



PLAN LOCAL D'URBANISME INTERCOMMUNAL D'EST ENSEMBLE

GUIDE ENERGIE - CLIMAT

CONTENU DU PLUi

juin 2021



Bagnolet / Bobigny / Bondy / Le Pré Saint-Gervais / Les Lilas / Montreuil / Noisy-le-Sec / Pantin / Romainville

SOMMAIRE

ENJEUX

- Changement climatique et PLUi
- RE 2020 en cours d'élaboration

CONTENU DU PLUI

- Réduction des consommations énergétiques
- Production d'énergies renouvelables
- Point sur les niveaux d'ambition
- Adaptation au dérèglement climatique
- Résilience

BOÎTE À OUTILS ENR PAR ORDRE DE PERTINENCE AU REGARD DU TERRITOIRE

- Géothermie
- Solaire photovoltaïque et thermique
- Pompes à chaleur en aérothermie et géothermie superficielle
- Energie biomasse

LEXIQUE



ÉNERGIE



MATÉRIAUX



BIODIVERSITÉ



EAU



SANTÉ



AMBIANCE
& CONFORT

ENJEUX

Changement climatique et PLUi

Est Ensemble s'inscrit aujourd'hui en responsabilité face au défi du dérèglement climatique grâce à son PLUi.

La construction neuve et la réhabilitation des bâtiments constituent des enjeux prioritaires en matière de réduction des consommations d'énergies et d'émission de gaz à effet de serre.

La construction de bâtiments neufs à hautes performances environnementales et la rénovation énergétique des constructions existantes nécessitent une appropriation par :

- **Les opérateurs du territoire : architectes, aménageurs, promoteurs, bailleurs...**
- **Les services instructeurs**
- **Les élus territoriaux**

Ainsi, ce guide a pour objectif d'accompagner l'ensemble des acteurs dans la mise en œuvre du volet énergie-climat du PLUi :

- En justifiant la faisabilité des règles établies dans le PLUi
- En facilitant leur application dans les projets
- En levant les résistances à la mise en œuvre de l'ambition environnementale
- En menant une analyse de quelques projets exemplaires



ENJEUX

RE 2020 principales évolutions à venir

SOURCES ADAPTEES : CERQUAL, CEREMA	RT 2012	Expérimentation E+C-	RE 2020 (en cours d'élaboration)
Surface	S RT	S RT / SDP	Shab
Coef. de conversion énergie primaire/finale pour l'électricité	2.58	2.58	2.3 <i>performance énergie du chauffage électrique facilitée</i>
Facteur d'émission de l'électricité pour le chauffage (gCO2e/kWh)	210	210	79 <i>performance carbone du chauffage électrique facilitée</i>
Usages	5	7	6
Confort d'été	Tic ref Temp. int. conventionnelle	-	Degré Heure d'inconfort <i>Insertion d'un scénario caniculaire</i>
Besoin de froid	-	-	Bfr <i>Calcul systématique</i>
Analyse cycle vie	-	Approche statique Eges et Eges PCE Pondération parking	Approche dynamique Ic _{composant} et Ic _{énergie} Dépendant de la date d'émission Pondération combles et infra
Exigences de moyens	Idem RT2012		
Ventilation	-	-	<i>Contrôle des systèmes à réception (mesures)</i>
Perméabilité	Idem RT2012		
Conso énergie primaire non renouvelable	-	Bilan BEPOS	Cep_{nr} <i>Incite le recours aux EnR</i>



CONTENU DU PLUi

Qu'est-ce que le PLUi ?

