



envirôbât
OCCITANIE

LMDC
Toulouse - Tarbes

AD'OC
Région Occitanie
Agence de Développement Économique

BtoBuild



*Le rendez-vous business et innovation
du secteur du bâtiment durable !*

Présentation
du LMDC

Laboratoire **M**atériaux et
Durabilité des **C**onstrutions

Martin Cyr

Professeur, directeur-adjoint

15 novembre 2022

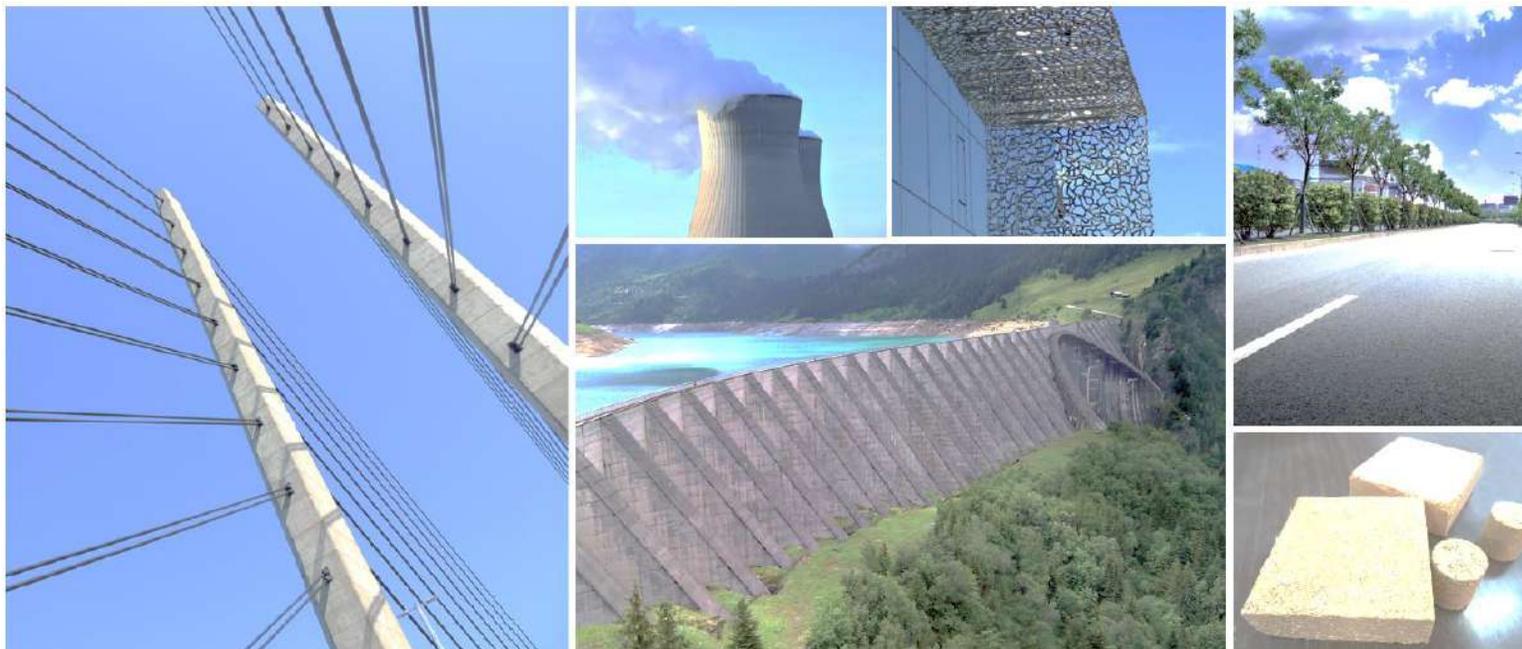
INSA
TOULOUSE



UNIVERSITÉ
TOULOUSE III
PAUL SABATIER



