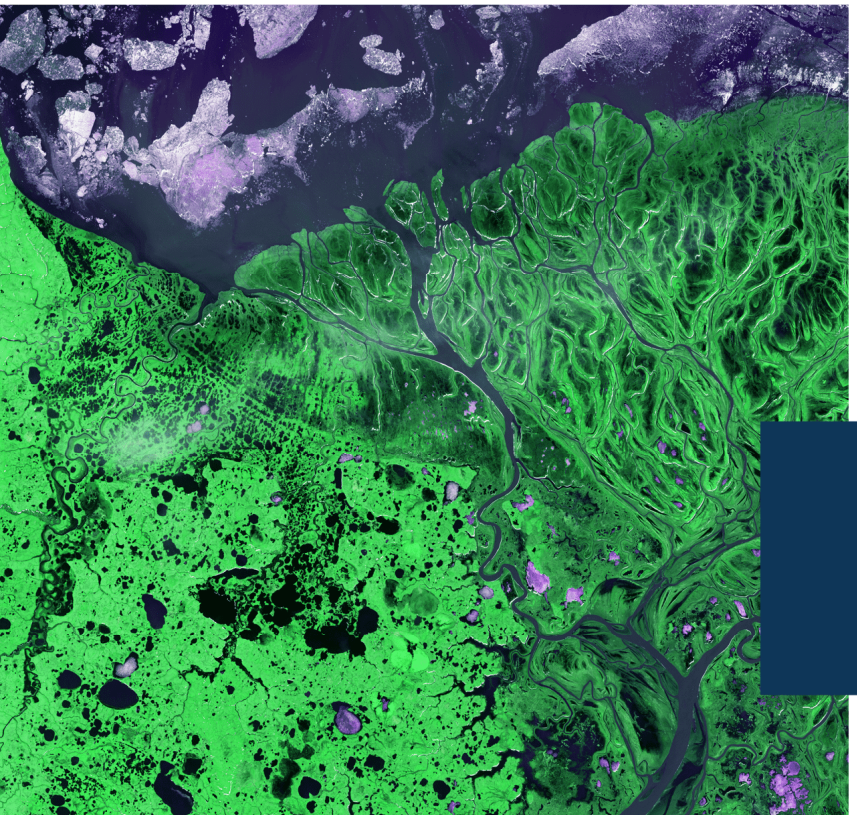
MINES PARIS | PSL | TTI.5° The Transition Institute



# The Transition Institute 1.5

L'ambition d'une véritable transition

## ECOCONCEPTION DES BÂTIMENTS ET DES QUARTIERS

21 MARS 2023 - CHARLOTTE ROUX (CES)

## ECOCONCEPTION : DÉFINITION

- Prendre en compte les aspects environnementaux dans la conception
- Préservation des ressources (énergie, eau, matériaux, sol),
- Protection des écosystèmes, au niveau planétaire (climat, ozone), régional (forêts, rivières…), local (déchets ultimes, qualité de l'air…)
- Liens environnement-santé

## LA CONTRIBUTION DU SECTEUR DU BÂTIMENT

- 45% de la consommation d'énergie en France
- Consommation d'eau : 165 litres/personne/jour, 25% du total net
- Utilisation de ressources naturelles (granulats, bois tropicaux…) : jusqu'à plus d'une tonne par $m^2$ construit
- Occupation des sols (5% artificialisé), atteintes aux paysages…
- Production de déchets :
  - construction et démolition : 40 millions de tonnes / an
  - ménagers : 28 millions de tonnes / an (1,2 kg/ha/jour)
  - 40% des déchets radioactifs
- Pollution de l'eau (eaux usées, écotoxicité, nappes phréatiques)

*(sources ADEME, SOES)*

## OBJECTIFS SCIENTIFIQUES

- Évaluation environnementale systémique et multicritère de différentes variantes de conception de bâtiments et de quartiers
  - Définir un périmètre d'étude optimal pour éviter le déplacement d'impact dans le temps ou l'espace
  - Gestion du multicritère pour intégrer différentes thématiques environnementales
  - Développer des approches conséquentielles adaptées à l'échelle du projet urbain
  - Prendre en compte les contraintes nationales ou territoriales (tension sur le système électrique, aménités locales)
  - Tenir compte de la longue durée de vie des ensembles bâtis
  - Optimiser la conception au regard des enjeux environnementaux
  - Évaluer la robustesse des résultats en conservant des temps de calculs raisonnables : analyse d'incertitude, analyse de sensibilité, optimisation robuste

