

Approche systémique des échanges d'Energie et de matière, pour réduire la consommation d'énergie et de matières premières dans l'industrie



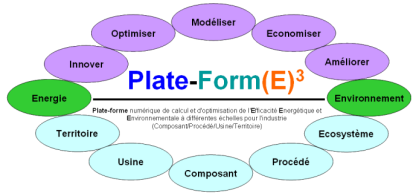
Les projets CERES2 et Plate-Form (E)3

Sandrine Pelloux Prayer (EDF R&D) , [Eric Lemaire](#) (IFP Energies Nouvelles)

Fondation Tuck –IDEES
Groupe Economie circulaire et Energie

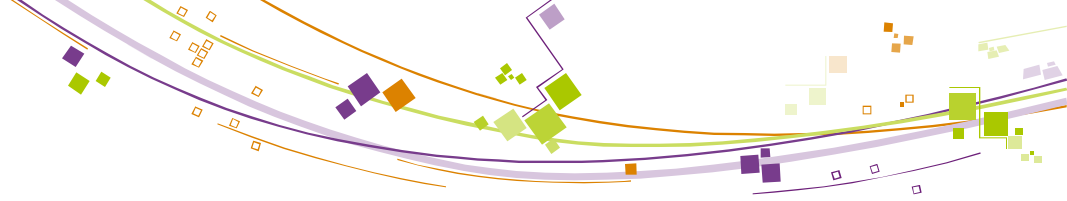
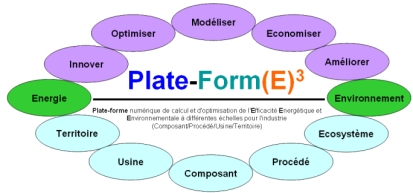
Château de Vert-Mont le 17 Mars





Plan de l'exposé

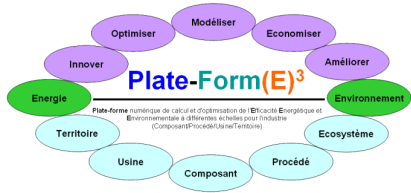
- **Contexte**
- **Etat de l'art des outils, plate-formes et autres initiatives**
 - Les fonctionnalités proposées
 - Conclusion
- **L'ambition du programme Plate-Form(E)3**
 - Genèse et objectifs du programme
 - Organisation et descriptif du programme
 - Le projet ANR SEED



Le contexte français

- **Gisement de chaleur perdue en France (2012-CEREN) 110 TWh :**
 - 60 TWh sont au dessus de 100 °C mais 50 TWh en dessous,
 - nécessité de technologies innovantes pour utiliser les chaleurs basses températures (Projet ValenThin par exemple)
- **Les objectifs de la France :**
 - réduction émissions CO₂ facteur 4 en 2050
 - réduction facture énergétique → amélioration compétitivité
 - réduction de la part du nucléaire à 50 % en 2025
- **3 Scenarii énergétiques proposés par l'ANCRE (avril 2013)**
 - « Sobriété renforcée »
 - « Décarbonisation par l'électricité »
 - « Vecteurs diversifiés »
- **Pour tous, l'Efficacité Energétique est un point majeur, ANCRE base les scenarii sur 85 % des gisements industriels utilisés.**

