



# POWER ROAD

by Eurovia



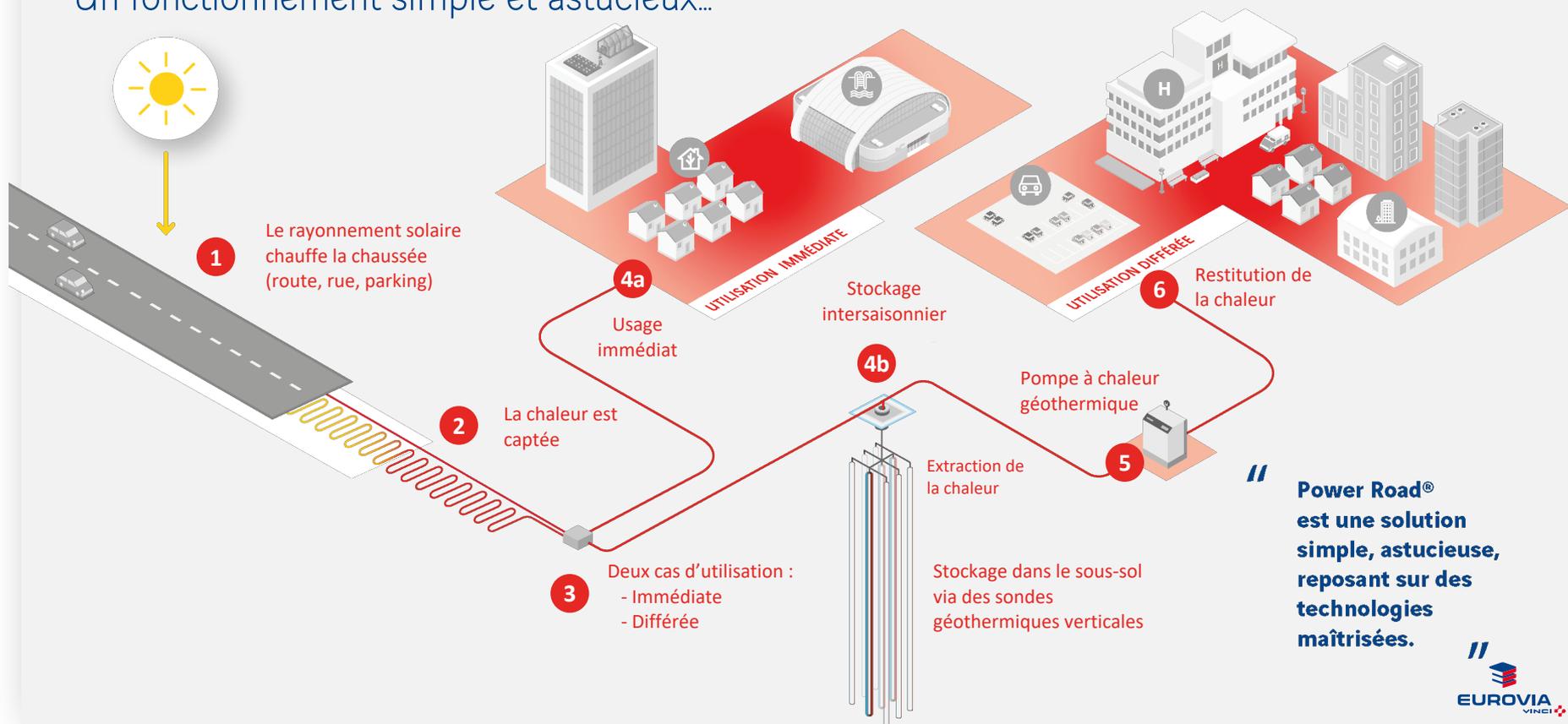
**POWER ROAD®**



# Power Road, un principe simple

# POWER ROAD®

Un fonctionnement simple et astucieux...



Power Road® est une solution simple, astucieuse, reposant sur des technologies maîtrisées.

