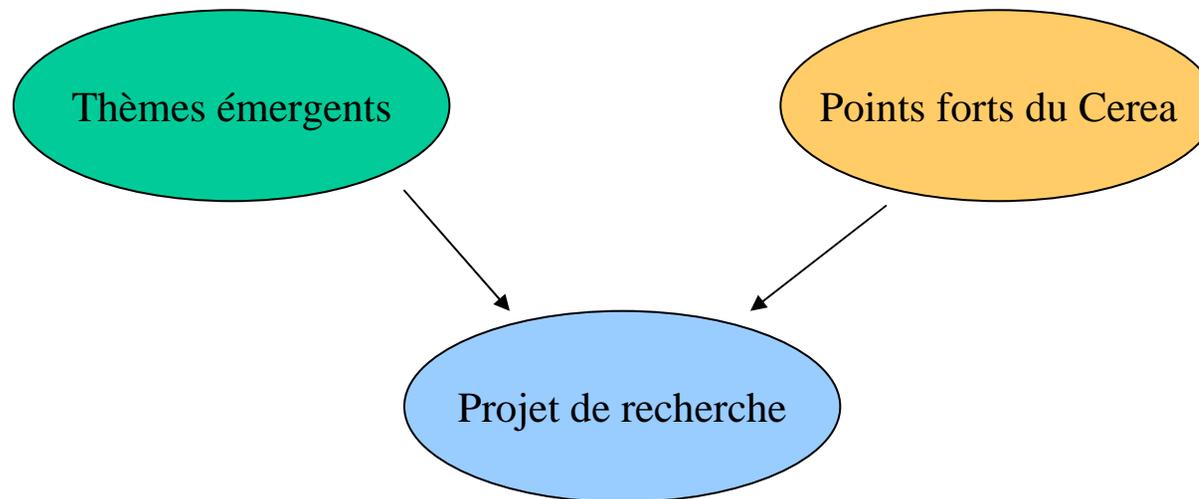
660 k€



Projet 2010-2013

Recherche

- Mettre l'accent sur les thèmes émergents importants pour lesquels le Cerea apporte une expertise forte



Projet 2010-2013

Ville durable

- Ville durable : Énergie et pollution
 - Échanges thermiques en milieu bâti (climat urbain)
 - Pollution atmosphérique en milieu bâti (interactions de la météorologie urbaine et des émissions)
 - Dispersion des polluants en milieu bâti, y compris modélisation inverse pour identifier un terme source
 - Dépôts atmosphériques sur les bassins versants

Projet 2010-2013

Transports et qualité de l'air

- Pollution de proximité du trafic routier
 - Modélisation en proximité de route : interactions des émissions avec la pollution de fond, effets des murs anti-bruits, etc.
 - “Nouveaux polluants” : particules ultra fines
 - Cartographie de l'exposition => études épidémiologiques

Projet 2010-2013

Énergie

- Énergie nucléaire
 - Détection des rejets accidentels : optimisation des réseaux de mesure, modélisation inverse multi-échelles
 - Modélisation multi-phasique des radionucléides
- Énergies nouvelles
 - Estimation des champs de vent et de turbulence en site éolien
 - Impact des biocarburants...

Projet 2010-2013

Du global au régional

- Interactions entre le climat et la qualité de l'air
 - Effet du changement climatique sur la qualité de l'air et les dépôts atmosphériques : formation des particules, dépôts de mercure...
 - Modélisation inverse multi-échelles du CO₂
- Valorisation des données satellitaires
 - Assimilation de données : prévision de la qualité de l'air, ré-analyse, modélisation inverse des émissions...

Projet 2010-2013

Partenariats

- Continuation des partenariats actuels (IRSN, INERIS, IPSL, etc.)
- Établissements de nouveaux liens avec divers laboratoires
 - Mesures chimiques
 - Modélisation
 - Autres disciplines : eau (LEESU), transports (LVMT, INRETS)
- Participation dans les grands programmes de recherche (ChArMeX, etc.)
- Relations internationales
 - Projets européens (GMES, etc.)
 - Amérique latine, Asie, Amérique du Nord, Afrique

Projet 2010-2013

Enseignement

- Implication accrue dans les Masters
 - SGE (Paris 7 & 12)
 - OACT (Paris 6)
 - Nucléaire (Paris 11, ParisTech et Centrale Paris)
- Augmentation des TDs (avec les outils du Cerea) dans les cours :
 - Pollution atmosphérique
 - Mécanique des fluides
 - Assimilation de données

Projet 2010-2013

Enjeux

- Maintenir la communication et la synergie entre les trois sites
- Maintenir la qualité de la recherche et de la formation
- Pérenniser le Cerea comme un centre de recherche en environnement atmosphérique de réputation internationale