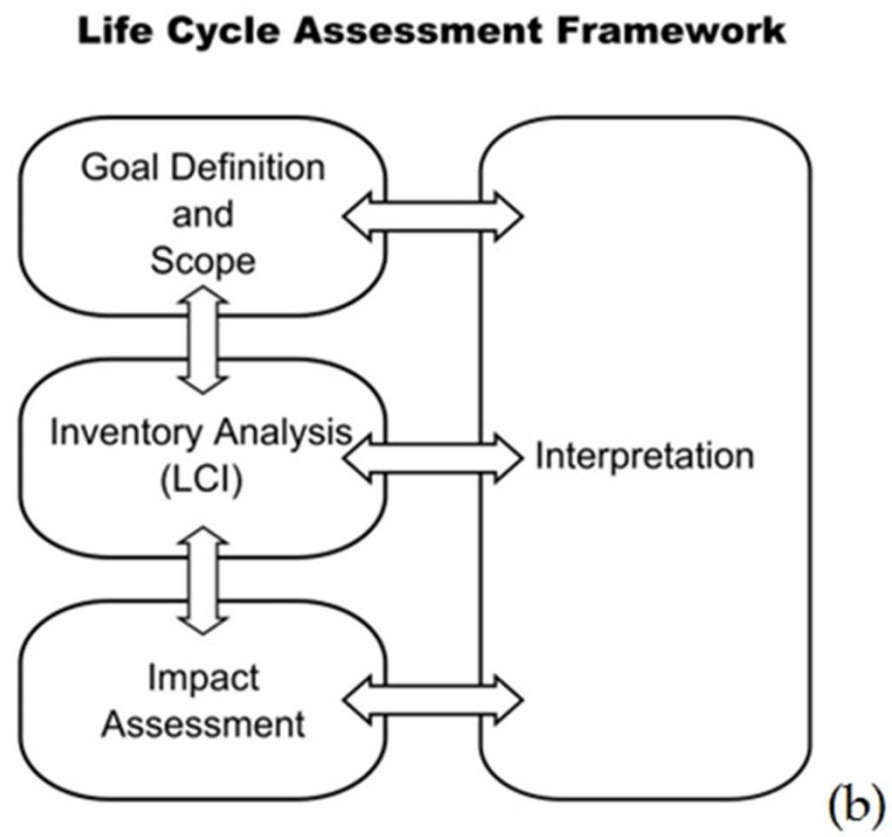
## ANALYSE DU CYCLE DE VIE

- Méthode d'Evaluation environnementale
- Périmètre fonctionnel
- Quantifiée
- Multi-étape
- Multicritère