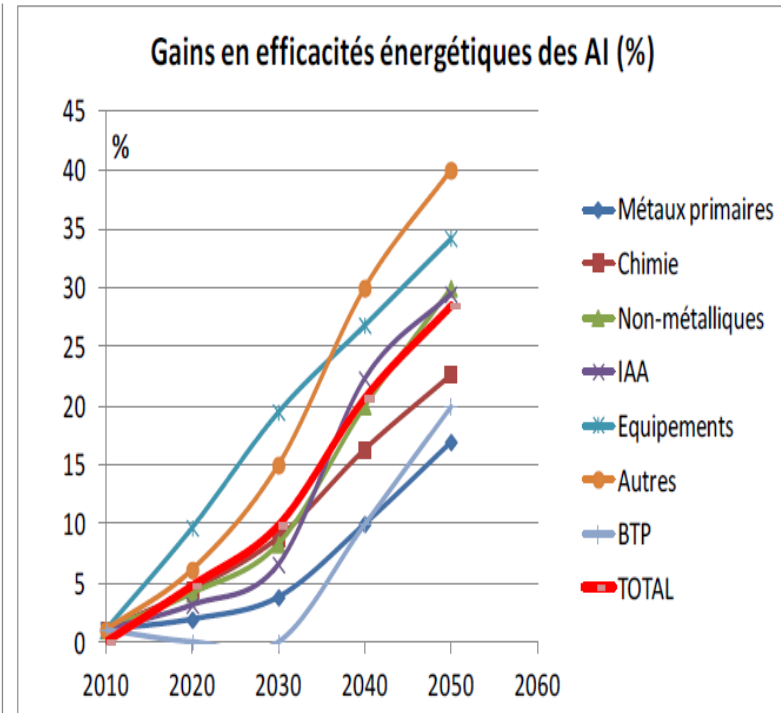
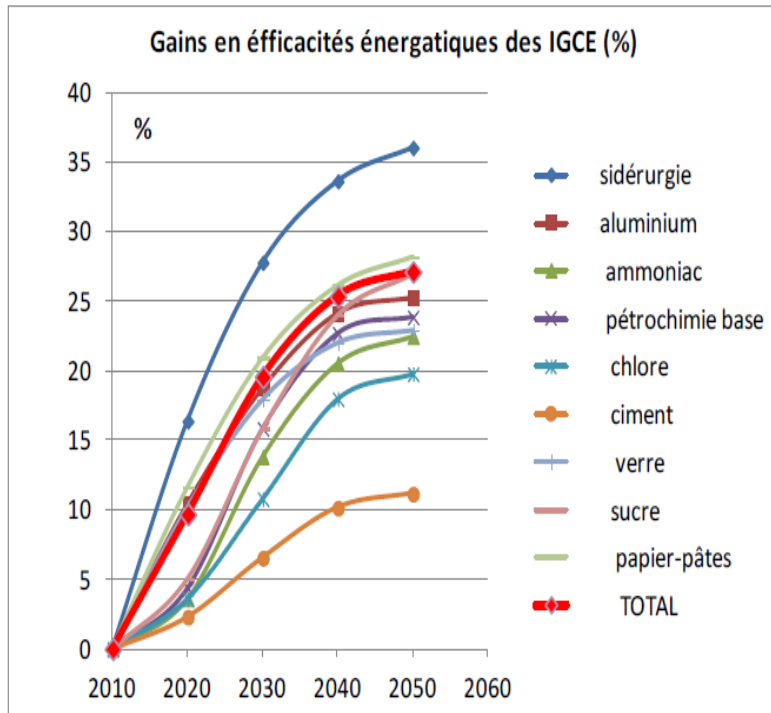
Source : <http://www.allianceenergie.fr>



Gain en efficacités énergétiques des industries

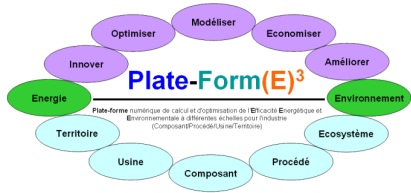
IGCE (Exemples scénarios SOB)

AI



Source : <http://www.allianceenergie.fr>, scénarii ANCRE , Avril 2013

Amélioration plus forte et plus rapide pour les Industries Grandes Consommatrices d'Énergie (IGCE) car hausse de la compétitivité induite

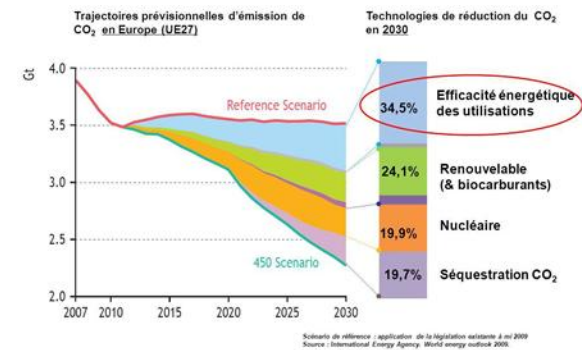


Le contexte européen et mondial

■ Ici encore, les progrès sur l'efficacité énergétique jouent le rôle prépondérant dans le scénario pour la réduction des émissions de CO₂ européen