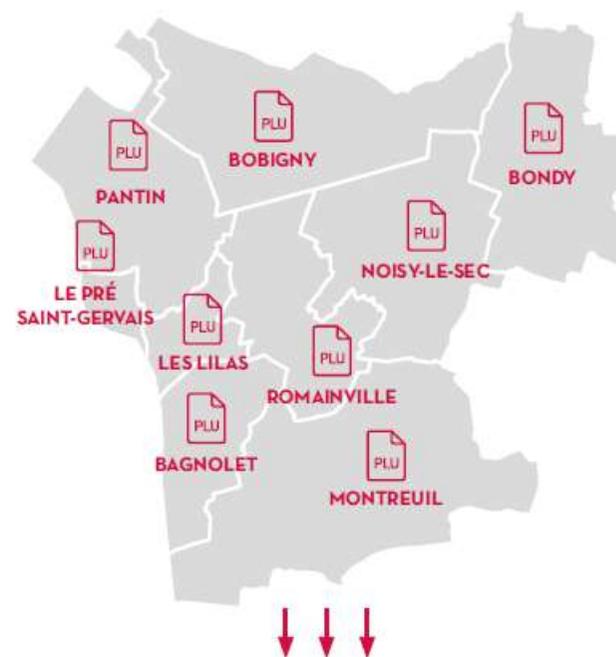


Un document stratégique qui définit le projet de développement du Territoire d'Est Ensemble pour les 15 prochaines années



Un document de planification qui fixe les possibilités de constructions sur le territoire

Les types de constructions (habitat, commerce, bureaux...)
Les hauteurs des bâtiments ;
Les proportions d'espaces verts ;
Etc...

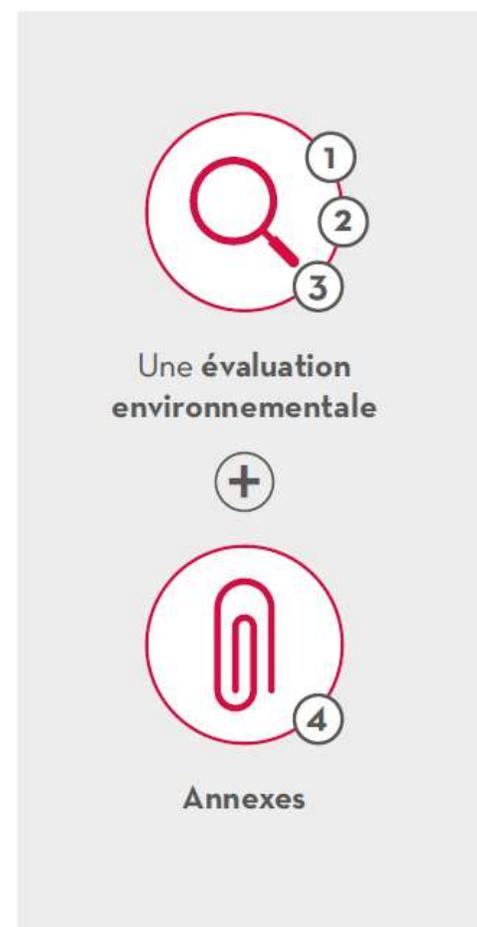
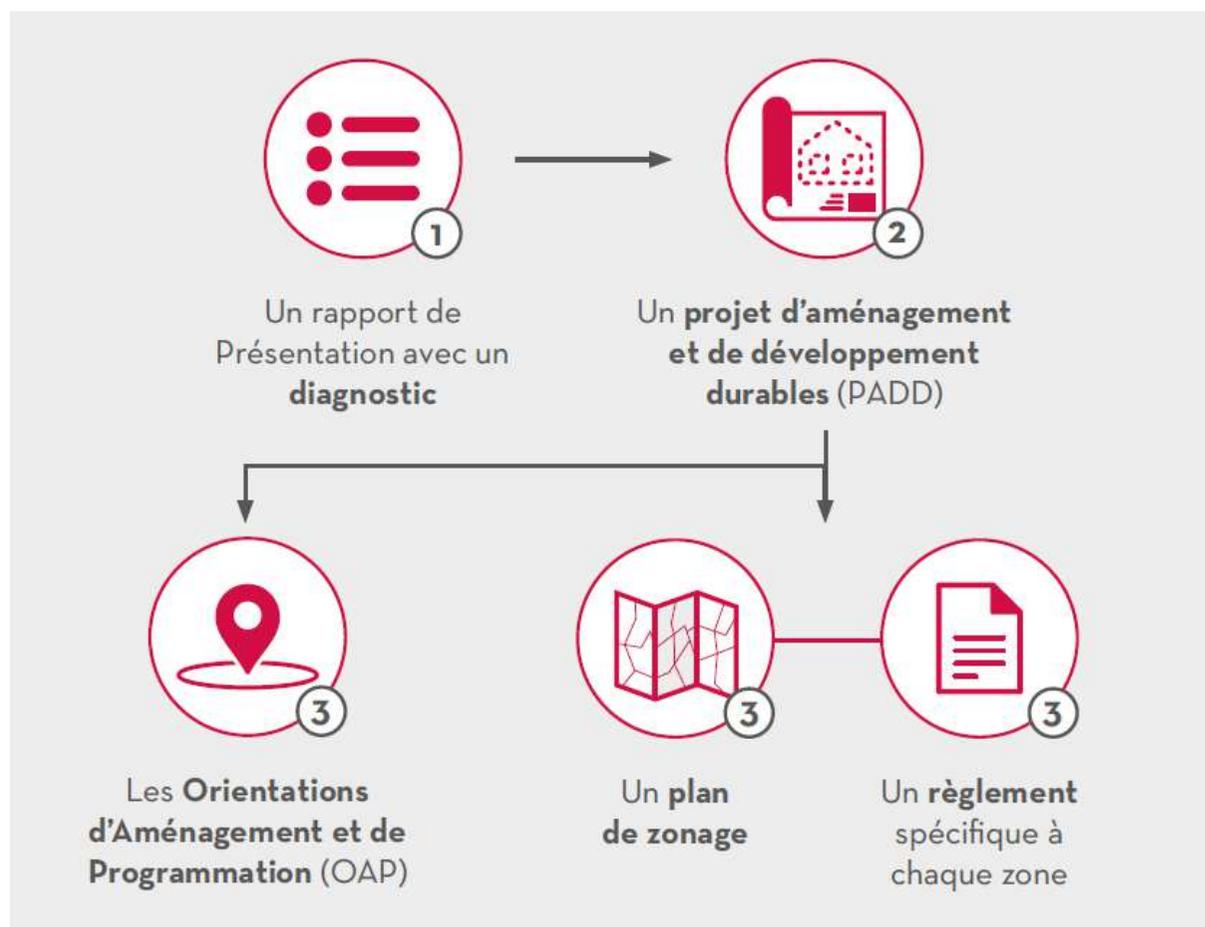