- Eviter les transferts d'impacts

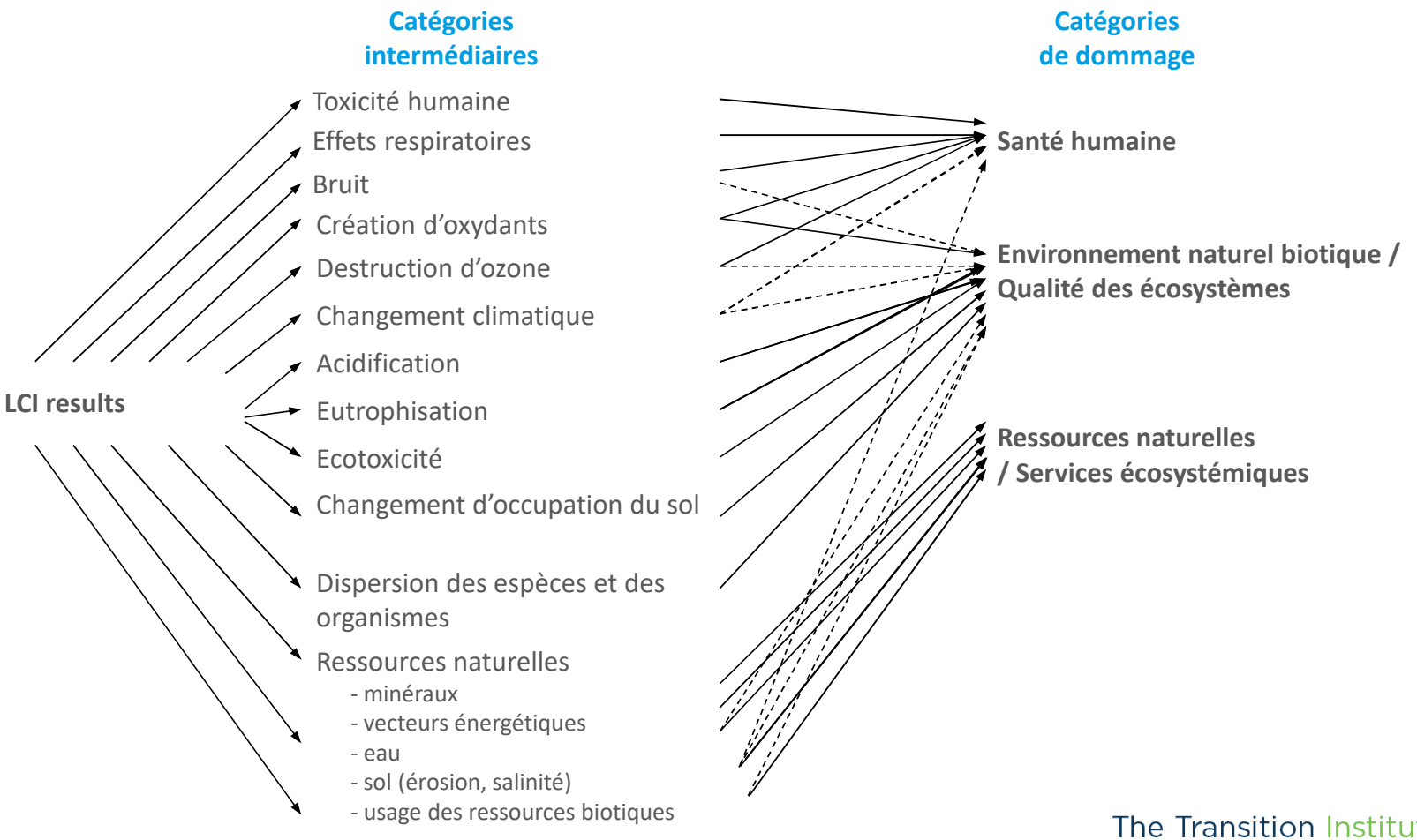
*Leanature.com*

# ANALYSE DU CYCLE DE VIE : MÉTHODE

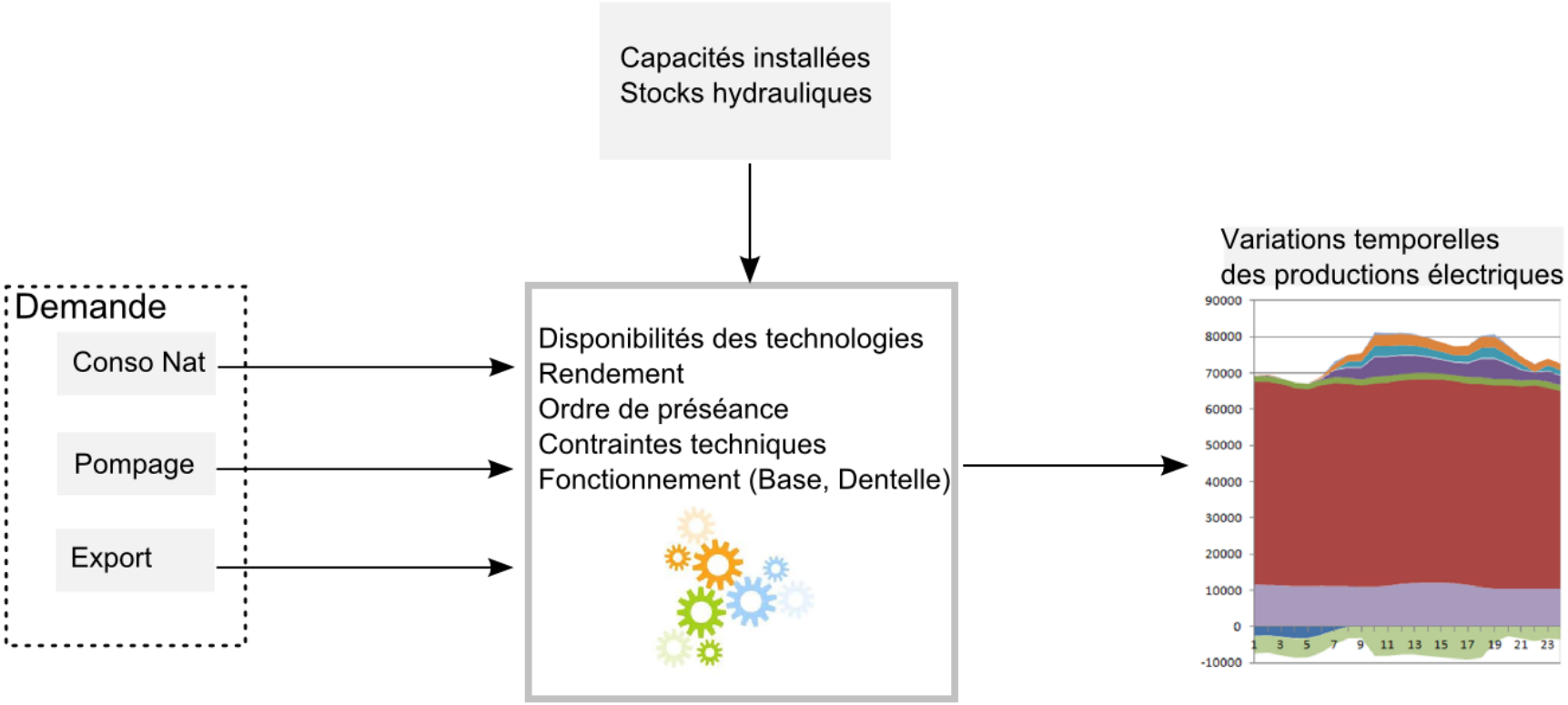



1. Définir le(s) objectif(s) de l'étude, le système concerné et ses frontières, l'unité fonctionnelle, hypothèses système (durée de vie), le public destinataire…
2. Inventorier toutes les émissions (eau/air/sol) et consommations de ressources induites par le système étudié. Choix de modélisation,…
3. Caractérisation: agréger les flux émis et les ressources consommées en impacts environnementaux; normalisation, pondération.
4. Interpréter les résultats, décider ou non d'affiner la modélisation. Analyse de sensibilité, incertitudes. Choix de représentation des résultats.