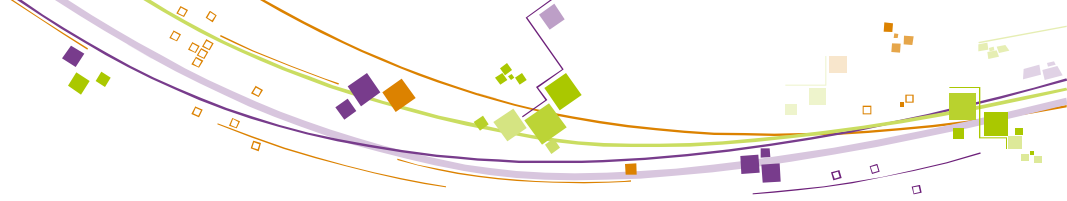
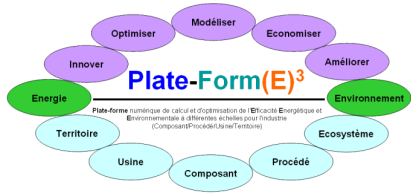
■ Le Plan Climat Energie européen fixe les objectifs du « 3x20 » :

- Réduction de 20 % des consommations d'énergie,
- Réduction de 20 % des émissions de GES,
- Augmentation de 20 % de la part des énergies renouvelables



■ Dans le monde (données issues de l'Agence Internationale de l'énergie) :

- De 2010 à 2050 doublement demande en énergie globale (dont la moitié uniquement pour la Chine et pour l'Inde)
- Les énergies renouvelables représenteront 22% du mix énergétique
- Plus 76 % sur la demande en électricité entre 2007 et 2050
- Hausse prévisible des émissions de CO₂ : 43 % en 2030
- Mais il faudrait diviser par 2 les émissions de CO₂ pour tenir l'objectif des 2°C
 - Depuis 1900 : rapport GIEC 2007 + 0.7 °C
 - rapport GIEC 2013 + 0.9 °C

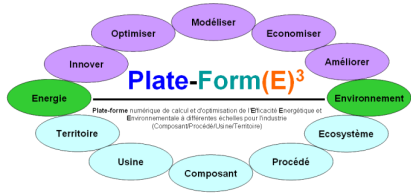


Conclusion sur ces éléments de contexte

- L'efficacité énergétique axe majeur et incontestable pour :
 - respecter les objectifs « CO₂ » annoncés
 - pour améliorer la compétitivité des industriels
 - pour réduire la dépendance énergétique
- Très forte tension sur les matières : nécessité d'optimiser leur usage
- Des besoins en nouvelles technologies pour récupérer les gisements importants de chaleur non utilisés et améliorer la récupération sur les autres flux
 - mais cela implique des investissements importants : il faut les calculer
 - des besoins pour évaluer l'impact de ces technologies sur les systèmes (flexibilité, maintenance, ...)
- Par ailleurs cela devra se faire tout en préservant la compétitivité et l'environnement



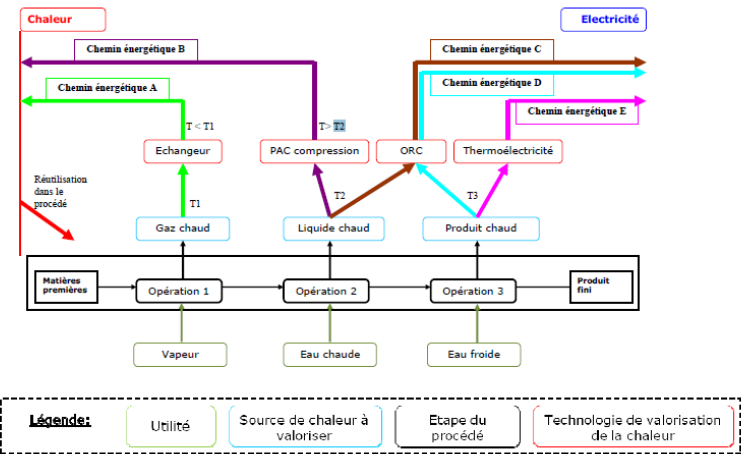
De quoi dispose-t-on pour aider à cette transition ?



Etat de l'art des plate-formes existantes

■ CERES (porté par le CEP Mines ParisTech)

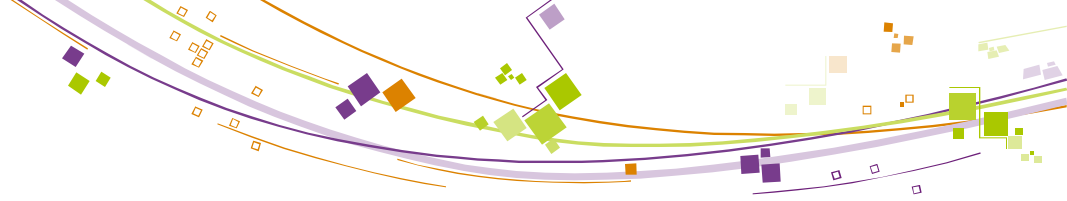
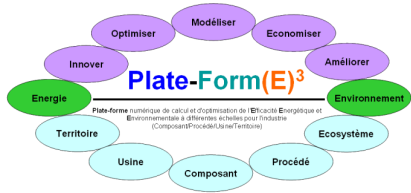
- Développement sous Modelica
- Outil open source
- Utilisé dans le projet ANR CERES2
- Echelle composant et procédé
- Optimisation énergétique et économique



