

# PowerDIS

## Modélisation et simulation dynamique des flux énergétiques à l'échelle d'un quartier

### PRÉSENTATION

PowerDis est un outil logiciel permettant de **simuler les besoins et les consommations d'énergie d'un quartier** comportant de quelques-uns à plusieurs centaines de bâtiments neufs et/ou existants pour les usages de chauffage, d'eau chaude sanitaire, de climatisation et d'électricité spécifique. PowerDis permet la comparaison de variantes de projets urbains intégrant autant le choix des niveaux de performance d'enveloppe que celui des systèmes énergétiques paramétrables pour chaque bâtiment. Il se distingue par une modélisation fine des **systèmes de production et de distribution** aussi bien centralisés (réseaux de chaleur et/ou de froid urbains) que ceux présents au sein des bâtiments (par exemple une chaudière individuelle). Les besoins d'énergie des bâtiments et le comportement des systèmes sont simulés au pas de temps horaire pour apprécier la **dynamique de consommation d'énergie**. Cela permet de rendre compte des pointes de puissance, des phénomènes de foisonnement et d'identifier par exemple la simultanéité des besoins de chaleur et de froid pour envisager de **potentiels échanges d'énergie entre bâtiments**. L'utilisation de PowerDIS facilite par exemple le prédimensionnement d'un réseau de chaleur, les choix de raccordement et l'étude des moyens de production pour optimiser le taux d'ENR (ENergies Renouvelables) annuel dès les phases d'études d'opportunité ou de préfaisabilité.

### OBJECTIFS

- Créer des **outils numériques** adaptés à l'étude d'opportunité ou de préfaisabilité de systèmes énergétiques dans l'aménagement d'un quartier.
- Aider à **l'estimation rapide des besoins énergétiques** (en dynamique) d'un parc de bâtiments existants ou d'un projet de construction jusqu'à plusieurs centaines de bâtiments.
- Faciliter le **choix et le dimensionnement des moyens de production et de distribution d'énergie** dans le projet urbain.

### POUR QUI ?

- Pour les aménageurs via leur AMO/BE, lors d'études d'opportunité et de préfaisabilité de réseaux de chaleur et systèmes énergétiques (réseau de chaleur par exemple).
- Pour les exploitants de réseaux de chaleur et/ou de froid envisageant des extensions et raccordements

### FONCTIONNALITÉS

- Import automatique des formes, usages et années de construction des bâtiments existants et dessin des formes des bâtiments en projet.
- Auto-complétion des propriétés thermiques des bâtiments et personnalisation possible des caractéristiques de l'enveloppe et des scénarios d'usage des bâtiments.
- Évaluation des besoins énergétiques horaires, visualisation cartographique et temporelle des résultats.

Saisie des systèmes CVC (Chauffage, Ventilation et Climatisation) et de réseau de chaleur et/ou de froid, génération du tracé optimal du réseau, dimensionnement des longueurs et diamètres des tubes du réseau.

- Simulation horaire annuelle de la dynamique des systèmes énergétiques, visualisation cartographique et temporelle résultats des bâtiments, du réseau (chaleur et/ou de froid) et de chaque moyen de production.