# ANALYSE DU CYCLE DE VIE : INDICATEURS



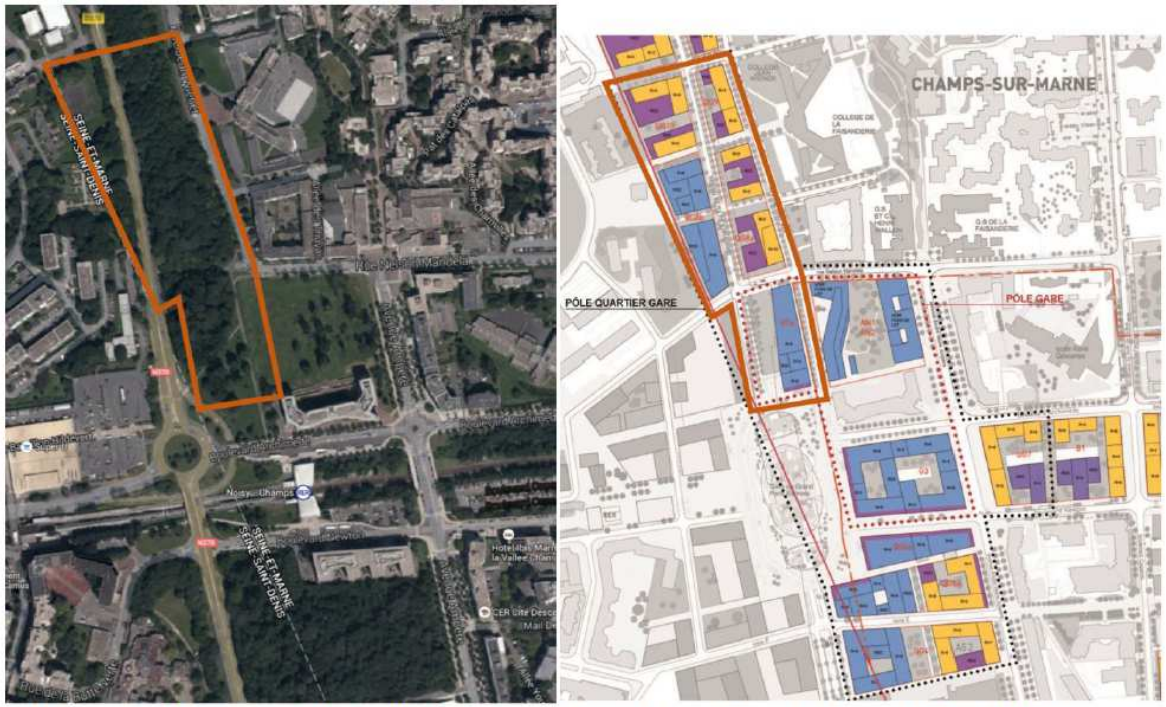
## LIEN BÂTIMENT ET MIX ÉLECTRIQUE




Modèle d'équilibre offre-demande
Cohérence météo avec simulation thermique dynamique
Simulation de demande marginale sur une année type

# EXEMPLE : ZAC DU RU DE NESLES

- Superficie : **25 ha**
- **40 000 m² de bureaux**
- **20 000 m² de commerces et équipements**
- **3 500 logements** sur 230 000 m², dont **30 %** destiné au **logement locatif social**




a) Etat actuel : Image satellite de la zone du projet b) Projet d'aménagement : Ru de Nesles

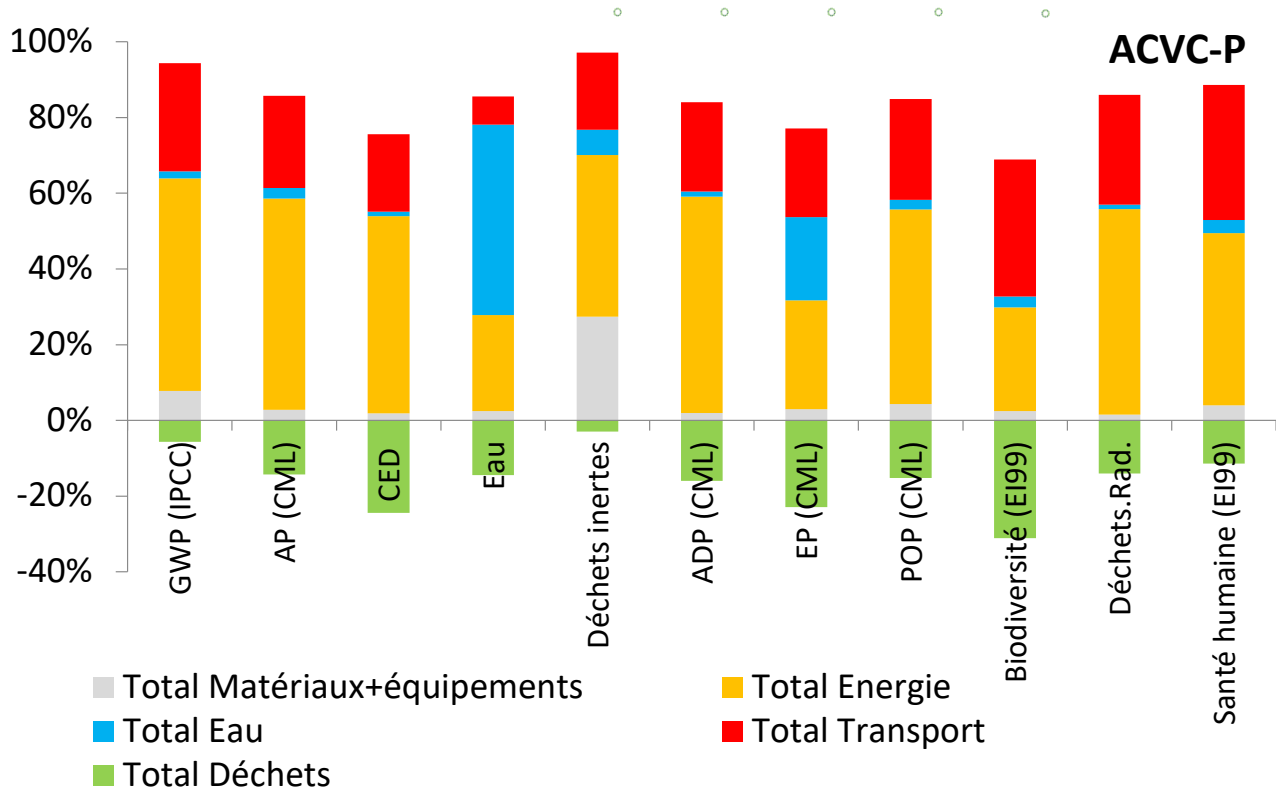
*Figure 142 : Projet d'aménagement du nord du Boulevard du Ru de Nesles : zone étudiée entourée en orange. (tirée de Mailhac, 2015)*