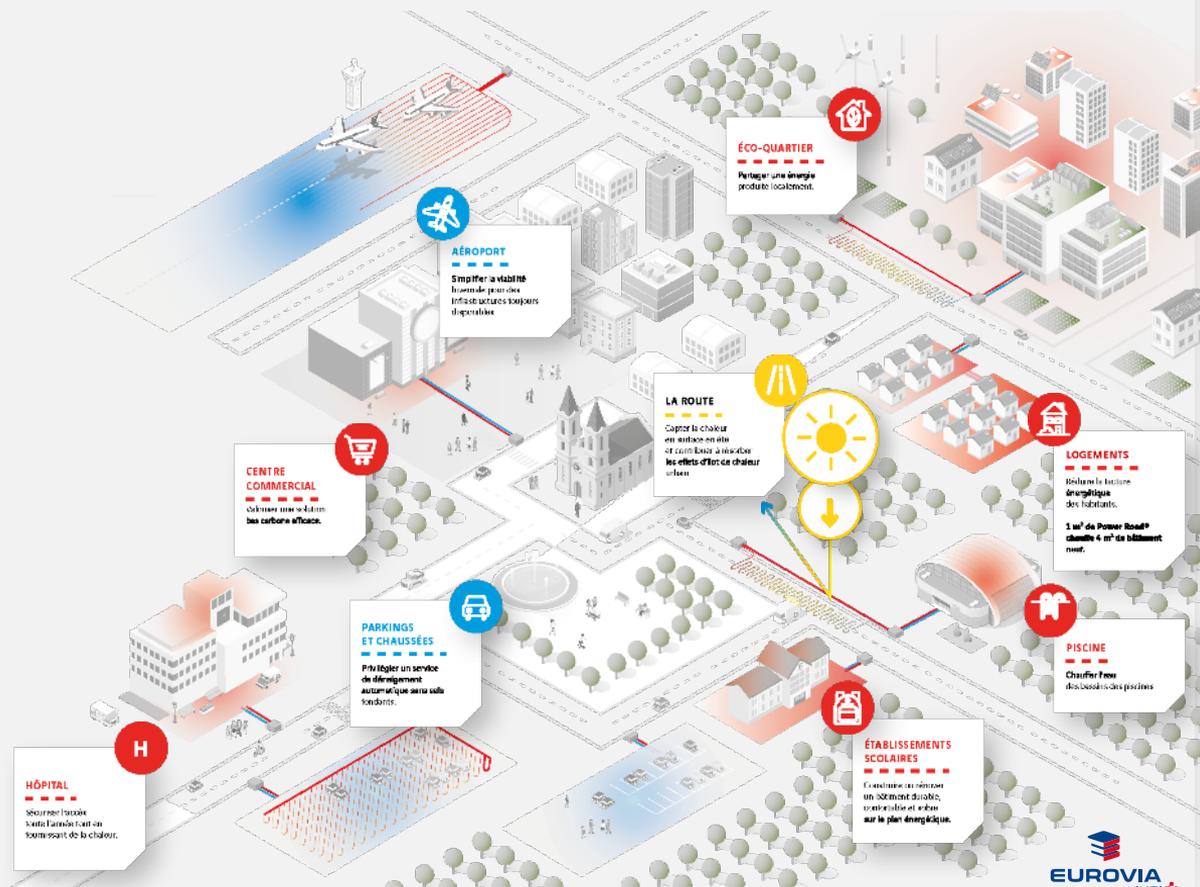
# POWER ROAD®

...pour une infinité d'usages

**Fournir de la chaleur renouvelable, en substitution aux énergies fossiles conventionnelles**

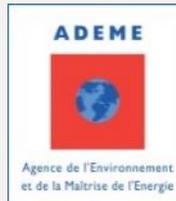
**Accroître la sécurité des usagers et la qualité de service : déneiger ou déverglacer automatiquement les routes et les parkings en hiver**