■ Outil Osmose (porté par le LENI – EPFL)

- Outil Belsim-Vali
- Connexion avec LCA (Eco-Invent)
- Travaux à échelle territoire/procédé
- Optimisation énergétique et économique





Etat de l'art des plate-formes/outils de simulation existants

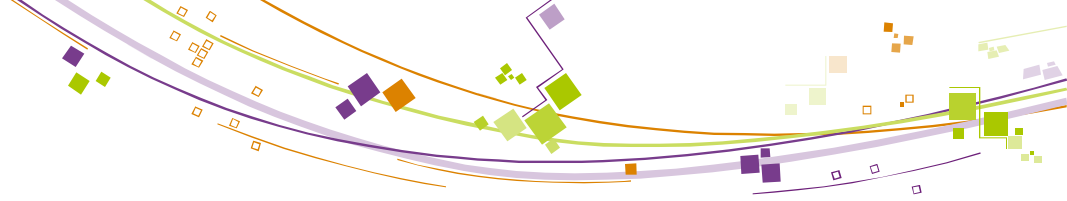
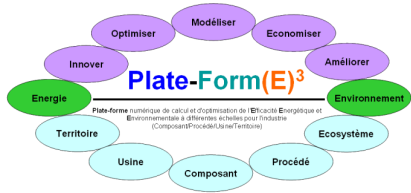
■ Autres outils

- **EINSTEIN** (outil Open source – participation centre Tudor (Luxembourg))
 - Audit énergétique Bâtiment et Tertiaire
 - Etendu vers les industries (version II)
- **Outil INTEGRATION** (porté par Canmet Energie –Canada)
 - Intégration énergétique des systèmes
- **Sprint** (porté par l'université de Manchester)
 - Intégration énergétique de réseau d'utilités
- **Presteo** (société Système Durable)
 - Outil et conseil pour la recherche de synergie des territoires
- **Maquette numérique urbaine** (Centre Scienti. et Tech. du Batiment)
 - Multi échelle, aspect GIS poussé
 - Domaine du bâtiment



■ Outils de simulation

- **Suite AspenTech - Hysys**
 - Intégration méthode Pinch et Exergie
 - Modèle économique possible
- **PROII**
 - Prise en compte de l'Exergie
- **Prosim**
 - Etude énergétique / Pinch / Exergie (Projet COOPERE-2)

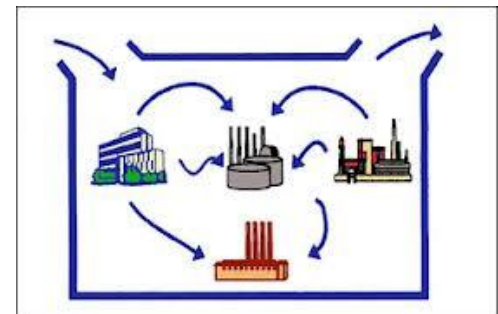


Synthèse sur les outils et compétences existants

- Des fortes connaissances dans le milieu académique et universitaire
- Des projets et des équipes travaillant sur le domaine
- Des outils commerciaux déjà bien présents
 - pour la modélisation des échelles procédé et composant
 - mais moins structurés à l'échelle territoire
 - n'intègrent pas fréquemment les nouveaux composants technologiques développés pour améliorer l'efficacité énergétique
- Des industries très diverses et utilisant des outils de modélisation tous différents
- Pas d'outil commercial intégrant tous les aspects énergétiques, économiques et environnementaux