- Dans le contexte du GPE
- « Aménager un quartier vivant, accueillant et agréable à vivre, permettant une meilleure continuité entre les tissus urbains de Champs sur Marne et de Noisy le Grand »
- « transformer la route départementale 199 en un boulevard urbain »
- « Pas de réduction des espaces naturels boisés »

## ANALYSE DE CONTRIBUTION

- Approche conséquentielle
- Sur 100 ans

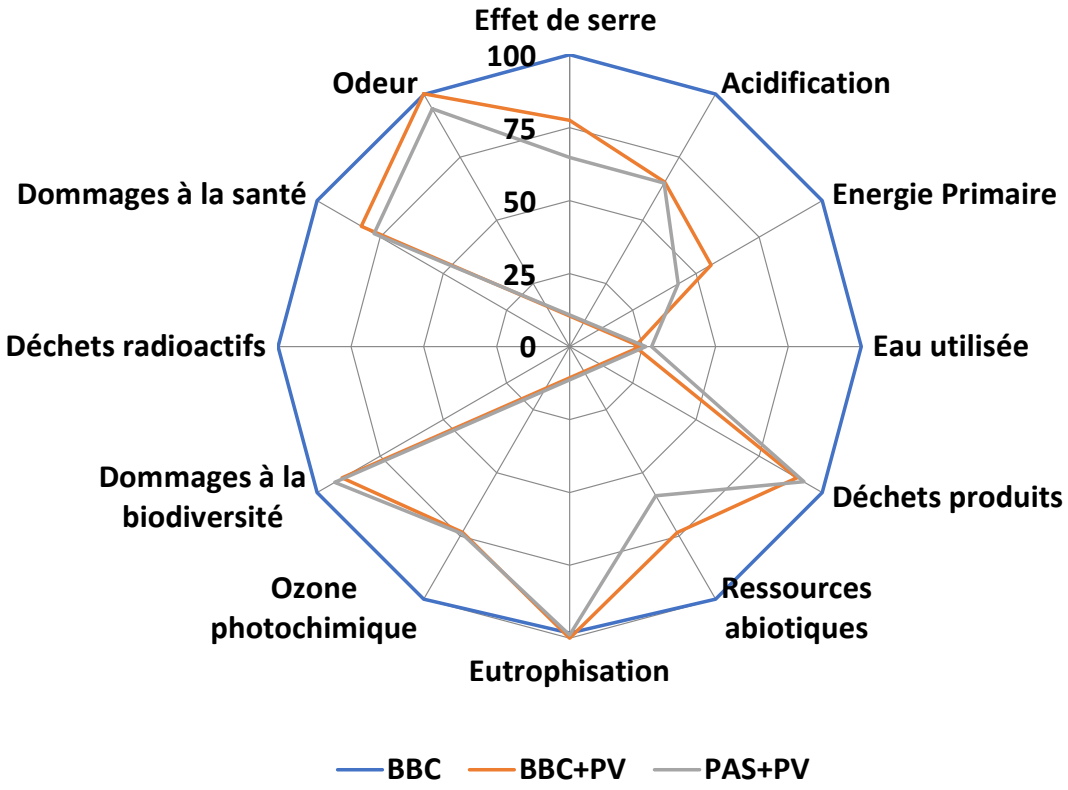
- Intégration des espaces publics, des transports quotidiens (via lien avec modèle de transport LVMT) et des déchets ménagers (traitement, hors fabrication des produits)



# EVALUATION DE L'IMPACT : COMPARAISON DE VARIANTES

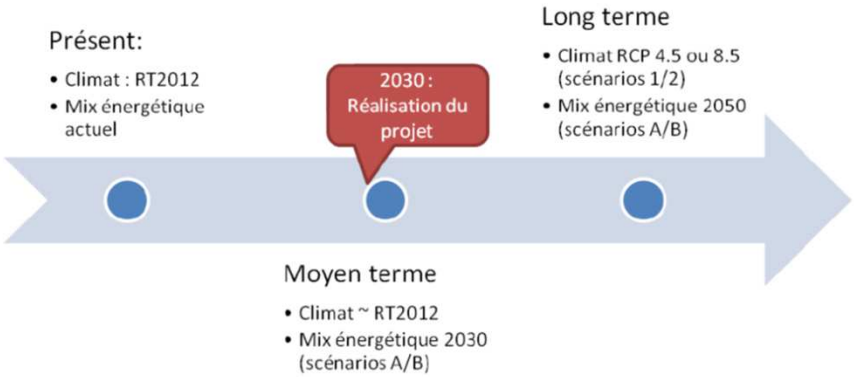
- BBC : Basse consommation (ici chauffage ~18 kWh/m²)
- PAS : Passif (ici chauffage ~2 kWh/m²)
- Production PV : 11,2 kWh/m²SHAB
- PV fabriqué en Chine, peu performant