**Lutter contre l'effet d'îlot de chaleur urbain**



# POWER ROAD®

Des verrous technologiques levés



**Un process de mise en œuvre industrialisé**



**Des performances mécaniques conformes**



**Une solution énergétique efficace**

**Une faible empreinte carbone  
Un procédé recyclable**

# LE DIMENSIONNEMENT DE POWER ROAD ASSOCIÉ AU BÂTIMENT



**Les travaux réalisés dans le cadre du Lab  
Recherche Environnement Vinci  
ParisTech**

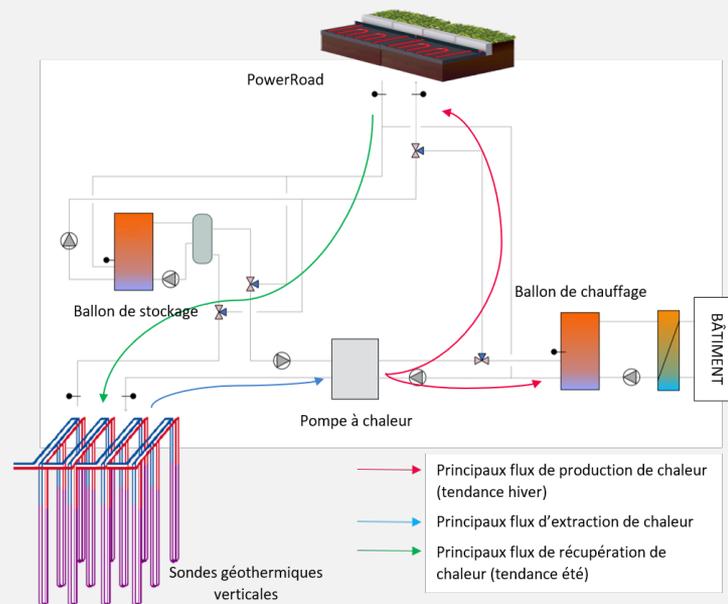
# LE DIMENSIONNEMENT DE POWER ROAD ASSOCIÉ AU BÂTIMENT

D'une volonté de dimensionnement d'une installation multi-système...

**Nécessité d'inclure le dimensionnement de Power Road dans le dimensionnement du système énergétique global**

**Outils de simulation adaptés aux bureaux d'études pour permettre une intégration dès les phases amont**

**Visibilité et optimisation de la solution**



# LE DIMENSIONNEMENT DE POWER ROAD ASSOCIÉ AU BÂTIMENT

... à l'intégration dans des outils de simulation énergétique dynamique

COMFIE



Pleiades

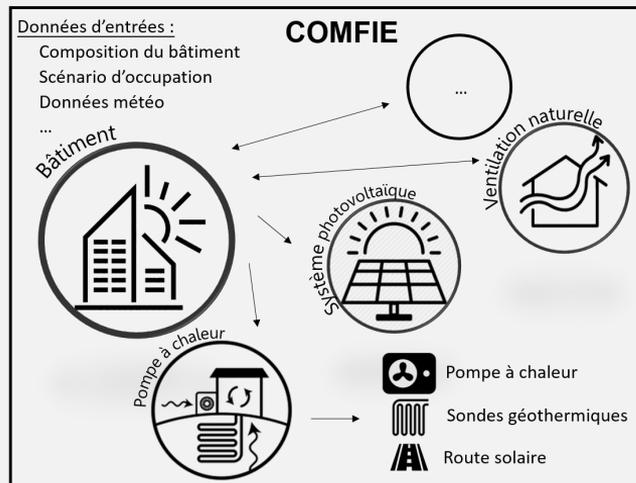


Pleiades ACV



Interaction entre les différents modèles des technologies formant le système Power Road pour évaluer les impacts énergétiques...

...et environnementaux



Indicateurs environnementaux

PowerRoad D1 - Indentation - Eurovia

Unité: m<sup>2</sup>

Procedé: Neuf

Etape: Fabrication

Catégorie: Composant

Indicateur	Unité	Valeur
Changement climatique, total	kg CO2 eq.	24.609023
Changement climatique, biogénique	kg CO2 eq.	0.046878
Changement climatique, fossile	kg CO2 eq.	24.557224
Changement climatique, usage des sols	kg CO2 eq.	0.004921
Acidification aquatique et terrestre	mol H+ eq.	0.117398
Eutrophisation aquatique	kg PO4 eq.	0.016972
Eutrophisation marine	kg N eq.	0.021763
Eutrophisation terrestre	mol N eq.	0.234341
Dégradation de la couche d'ozone	kg CFC-11 eq.	0.000001
Formation d'ozone photochimique	kg NMVOC eq.	0.120293