INSTITUT
CARNOT
MECD



LMDC, Laboratoire Matériaux et Durabilité des Constructions

• Directeur :
J.P. Balayssac

• Directeurs adjoints :
A. Bertron
M. Cyr

LMDC
Toulouse - Terres

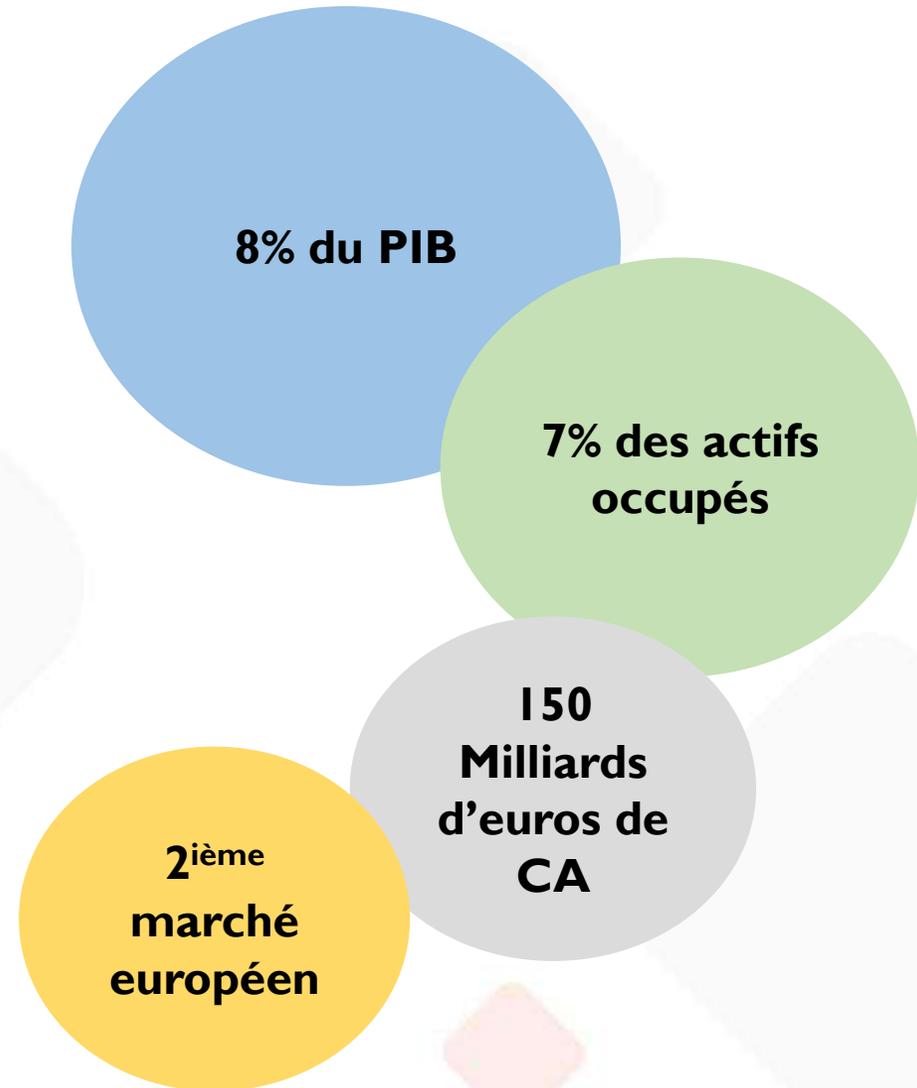
INSA de Toulouse

Tel: +33 (0)5 61 55 99 16
Fax: +33 (0)5 61 55 99 49
lmdc@insa-toulouse.fr



Éléments de contexte

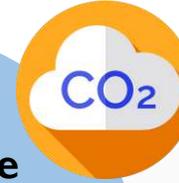
Secteur de la construction en France
→ chiffres clés