- Photovoltaïque plus d'effets que BBC/PAS
  (chauffage gaz besoins faibles + mix marginal)



## INTÉGRATION DE LA PROSPECTIVE

- Prise en compte du climat futur



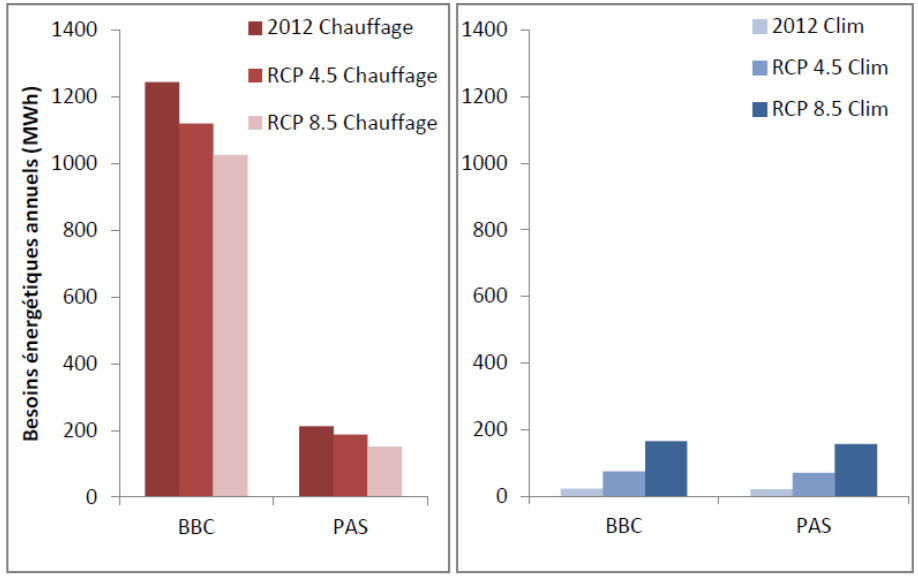
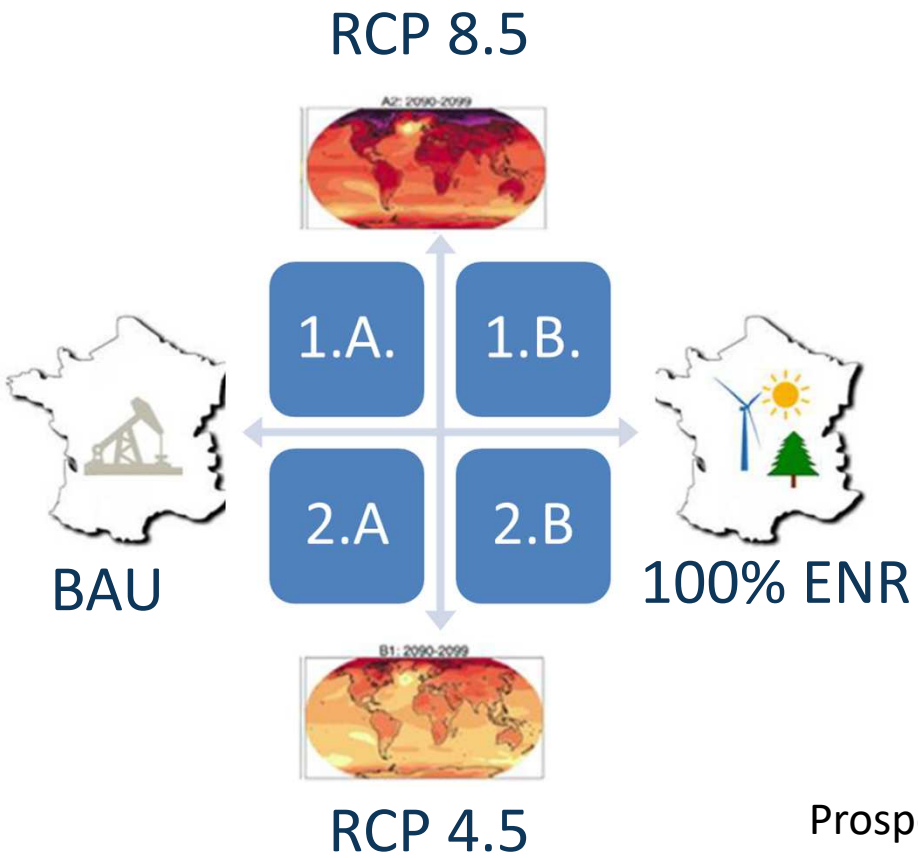
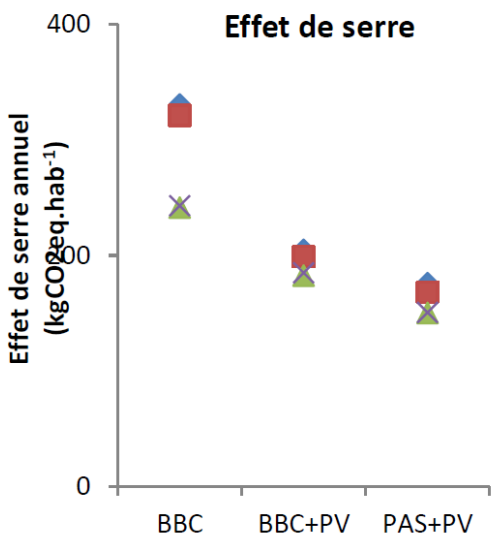
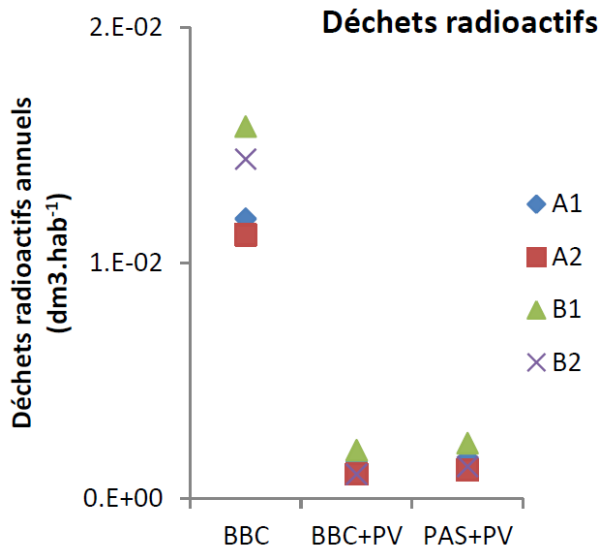