### APPLICATIONS

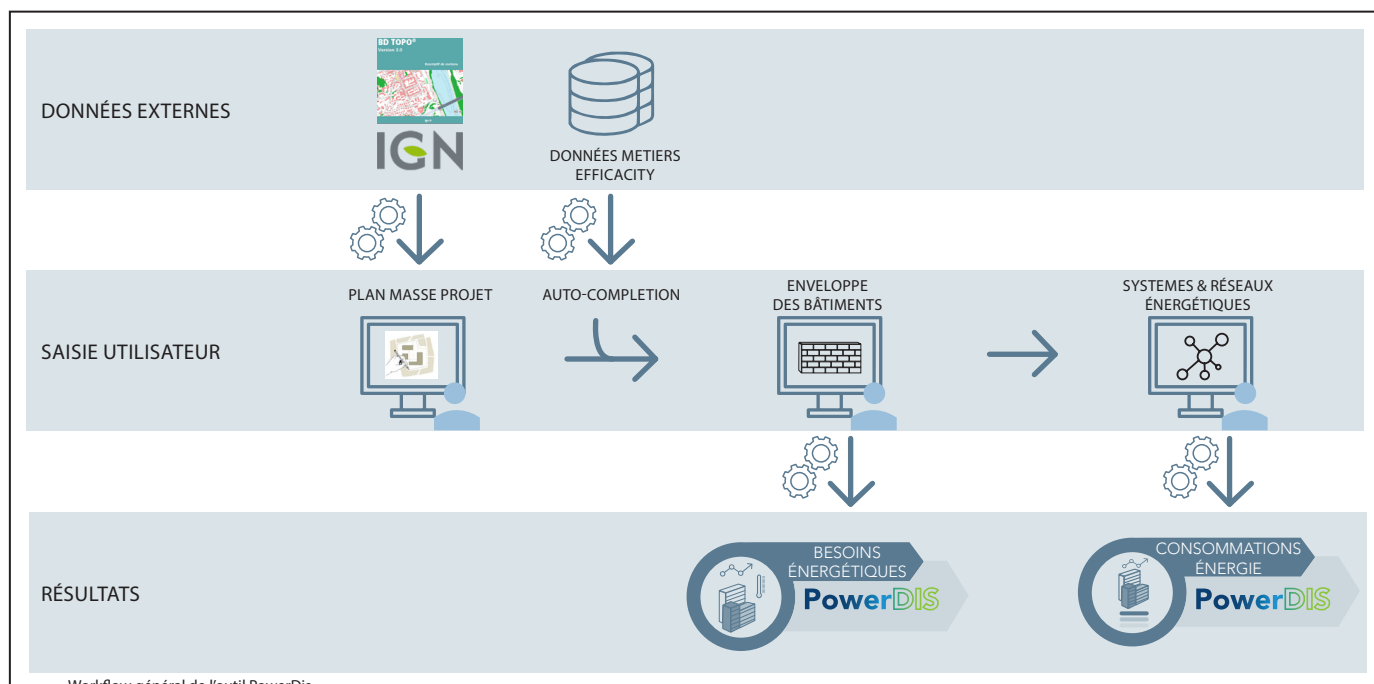
PowerDIS est déployé dans le cadre de partenariats de R&D avec des territoires ambitieux tels que la métropole de Toulouse, l'EPA Paris-Saclay ou encore Monaco. PowerDIS a été mis en situation auprès des ingénieurs des membres industriels et bureaux d'études d'Efficacity pour aboutir à terme à une utilisation commerciale.

### PERSPECTIVES

- Amélioration continue de PowerDIS:
  - Développement du multizone thermique pour les bâtiments d'usage mixte
  - Développement des réseaux de chaleur et/ou de froid maillés avec de multiples points de production
  - Amélioration du dimensionnement des réseaux de chaleur et/ou de froid (utilisation de dimensions de tubes standardisées, personnalisation des contraintes de dimensionnement, etc.)
  - Développement de la production électrique PV : évaluation du potentiel photovoltaïque en façade et en toiture
  - Chaînage avec l'outil logiciel UrbanPrint pour l'évaluation énergie-carbone en phase plus avancée de conception des systèmes énergétiques
- Évolution de PowerDIS vers l'aide à l'engagement de performance (analyse de sensibilité)

# Fonctionnement de l'outil PowerDIS

PowerDis permet d'évaluer rapidement les besoins énergétiques d'un ensemble de bâtiments existants ou en projet ainsi que les consommations d'énergie associées à la production et à la distribution d'énergie.