Notation scientifique

Fermer



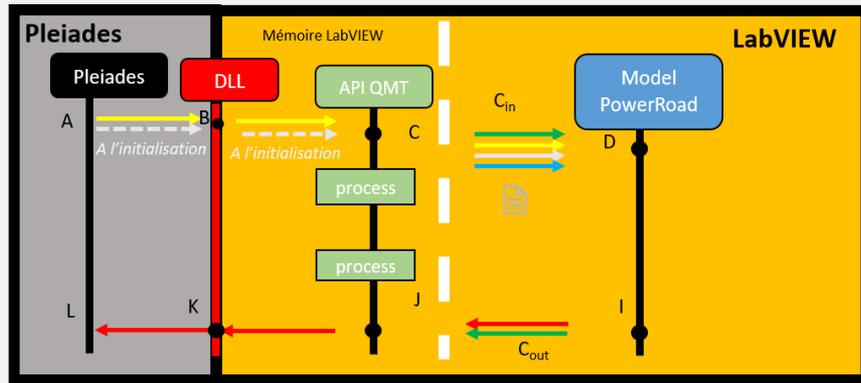
Brightway 2

# LE DIMENSIONNEMENT DE POWER ROAD ASSOCIÉ AU BÂTIMENT

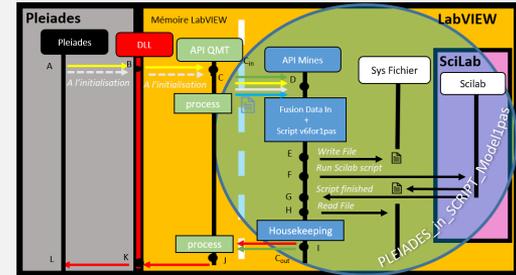
## ■ Génération d'une DLL

Encapsulation du modèle compatible vers n'importe quel logiciel

Maîtrise de l'évolutivité du modèle



- Entrées/Sorties « Modèle » - Mémoire interne -
- Entrées « Modèle » / Input par Pleiades
- Sorties « Modèles » / Output vers Pleiades
- Entrées Pleiades à l'initialisation (puis mémoire interne)
- Corps logiciel
- Fichier ini



- Entrées/Sorties « Modèle » - Mémoire interne -
- Entrées « Modèle » / Input par Pleiades
- Sorties « Modèles » / Output vers Pleiades
- Entrées Pleiades à l'initialisation (puis mémoire interne)
- Corps logiciel
- Modèle développé sur LabVIEW, base de la DLL