La proposition faite par le programme Plate-Form(E)3



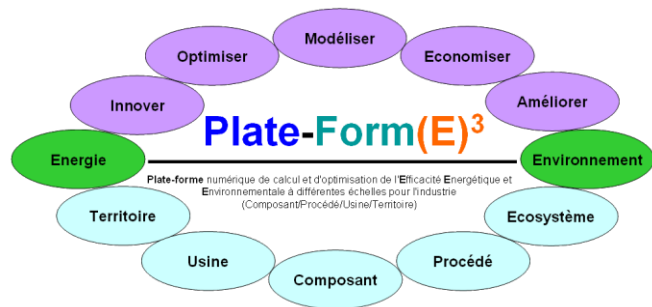
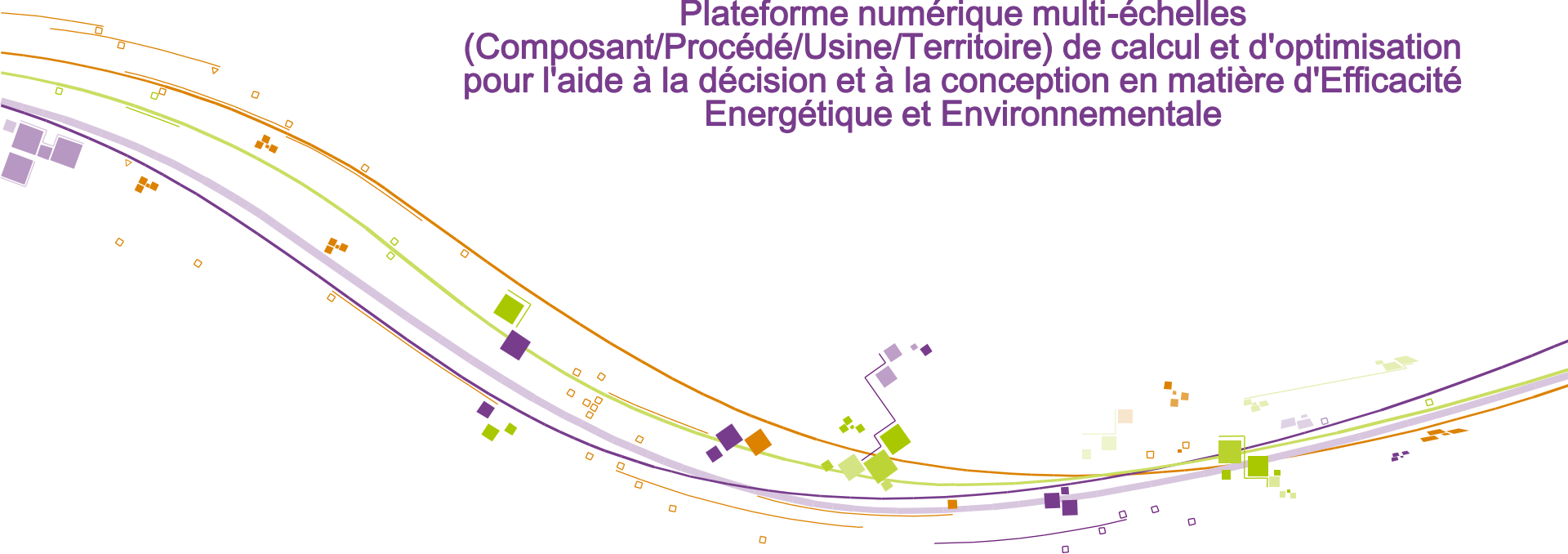
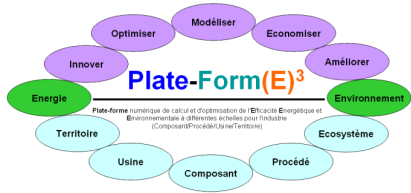


Plate-Form(E) 3

Plateforme numérique multi-échelles
 (Composant/Procédé/Usine/Territoire) de calcul et d'optimisation
 pour l'aide à la décision et à la conception en matière d'Efficacité
 Energétique et Environnementale



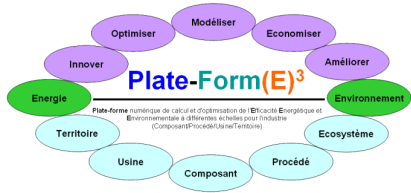


Genèse du programme

- Le programme vient répondre à un manque identifié lors de la réflexion menée au sein du GP8 ANCRE (sur l'Efficacité Energétique des industries)
 - *"répondre à un triple besoin : évaluer les flux d'énergie et de matière, évaluer l'apport d'un composant amélioré ou d'une rupture technologie sur l'efficacité énergétique d'un procédé ou d'une usine, et enfin disposer d'un référentiel partagé entre tous les acteurs (académiques, industriels, collectivités, etc.)...«*