Impact sociétal

(énergie, environnement, risques)
du secteur de la construction

→ chiffres clés



Gaz à effets de serre : 5% issus de la seule production de ciment



Energie : 40% consommée dans l'habitat



Sûreté : 55 réacteurs nucléaires, 450 barrages



Déchets : 50% dans la construction



Le Génie Civil à l'Université de Toulouse

Site de
Toulouse
50 EC
~ 3500 m²



Site de
Tarbes
3 EC
~ 500 m²



1 Master
3 parcours (Génie
Civil et Habitat)
2 Ecoles d'ingénieur
2 IUT



1200 étudiants
15 cursus

53 EC
16 BIATSS
59 PhD
10 post-docs

LMDC : plus
gros laboratoire
universitaire
français de GC



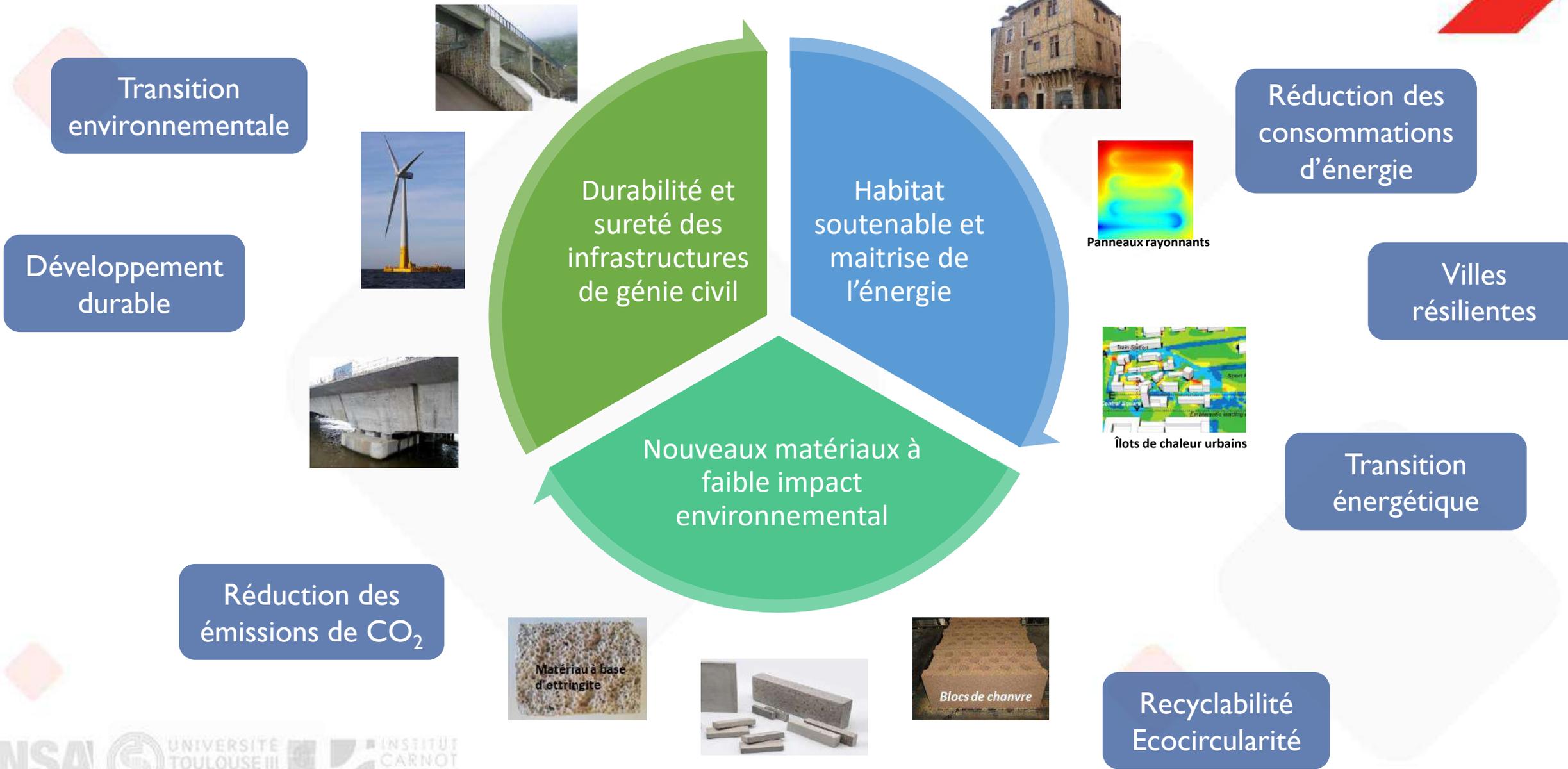
Conditions
favorables au
développement
de la recherche