40h de simulation  
3 langages  
Ecriture de script

30 minutes de simulation  
2 langages



**Deux retours d'expérience pour alimenter les travaux du Lab :**

**Le chauffage d'un bâtiment tertiaire**

**Le chauffage et la production d'ECS de logements sociaux**

# NOS RÉFÉRENCES - EN FRANCE



## GILLEY (25)

40 m<sup>2</sup> de Power Road®



## PONTARLIER (25)

3500 m<sup>2</sup> de Power Road®



## FLEURY S/ ORNE (14)

1420 m<sup>2</sup> de Power Road®



## SAINT ARNOULT EN YVELINES (78)

500 m<sup>2</sup> de Power Road®



## EGLETONS (19)

660 m<sup>2</sup> de Power Road®



## OLONZAC (34)

400 m<sup>2</sup> de Power Road®



## FEURS (42)

750 m<sup>2</sup> de Power Road®



ANNÉE DE MISE EN SERVICE

# VINCI AUTOROUTES, 1 SOLUTION POWER ROAD, 2 USAGES

SAINT-ARNOULT-EN-YVELINES – Aire de service Vinci Autoroutes

■ **Power Road, une solution pour chauffer un bâtiment et sécuriser une voirie**



**Production de chauffage :**  
54 MWh/an  
**Déneigement : 11 MWh(\*)**



**Surface de  
chaussée équipée :**  
500 m<sup>2</sup>



**20 sondes  
géothermiques  
80 m de profondeur**



**PAC de 104 kW  
COP = 4,8**



**Totalité des besoins de chauffage  
de la boutique Ulys**

**Sécurisation de la voie d'accès au  
parking poids lourds**

# VINCI AUTOROUTES, 1 SOLUTION POWER ROAD, 2 USAGES

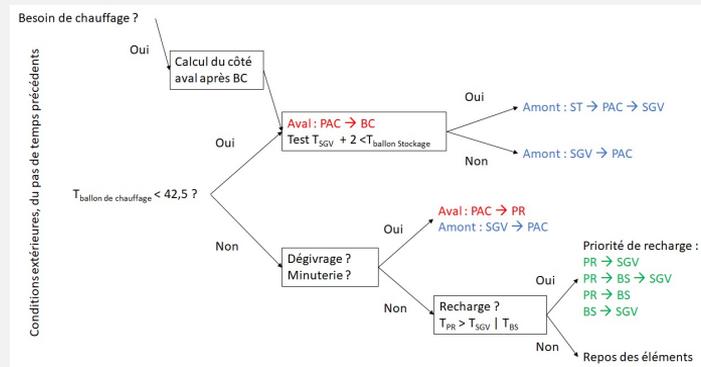
SAINT-ARNOULT-EN-YVELINES – Aire de service Vinci Autoroutes

## ■ Méthodologie d'un projet

Modélisation du bâtiment  
après audit du site



Etablissement d'un algorithme  
de régulation pour piloter les  
systèmes



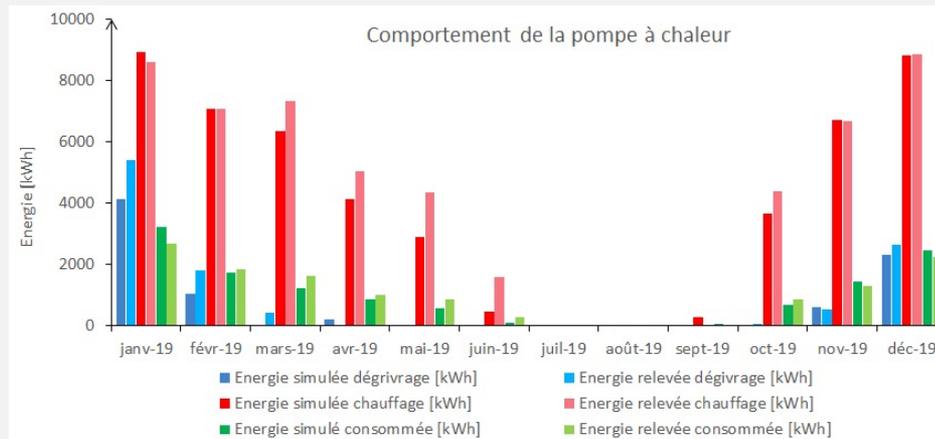
# VINCI AUTOROUTES, 1 SOLUTION POWER ROAD, 2 USAGES

SAINT-ARNOULT-EN-YVELINES – Aire de service Vinci Autoroutes

## ■ Résultats

**La production de chaleur et la performance des équipements  
Déneigement non pris en compte dans le modèle**

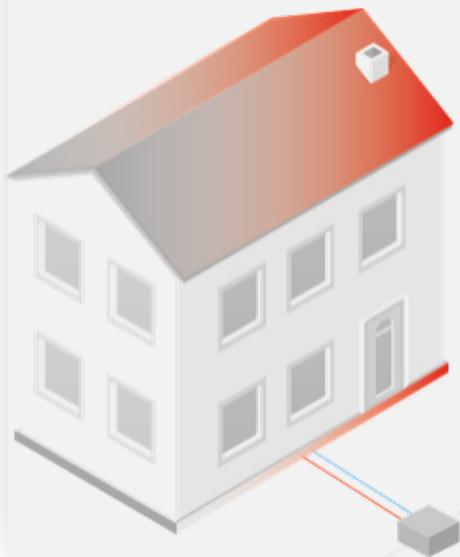
Energie [kWh/m <sup>2</sup> ]	Relevée	Simulée DLL
Chauffage	53 875	49 233 (-9 %)
Dégivrage	10 766	5 203 (-52 %)
Consommée	12 587	9 947 (-21 %)



# UNE RÉNOVATION DE LOGEMENTS

FLEURY SUR ORNE – Rénovation de logements sociaux

## ■ Une solution adaptée aux ambitions du bailleur social



Production de chauffage  
et ECS :  
230 MWh/an



Surface de  
chaussée équipée :  
1 420 m<sup>2</sup>



12 sondes  
géothermiques  
140 m de

profondeur  
2 PAC de 50 kW



2 chaudières de gaz de 180  
kW (appoint / secours)



Rénovation thermique  
lourde de 61 logements  
répartis dans 4 bâtiments  
pour réduire les charges  
des locataires.