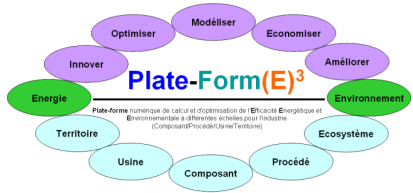


- IFPEN a donc pris la décision de porter le montage d'un programme
- Ce programme prendra du temps et nous souhaitons y associer le plus d'acteurs possible : "club" qui suit les actions du projet
- La première étape en est un projet ANR SEED qui vient de démarrer



Objectif du programme PFE3

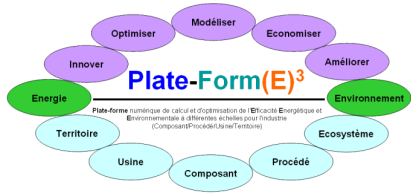
- Le programme vise à contribuer l'efficacité énergétique et environnementale de l'industrie et des territoires
- Il se matérialisera par un outil numérique d'aide à la conception et à la décision basée sur la notion cout/bénéfice
 - Les couts et les bénéfices pouvant être économiques et environnementaux
 - L'outil pouvant être utilisé en simulation "simple" ou à l'aide d'une approche d'optimisation multicritère
- L'outil prendra la forme d'une plateforme numérique à différentes échelles (composant-procédé-usine-territoire) d'optimisation de l'efficacité énergétique et environnementale pour l'industrie
- Pour ce faire l'outil développé :
 - traitera l'optimisation à toutes les échelles du macro jusqu'au micro, du territoire jusqu'au composant,
 - prendra en compte la notion de la dynamique des phénomènes,
 - sera évolutif et permettra l'intégration de nouvelles technologies ou d'évolution de technologies existantes.



Le programme

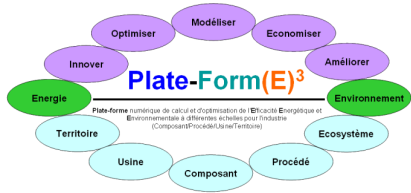
■ Cette plateforme permettra :

- A l'échelle MICRO, la représentation de composants énergétiques (de base ou en rupture) et la simulation de leur impact/performance au niveau du procédé (en stationnaire mais également en dynamique)
- A l'échelle MESO, l'optimisation énergétique et environnementale des procédés mais aussi de l'usine par la prise en compte des interactions entre les procédés
 - Cas d'exemple concret dans le prototype
- A l'échelle MACRO, la réflexion sur un territoire des interactions possibles entre les différents acteurs industriels (ou non), l'étude de la valorisation inter-sites de flux (matière ou énergie), l'analyse des valorisations possibles par l'implantation de nouveaux utilisateurs ou par le développement de nouvelles infrastructures
 - Cas d'exemple concret dans le prototype



Structuration de ce programme

- Le programme s'articulera de la façon suivante :
 - Une première phase d'état des lieux, de définition du cahier des charges et de réalisation d'un prototype (Périmètre du projet ANR)
 - Une seconde phase de réalisation et de déploiement de l'outil
 - Cette phase se fera au travers de différents projets qui cibleront une ou plusieurs échelles
 - Le traitement de cas concrets d'application permettra le déploiement et l'amélioration de l'outil
 - La cohérence de l'ensemble sera garantie par le cahier des charges établi en phase ANR
 - Durant l'ensemble de la vie du programme le "club" permettra un maintien en contact avec les industriels ainsi que la préparation active des projets nécessaires au déploiement



Les participants possibles au club

■ Industriels



■ Ingénieries / équipementiers



■ Institutionnels

Rhône-Alpes Région

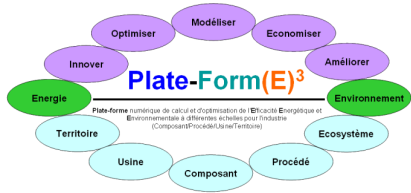
GRANDLYON communauté urbaine

■ Centre de recherche



VOUS ?