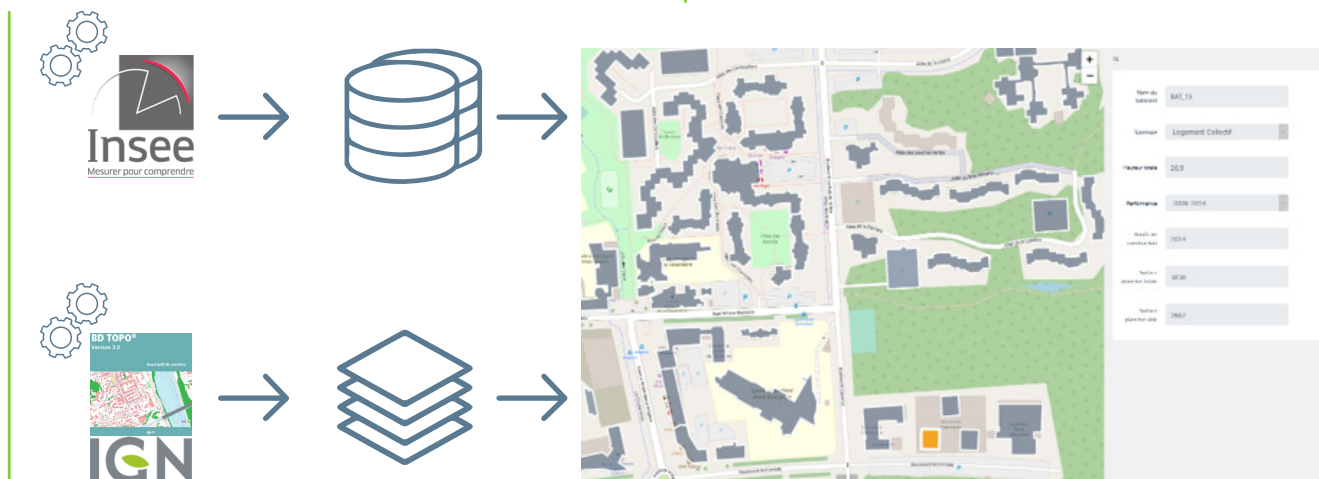


Workflow général de l'outil PowerDis

## Initialisation de l'outil PowerDIS

Pour initialiser un projet, les données suivantes sont saisies ou importées par l'utilisateur, en s'appuyant sur des processus d'enrichissement automatisés par PowerDis :

- Le plan masse du quartier : le plan masse des bâtiments peut être dessiné par l'utilisateur en s'appuyant au besoin sur l'import d'un plan d'image (jpg, png, ...) ou bien, dans le cas de bâtiments existant, s'effectuer directement par l'import des couches bâtementaires de la BD TOPO® IGN intégrées à PowerDis. Le traitement automatisé effectué par l'outil permet d'obtenir des géométries prêtes à l'emploi pour la simulation énergétique du quartier.
- La typologie des bâtiments (usage ou fonctionnalité) : à partir du traitement automatique des données de la BD TOPO® et d'autres bases de données nationales, PowerDis détermine la fonctionnalité des bâtiments dans le périmètre demandé par l'utilisateur, en fonction de la disponibilité de cette information sur le territoire français.
- L'année de construction : l'année de construction est renseignée automatiquement lorsque cette information est disponible.
- Le niveau de performance du bâtiment : ce niveau de performance influe sur les propriétés thermiques de l'enveloppe, il est déterminé à partir de l'année de construction renseigné par l'utilisateur (label visé par exemple).



Import automatisé des bâtiments

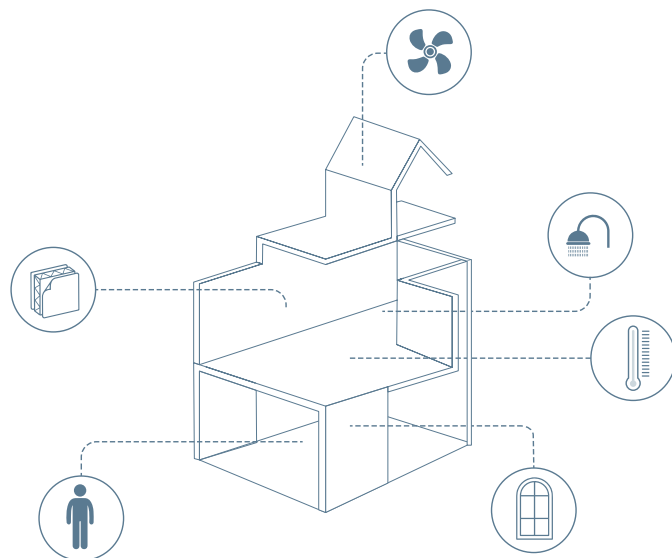
## Calcul des besoins énergétiques des bâtiments

PowerDis s'appuie sur un moteur de calcul rapide conçu pour réaliser la simulation des besoins énergétiques annuels au pas de temps horaire, (ou infra-horaire, jusqu'à 10 minutes), de plusieurs centaines de bâtiments en quelques minutes. Il tient notamment compte des masques solaires entre les bâtiments, dont l'impact est sensible en milieu urbain. Le moteur de calcul a été comparé aux outils logiciels de STD (simulation thermique dynamique) bâtiminaire du marché selon la méthode BESTEST de l'Agence Internationale de l'Énergie afin de garantir la précision des calculs effectués.

L'évaluation des besoins horaires des bâtiments est réalisée à partir de la saisie des paramètres suivants :

- L'isolation des parois opaques horizontales, verticales et parois vitrées
- L'étanchéité de l'enveloppe
- La ventilation mécanique contrôlée du bâtiment
- Les apports internes aux bâtiments
- Les consignes de températures de chauffage et climatisation
- Les puisages d'eau chaude sanitaire.

La difficulté des simulations à l'échelle quartier, est bien souvent le paramétrage des propriétés thermiques de toutes les enveloppes et des scénarios d'usage des bâtiments, ces derniers étant de formes, fonctionnalités et dates de construction très diverses. PowerDis apporte à l'utilisateur un enrichissement automatisé des paramètres requis pour la simulation à partir des informations saisies à l'initialisation du projet: type de bâtiment, période de construction ou label visé. Il permet également si nécessaire la personnalisation de tous ces paramètres.