75 % des besoins de chauffage et  
ECS

60 tonnes de CO<sub>2</sub> économisées  
par an

# UNE RÉNOVATION DE LOGEMENTS

FLEURY SUR ORNE – Rénovation de logements sociaux

## ■ Méthodologie

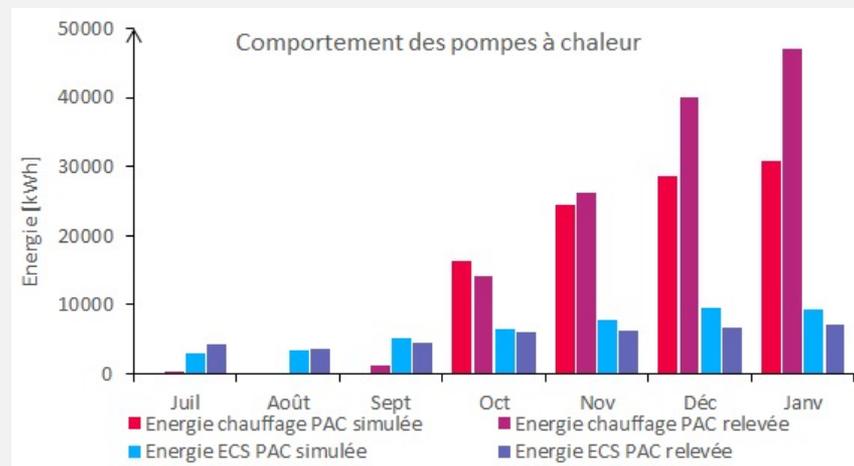
Système plus complexe

Double usage (Chauffage, ECS)

Double production (PAC, chaudière gaz)

Écarts sur le chauffage : variables d'un mois à l'autre

Travaux actuels : régulation PAC/appoint



Énergie [kWh]	Chauffage relevée	Chauffage simulée DLL
Total	172 250	137 140 (-22%)

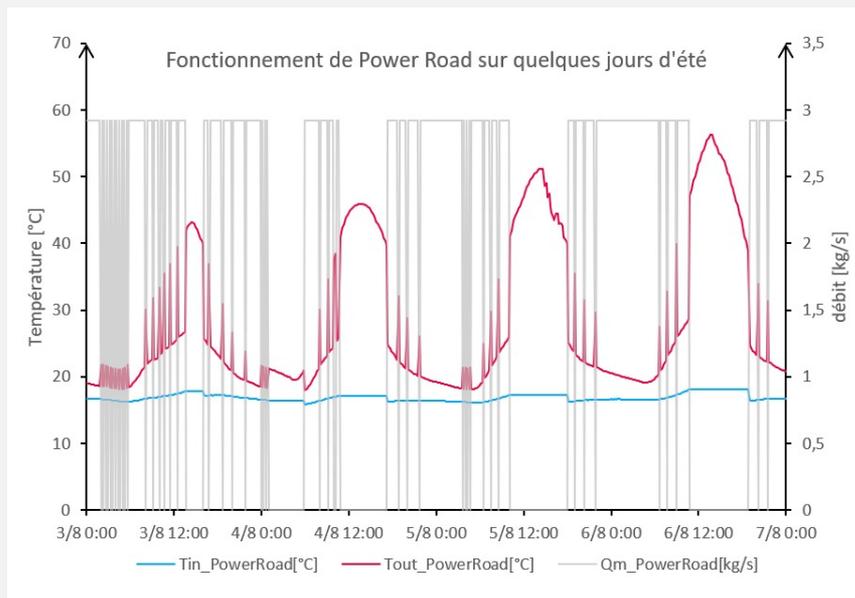
# UNE RÉNOVATION DE LOGEMENTS

FLEURY SUR ORNE – Rénovation de logements sociaux

## ■ Optimisation des performances de Power Road

Aider à anticiper des fonctionnements non optimaux

Proposer des solutions en conséquence :  
Pompe à chaleur sur boucle solaire  
Recharge et puisage concomitant