Contactez moi : Eric.lemaire@ifpen.fr



Le projet ANR



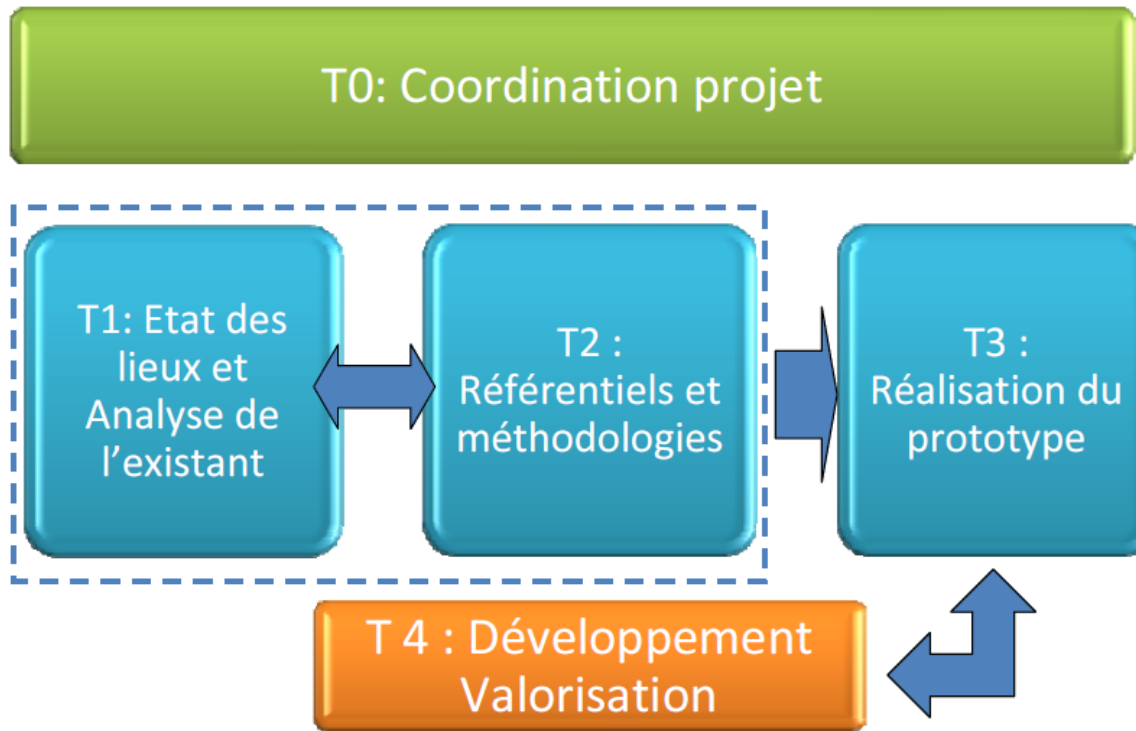
- Programme SEED 2012, démarrage janvier 2013
- Projet sur 30 mois
- Budget de 2,1 M€
- Correspond à la première phase du programme global
- Les partenaires sont :

- IFPEN
- LEMTA
- Fédération Charles Hermite
- CETIAT
- EDF (+ EPFL en sous-traitance)
- Armines CEP
- Ideel