Paramétrage de l'enveloppe du bâtiment dans PowerDIS

## Calcul des consommations des systèmes de production et de distribution

PowerDis propose à l'utilisateur d'évaluer différentes configurations de systèmes de production et de distribution d'énergie à l'échelle du projet d'aménagement en comparant leurs consommations pour de multiples vecteurs énergétiques (biomasse, gaz, électricité, chaleur, ...), avec des systèmes centralisés (réseaux de chaleur urbain) ou décentralisés (chaudières individuelles, radiateurs électriques). La simulation des systèmes repose sur une représentation physique de leur comportement horaire intégrant les principaux facteurs faisant varier leurs performances: COP, rendements, pertes, ....

L'utilisateur déclare pour chacune des variantes qu'il souhaite comparer :

- Les systèmes équipant chaque bâtiment (production autonome ou sous-station de réseau)
- Le tracé des chemins parmi lesquels PowerDis peut faire passer le réseau de chaleur
- La spécification des différentes unités de production (technologie, minimum technique, puissance ou part relative de puissance recherchée)

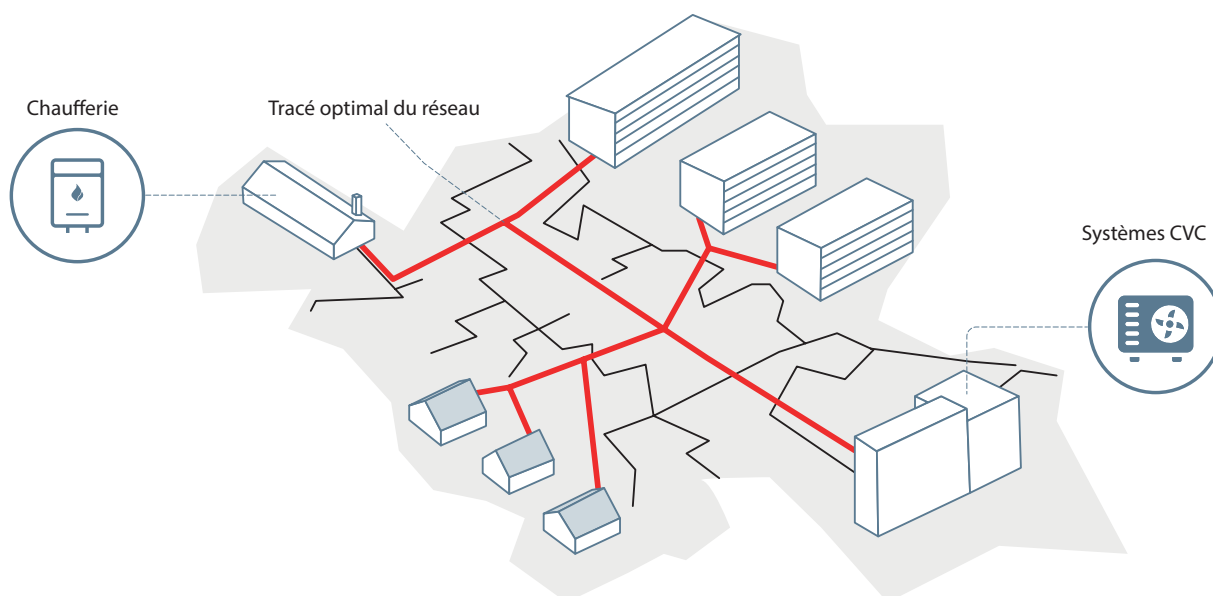
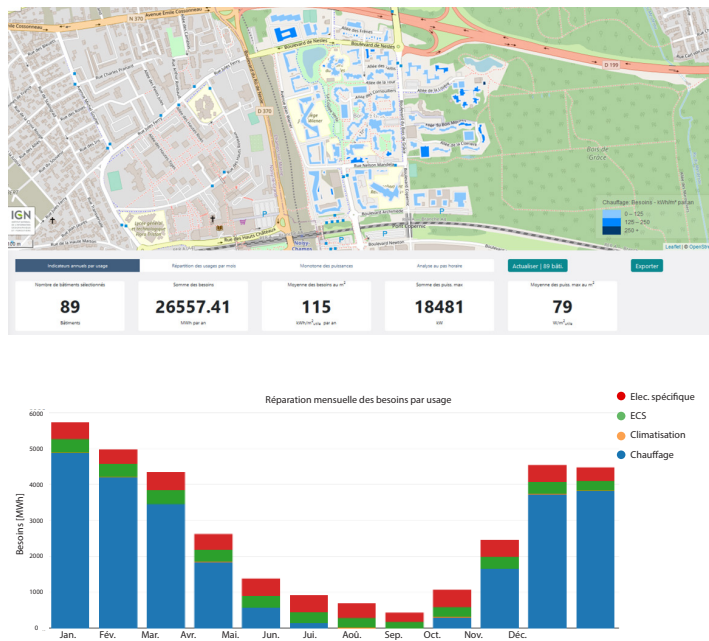