*Figure 157 : Consommation d'énergie finale pour le chauffage (gauche) et la climatisation (droite) en fonction du scénario climatique : RT2012 (2012), RCP 4.5 ou RCP 8.5*

# ETUDE PROSPECTIVE : COLLABORATION CMA-CES



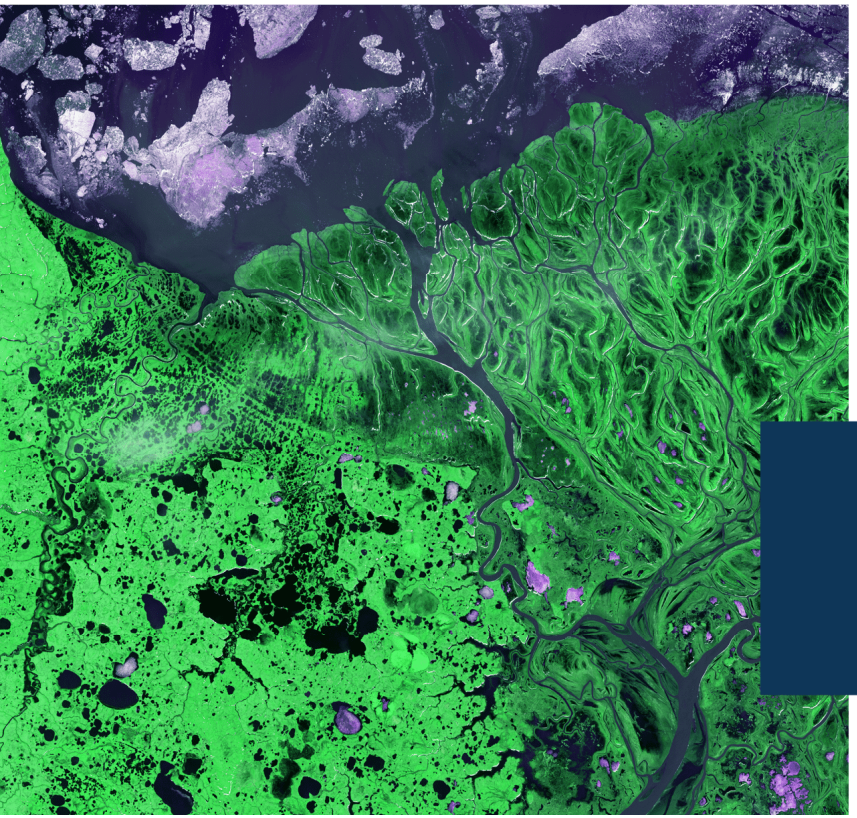




Prospective : évolution des besoins énergétiques + évolution mix

## AXES DE RECHERCHE

- Améliorer les connaissances sur les produits / procédés utilisés
- Améliorer la prise en compte du contexte national et territorial, e.g. tenir compte de la dynamique de production et consommation d'électricité
- Améliorer la prise en compte des effets sur la santé (surchauffe dans les bâtiments, qualité de l'air intérieur, etc.)
- Régionalisation des inventaires : adapter les facteurs de caractérisation en fonction de la localisation (ex urbain/péri-urbain/rural, sol/hauteur)
- Intégrer les incertitudes sur la conception des bâtiment, sur le futur (étude prospective, climat, gestion des déchets en fin de vie, mix électrique, etc.), sur les indicateurs (ex. 35% sur le GWP des gaz autres que le $CO_2$)
- ACV absolue et respect des limites planétaires