Résultats la période juillet 2020 – janvier 2021  
Energie captée simulée : 79 MWh  
Energie captée relevée : 60 MWh



# Les prochaines étapes du développement de Power Road

# S'ADAPTER AUX NOUVELLES EXIGENCES DE DIMENSIONNEMENT

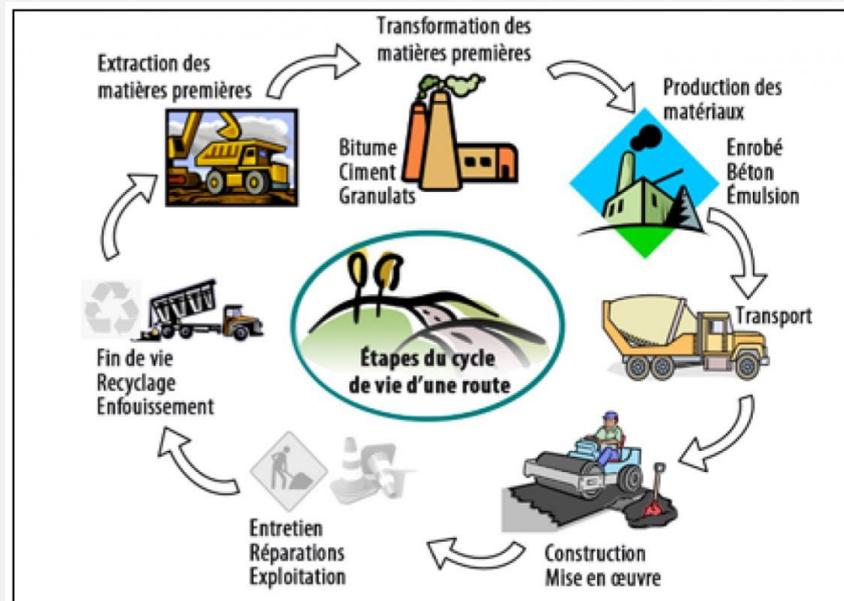
## Les analyses de cycle de vie

### Objectif des ACV :

- Quantifier les contributions aux impacts environnementaux d'un système pour en dégager des pistes d'écoconception ou d'amélioration du bilan environnemental ;
- Comparer du point de vue environnemental deux systèmes ayant la même fonction, à quantité de service rendu égale.

### Application à Power Road

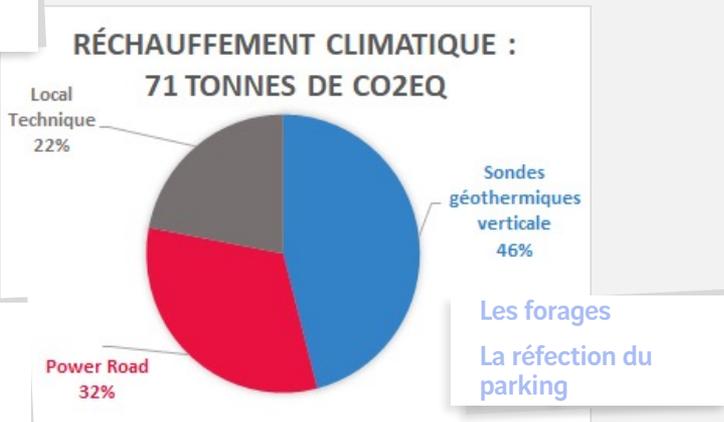
- Etude préliminaire : ICV, comparaison à une solution conventionnelle (gaz)
- Systématiser les ACV : travailler à l'échelle du bâtiment, comparer à d'autres ENR