Illustration des systèmes énergétiques saisis dans PowerDIS

# Synthèse des résultats

Besoins énergétiques des bâtiments :

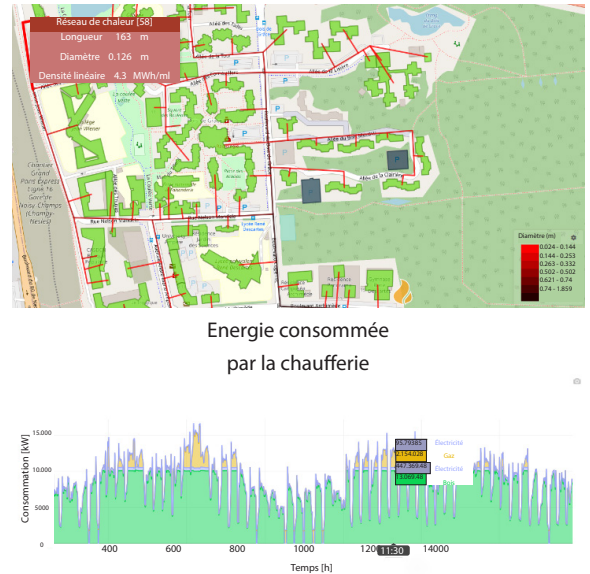
- Représentation cartographique des bâtiments, besoins énergétiques et puissances maximales par usages et/ou par surface sous forme de nuances de couleur
- Indicateurs pour chaque bâtiment et agrégés au niveau du quartier ou d'une sélection de bâtiments
- Représentation temporelle (mensuelle ou horaire) des besoins énergétiques par usage, températures des bâtiments, débits de ventilation, apports thermiques internes et autres résultats de STD pour un ou plusieurs bâtiments sélectionnés.



Visualisations cartographiques annuelles et mensuelles des besoins énergétiques des bâtiments

Consommations des systèmes :

- Représentation cartographique du tracé optimal de réseau de chaleur et/ou de froid, des bâtiments raccordés et des longueurs et diamètres des tubes dimensionnés par PowerDIS, sous forme de nuances de couleurs
- Indicateurs et représentations horaires des consommations par vecteur énergétiques de tout ou partie des bâtiments
- Indicateurs du réseau de chaleur et/ou de froid: taux d'ENR, % pertes, puissance de pointe, longueur, densité énergétique) pour la comparaison rapide de variantes facilitant l'aide à la décision
- Visualisation horaire des consommations de la chaufferie par vecteur énergétique
- Export des mètres et diamètres de tubes et des puissances dimensionnées pour tous les systèmes du quartier

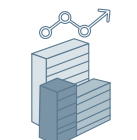


Visualisations cartographiques du tracé du réseau et consommations des moyens de production centralisés

# Apports de l'outil PowerDIS



Création et édition rapide des géométries et des caractéristiques de quartiers allant jusqu'à plusieurs centaines de bâtiments à partir d'import et d'algorithmes de données automatisés.



- électricité
- chaleur
- gaz

Un outil de SED permettant la simulation dynamique des consommations pour comparer des scénarios d'approvisionnement en énergie centralisés et décentralisés, identifier les opportunités de réseau de chaleur et/ou de froid et leur meilleur tracé, les pointes de consommations pour chaque vecteur énergétique et en intégrant le foisonnement des demandes.



Un outil de STD quartier rapide et fiable pour des quartiers de bâtiments existants et en projet apportant une vision dynamique de la demande pour identifier la distribution spatiale et temporelle des besoins



PowerDis permet un gain de temps dans la saisie des données du projet et dans la réalisation de visuels cartographiques supports de l'aide à la décision.



Des résultats riches disponibles à l'export pour approfondir le dimensionnement, aider au pré-chiffrage économique et à la compréhension du fonctionnement détaillé de chaque variante étudiée.

Outil co-développé avec :



Nicolas Hasitr  
Product owner  
n.hasitr@efficacity.com