La recherche au LMDC



Orientations stratégiques de la recherche



Objets de la
recherche

Matériaux

Nouveaux bétons : BAF, bas-pH, BFUP, etc



Blocs de chanvre



Matériau à base
d'ettringite



Blocs géopolymères



Terre crue

Moyens pour la
recherche



MEB-EDS



DRX



Spectroscopie IR



Four haute température

Approche multi-échelle (de la nanostructure au bâti)
Approche multi-physique (chimique, physique, biologique, mécanique, environnementale, couplages)

Pôle Matériaux Multiphasiques innovants J.E. Aubert

Julie HOT

Qualité de l'air
intérieur

▪ Microstructure et interactions physico-chimiques de matériaux constitués de phases minérales et organiques

- Liants biosourcés/organiques, bétons végétaux, matériaux de construction en terre crue
- Liants bas-CO₂ (géopolymères, liants alcali-activés, bélitiques, de verre ou sursulfatés, ...)
- Revalorisation des déchets, recyclage, économie circulaire



▪ Comportement hygrothermique et thermochimie de matériaux multiphasiques

- Etude des transferts couplés d'humidité et de chaleur dans les matériaux hétérogènes
- Approche multi-échelle des transferts (expérimentation et modélisation)
- Développement de matériaux pour le stockage thermochimique d'énergie basse température



▪ Comportement rhéologique et mécanique multi-échelle de matériaux multiphasiques

- Compréhension des relations entre la formulation et la rhéologie à l'état frais des matériaux
- Comportement mécanique et rhéologique des matériaux à l'état durci
- Tenue mécanique des matériaux sous sollicitations environnementales couplées



Objets de la recherche

Moyens pour la recherche

Matériaux

Nouveaux bétons : BAF, bas-pH, BFUP, etc



Blocs de chanvre



Matériau à base d'ettringite



Blocs géopolymères



Terre crue



MEB-EDS



DRX



Spectroscopie IR



Four haute température

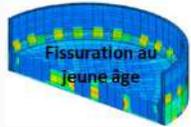
Durabilité



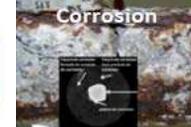
Alcali-réaction



Biodégradation



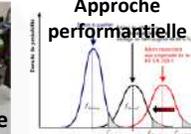
Fissuration au jeune âge



Corrosion



Transferts de masse



Conductivimètre thermique



Enceintes climatiques



Porosmètre à mercure



Dynamique pour Sorption

Approche multi-échelle (de la nanostructure au bâti)

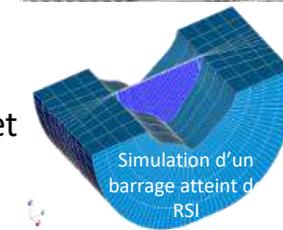
Approche multi-physique (chimique, physique, biologique, mécanique, environnementale, couplages)

Alexandra
BERTRON

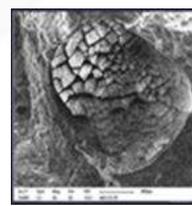
Environnements
agressifs chimiques
et/ou biologiques

Pôle réactivité, transferts et couplages pour la durabilité des matériaux et des ouvrages *L. Lacarrière*

- **Réactivité des matériaux en environnement physico-chimique complexe**
 - Processus de dégradation exogènes : lixiviation, carbonatation, RSE, attaque acide, bio-détérioration, gel-dégel...
 - Processus de dégradation endogènes (RSI, RAG)
 - Corrosion des armatures
- **Transferts de masse et de chaleur dans les milieux poreux réactifs**
 - Transfert multi-espèces en milieux poreux réactifs
 - Diffusion, migration ionique, perméabilité, capillarité, transferts couplés de masse et de chaleur
 - Impact de la fissuration, autocicatrisation
- **Couplages et comportement Thermo-Hydro-Chemo-Bio-Mécanique des matériaux et structures**
 - Couplages bio-chemo-mécaniques (hydratation, lixiviation, attaques biologiques...)
 - Comportement différé des bétons sous sollicitation TH
 - Poro-mécanique (réactions gonflantes), fissuration