# S'ADAPTER AUX NOUVELLES EXIGENCES DE DIMENSIONNEMENT

Un ICV comme point de départ

PAC + panoplie  
hydraulique  
Hors bâtiment

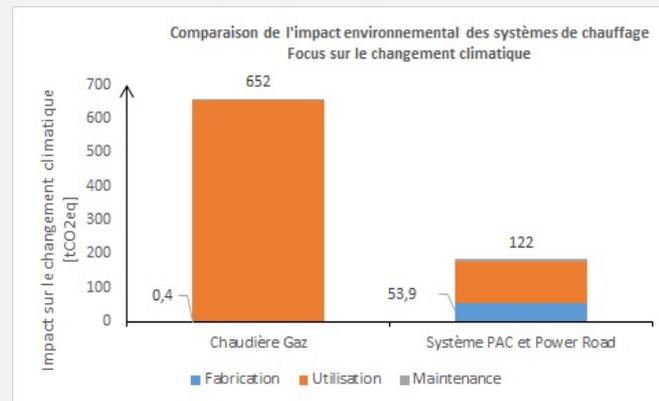


Les enrobés  
Les tubes  
Le raccordement

Impact environnemental de la construction du projet de Saint-Arnout

Hypothèses sur période d'utilisation :

- Durée : 25 ans
- COP : 4,6
- Hors chaussée



# S'ADAPTER AUX NOUVELLES EXIGENCES DE DIMENSIONNEMENT

Mise à disposition d'outils pour les études environnementales

AJOUT DE FICHES POWER ROAD À LA BIBLIOTHÈQUE ENVIRONNEMENTALE DE PLEIADES ACV

RÉALISATION D'ÉTUDES COMPARATIVES À D'AUTRES SOLUTIONS METTANT EN JEU DES ENR

The screenshot displays the Pleiades ACV software interface. The main window shows the 'Bibliothèque environnementale' (Environmental Library) with a search bar and a list of elements. A pop-up window titled 'Indicateurs environnementaux' (Environmental Indicators) is open, showing the details for the selected element 'PowerRoad avec chaussée lourde et raccord'. The pop-up window includes a table of indicators and their values.

Indicateur	Unité	Valeur
Changement climatique, total	kg CO2 eq.	21.103877
Changement climatique, biogénique	kg CO2 eq.	0.019907
Changement climatique, fossile	kg CO2 eq.	21.075606
Changement climatique, usage des sols	kg CO2 eq.	0.008364
Acidification aquatique et terrestre	mol H+ eq.	0.153870
Eutrophisation aquatique	kg PO4 eq.	0.011194
Eutrophisation marine	kg N eq.	0.029548
Eutrophisation terrestre	mol N eq.	0.323357
Dégradation de la couche d'ozone	kg CFC-11 eq.	0.000018
Formation d'ozone photochimique	kg NMVOC eq.	0.135541
Épuisement des ressources minérales et ...	kg antimoine eq.	0.000079
Épuisement des ressources fossiles	MJ	1488.048766
Épuisement des ressources en eau	m3 eq. mondial	10.390954
Écotoxicité aquatique	CTUe	19.309094
Émission de particules inorganiques	incd. maladie	0.000001
Radiation ionisante	kBq U-235 eq.	24.798685
Toxicité humaine, cancérogène	CTUh	0.000001

Additional information in the pop-up window:

- Unité: eq.³
- Procédé: Neuf
- Etape: Fabrication
- Catégorie: Composant

Buttons: Fermer

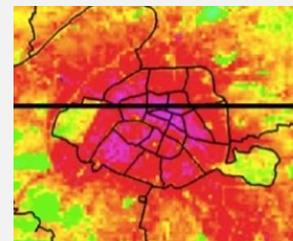
# POWER ROAD, UNE SOLUTION PERFORMANTE

## DES OUTILS ADAPTÉS POUR LE BÂTIMENT

- Diffusion des outils de modélisation Power Road (+ titre V)
- Un avis environnemental réglementaire en cours (FDES)
- Un avis technique du bâtiment (ATEx)

## DÉVELOPPEMENT TECHNIQUE DE LA SOLUTION

- S'adapter à tous types de revêtements
- Développer les usages (solutions de stockage, solaire assisté par PAC)
- Mesurer l'impact de Power Road sur les ICU





**EUROVIA**  
VINCI 