MINES PARIS | PSL | TTI.5° The Transition Institute



# The Transition Institute 1.5

L'ambition d'une véritable transition

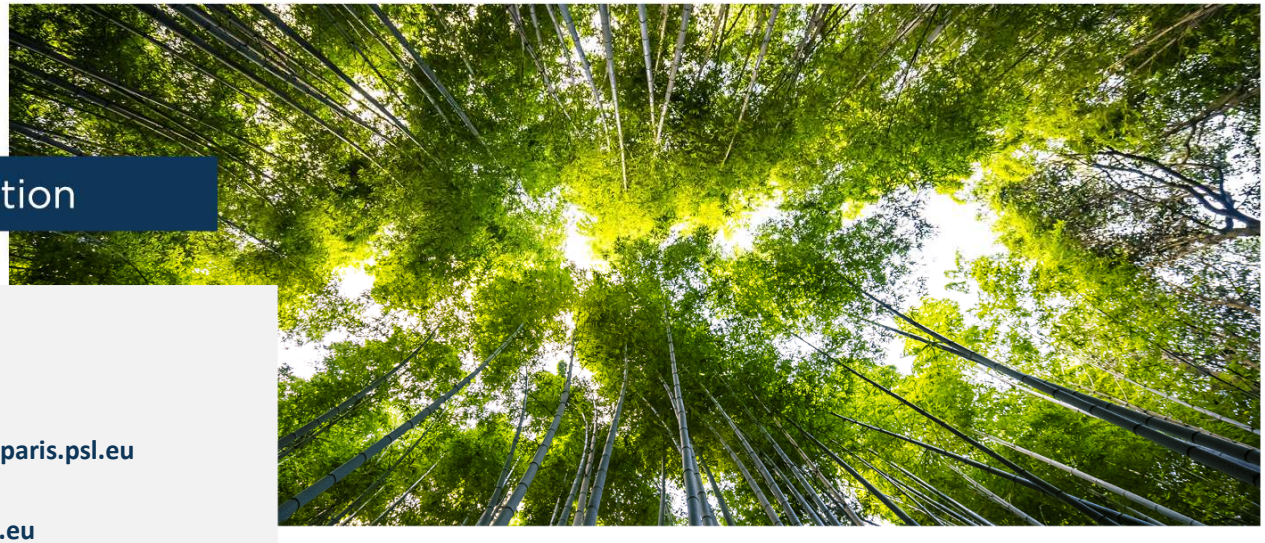
## MERCI POUR VOTRE ATTENTION

# ANNEXES : LISTE THÈSES ETB

- Wurtz A., Etude d'une procédure d'optimisation environnementale multicritère à l'échelle de l'îlot, thèse de doctorat de l'Université PSL préparée à MINES ParisTech, septembre 2022
- Pei L., Évaluation des impacts environnementaux des bâtiments en Chine, thèse de doctorat de l'Université PSL préparée à MINES ParisTech, septembre 2020
- Frossard M., Optimisation robuste multicritère pour l'écoconception de bâtiments zéro-énergie, thèse de doctorat de l'Université PSL préparée à MINES ParisTech, septembre 2020
- Pannier M.-L., Étude de la quantification des incertitudes en analyse de cycle de vie des bâtiments et des quartiers, thèse de doctorat, Ecole des Mines de Paris, octobre 2017
- Audard G., Évaluation des impacts environnementaux d'un projet de renforcement du réseau électrique de transport par analyse de cycle de vie conséquentielle, thèse de doctorat, Ecole des Mines de Paris, septembre 2016
- Recht T., Étude de l'écoconception de maisons à énergie positive, thèse de doctorat, Ecole des Mines de Paris, septembre 2016
- Roux C., Analyse de cycle de vie conséquentielle appliquée aux ensembles bâtis, thèse de doctorat, Ecole des Mines de Paris, septembre 2016
- Herfray G., Contribution à l'évaluation des impacts environnementaux des quartiers, thèse de doctorat, Ecole des Mines de Paris, 329p, octobre 2011
- Lasvaux S., Étude d'un modèle simplifié pour l'analyse de cycle de vie des bâtiments, thèse de doctorat, Ecole des Mines de Paris, 399p, décembre 2010
- Thiers S., Bilans énergétiques et environnementaux de bâtiments à énergie positive, thèse de doctorat, Ecole des Mines de Paris, 252p, novembre 2008
- El Mtiri M., Modélisation de cycle de vie de bâtiments équipés de composants solaires à eau, thèse de doctorat, Université Paris XII Val de Marne, janvier 2007
- Popovici E., Contribution to the life cycle assessment of settlements, thèse de doctorat, Ecole des Mines de Paris, 204 p, février 2006
- Guiavarch A., Etude de l'amélioration de la qualité environnementale du bâtiment par intégration de composants solaires, thèse de doctorat, Ecole des Mines de Paris, novembre 2003
- Polster B., Contribution à l'étude de l'impact environnemental des bâtiments par analyse de cycle de vie, thèse de doctorat, Ecole des Mines de Paris, décembre 1995

TTI.5° The Transition Institute

L'ambition d'une véritable transition




CONTACT

the-transition-institute.minesparis.psl.eu

tti.5@minesparis.psl.eu



LE CENTRE DE MATHÉMATIQUES APPLIQUÉES • FÉVRIER 2022
PHOTO DE COUVERTURE © USGS ON UNSPLASH


MINES PARIS | PSL

Fondation MINES PARIS