Salle de Fluage du béton



Alcali réaction



Lixiviation



Retrait empêché (PN CEOS)

Objets de la recherche

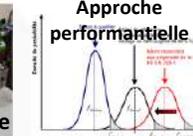
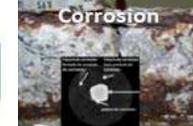
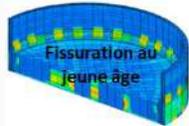
Moyens pour la recherche

Matériaux

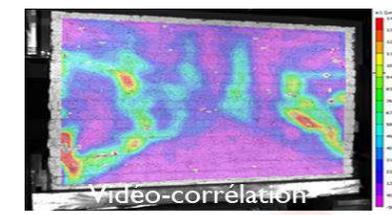
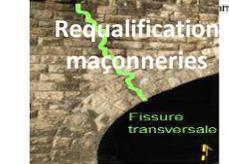
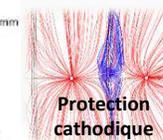
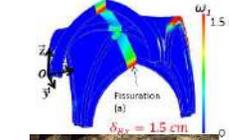
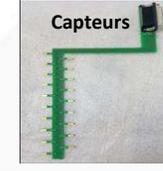
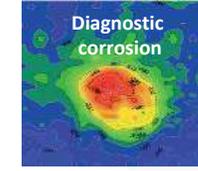
Nouveaux bétons : BAF, bas-pH, BFUP, etc



Durabilité



Bâti/environnement



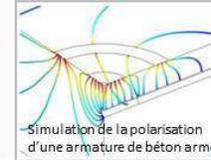
Approche multi-échelle (de la nanostructure au bâti)
Approche multi-physique (chimique, physique, biologique, mécanique, environnementale, couplages)

Pôle analyse et suivi du bâti dans son environnement

F. Duprat

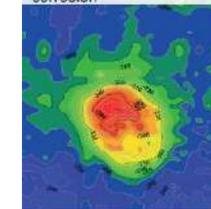
■ Contrôle non-destructif et surveillance des ouvrages

- Caractérisation indirecte l'état du béton par ondes acoustiques ou électromagnétiques
- Caractérisation de la corrosion des armatures par mesures électrochimiques
- Méta-modèle de dégradation et modélisation inverse
- Monitoring des structures pour la maintenance



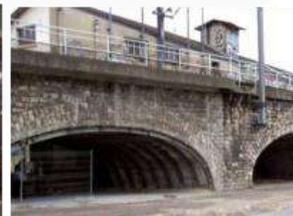
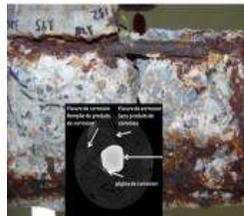
■ Requalification structurale en contexte incertain et optimisation de la maintenance

- Investigation sur les propriétés des matériaux et la géométrie des ouvrages
- Re-calcul des ouvrages dégradés
- Approche de la maintenance basée sur les risques

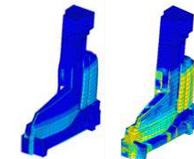


■ Requalification énergétique multi-échelle du bâti au quartier

- Caractérisation et performance de confort du bâti occupé
- Solutions de rénovation par des éco-matériaux
- Modélisation multi-échelle du comportement énergétique du bâti : de la paroi au bâtiment et au quartier



Simulation numérique d'une voûte à croisée d'ogive



Simulation EF de la dégradation d'un barrage atteint de RAG

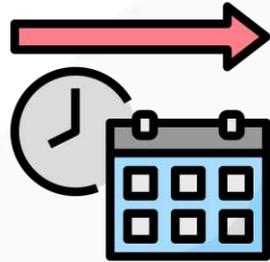
Stéphane
GINESTET

Energie et
bâtiment

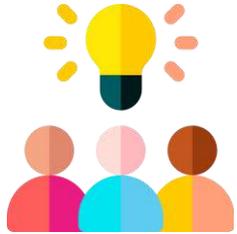
- Expérimental et numérique



- Expérimental et numérique
- De l'étude courte à l'étude longue



- Expérimental et numérique
- De l'étude courte à l'étude longue
- Collaborations et prestations