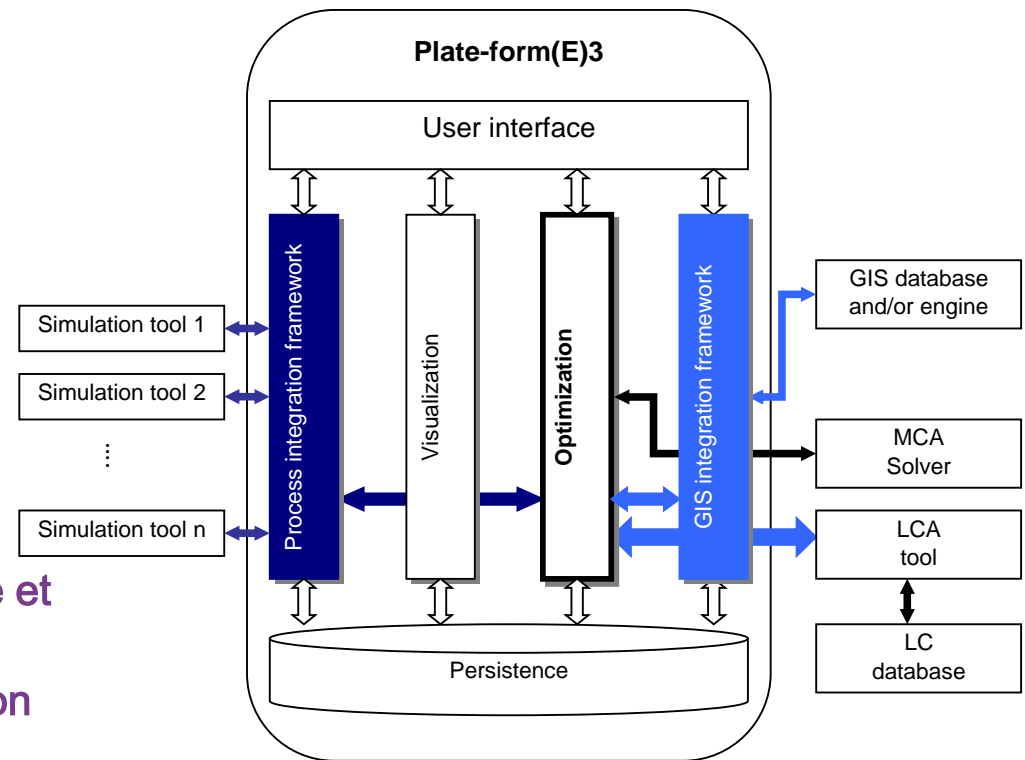
Le projet ANR : structuration générale





Le projet ANR : structure envisagée pour l'outil

- **L'outil permettra la connexion**
 - aux outils de simulations commerciaux
 - à des bases de données ACV
 - à des bases GIS
 - à des solveurs
- **Les développements devront permettre:**
 - d'établir ces connexions
 - de produire une interface d'entrée et de sortie
 - de définir les critères d'optimisation
 - d'assurer la persistance et la cohérence de l'ensemble

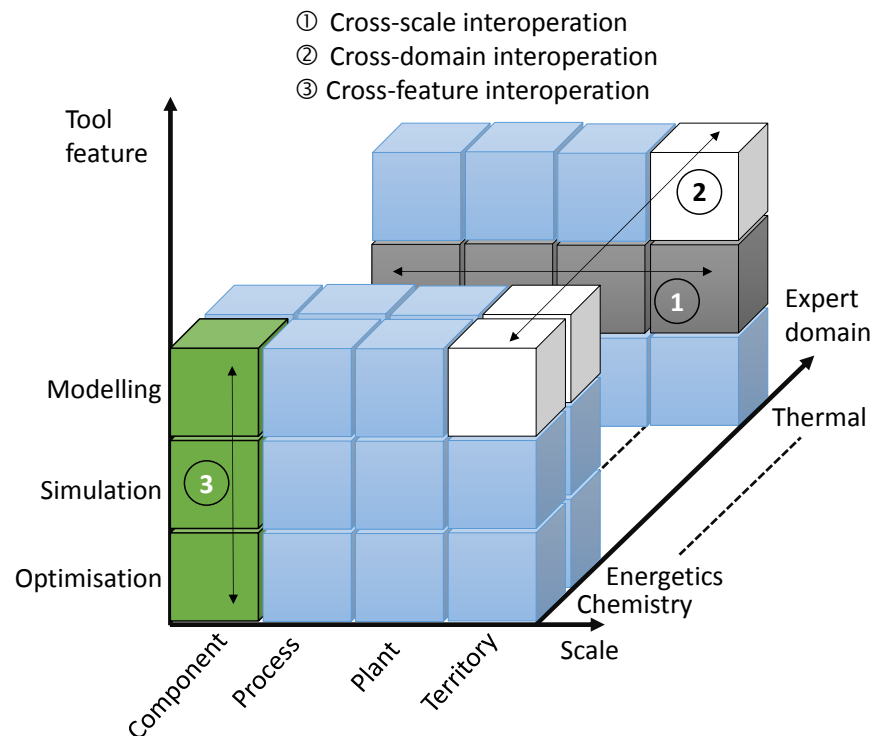


Alexis Aubry & al, « Livrable T1.3 »,
Projet ANR PFE3, Aout 2013

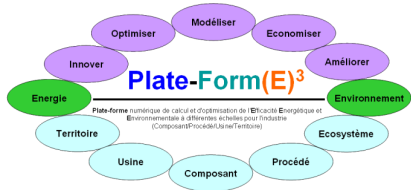
Le projet ANR : gestion de l'interopérabilité de la PlateForme

Un enjeu de la plateforme : gérer et assurer l'interopérabilité dans trois « dimensions » :

- la fonction du système : modéliser, simuler et optimiser
- l'échelle ou les échelles considérées : du composant au territoire
- les domaines scientifiques (chimie, énergie, génie chimique, ...)



Alexis Aubry & al, « A cross-scale models interoperability problem: the Plate-Form(E)3 project case study », 3rd industry Applications and Standard initiatives for Cooperative Information Systems for Interoperable Infrastructures, Sep 2013



Innover les énergies

www.ifpenergiesnouvelles.fr
Contact : eric.lemaire@ifpen.fr