Développement et transfert de technologie
Partage de propriété intellectuelle

COLLABORATIONS RÉCENTES



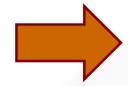
RELATIONS INDUSTRIELLES





EXIGENCE

Equipe commune EDF/LMDC
2018-2022

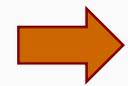


Problématiques liées aux ouvrages béton
Exemple d'actions communes en cours :
jumeaux numériques et démantèlement des sites nucléaires



ORISON

Equipe commune Ecocem/LMDC
2022-2027



Problématiques liées au bas-carbone
Exemple d'actions communes en cours :
développement de liants à faible impact env.

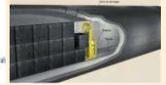


L2A

Chaire Industrielle
2018 - 2022



INSTITUT CARNOT MECD



Contrat Cadre (Labo référent)

2019 - 2021



Contrat Cadre

2019 - 2023



Contrat Cadre

2019 - 2027

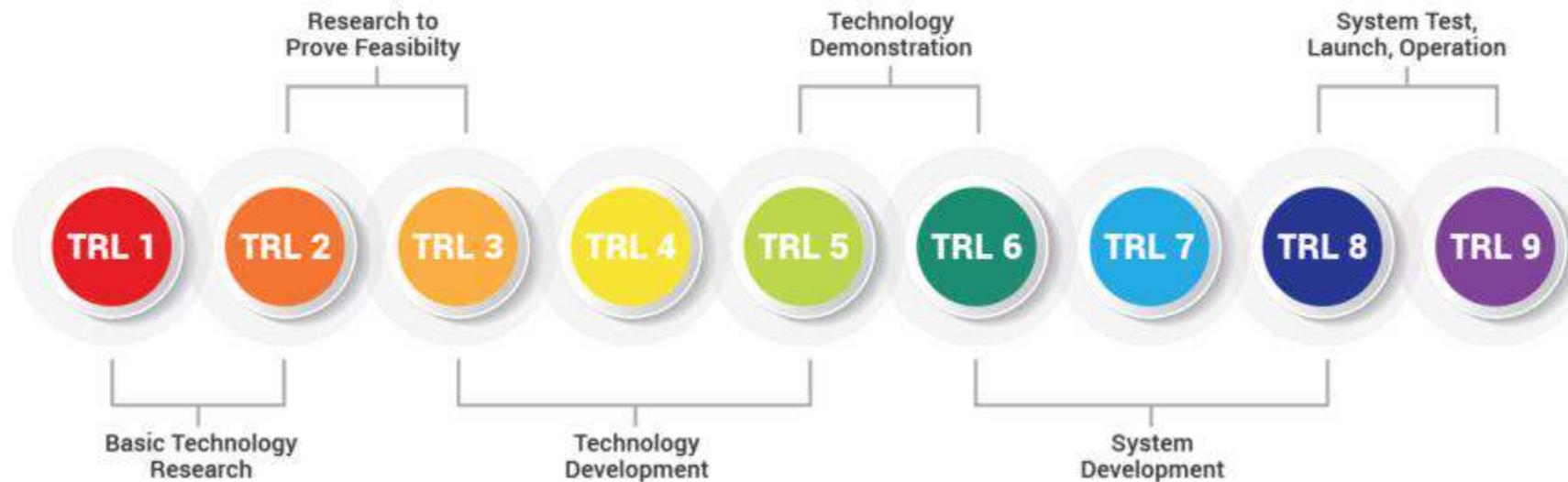


Plateforme FERMAT



Super calculateur CALMIP

- Expérimental et numérique
- De l'étude courte à l'étude longue
- Collaborations et prestations
- TRL faible à élevé

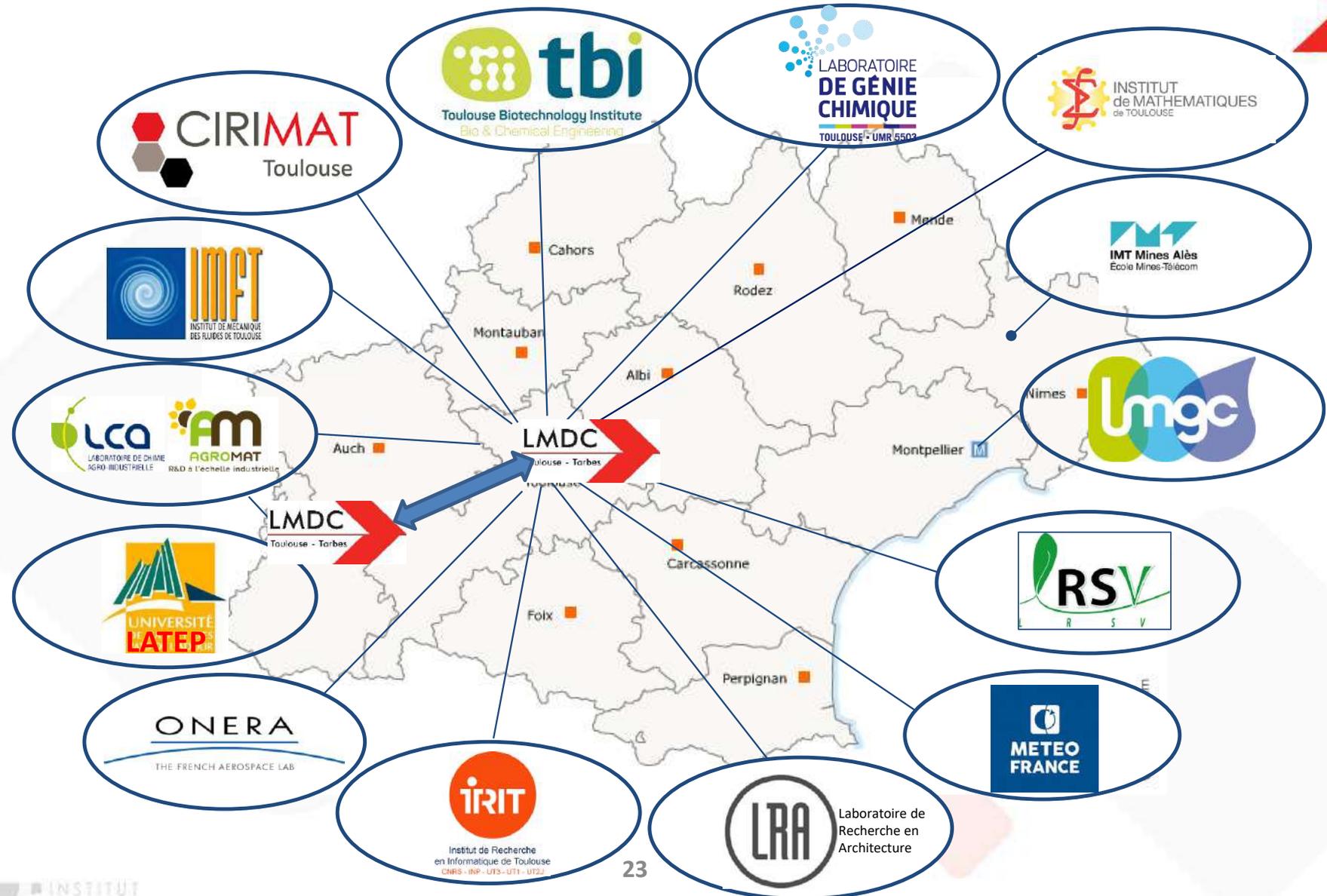


- Expérimental et numérique
- De l'étude courte à l'étude longue
- Collaborations et prestations
- TRL faible à élevé
- Compétences internes ou en association externe



Collaborations académiques

LOCALES RÉGIONALES



Julie HOT

Qualité de l'air
intérieur

Alexandra
BERTRON

Environnements
agressifs chimiques
et/ou biologiques

Stéphane
GINESTET

Energie et
bâtiment

Pierre
MORENON

Division Transfert