Depuis son approbation, le PLUi remplace les PLU de chaque commune.



CONTENU DU PLUi

Le PLUi, un document complexe, composé de plusieurs pièces ayant chacune leur rôle, et un enjeu particulier lié à l'évaluation environnementale, pour les futures évolutions du PLUi



Pour accéder aux documents c'est par [ici](#)



CONTENU DU PLUi

PADD

Le Projet d'aménagement et de développement durables (ou PADD) est le document pivot qui traduit la volonté politique des élus. Les objectifs de celui-ci s'inscrivent en responsabilité face au défi du dérèglement climatique et en faveur de la protection de l'environnement.

Le PADD est articulé autour de trois axes favorisant la transversalité :

Est Ensemble :
vers une ville
renaturée et de
qualité pour tous



Est Ensemble : l'héritage, la
résilience et la transition
écologique comme moteurs d'une
évolution maîtrisée

Est Ensemble :
main et le vivre ensemble
au cœur du projet

Extrait du PADD

« L'Héritage, la résilience et la transition écologique comme moteurs d'une évolution maîtrisée

[...]

Mettre en place une politique d'approvisionnement énergétique, exploiter les potentialités, prioritairement locales, des énergies renouvelables ou de récupération (solaire, photovoltaïque, éolien, bois-énergie, géothermie, chaleur fatale des bâtiments d'activités ou commerciaux,...) »



OBJECTIFS

Réduction des consommations énergétiques et production d'énergies renouvelables

La réduction des consommations énergétiques et la promotion des énergies renouvelables constituent un levier important pour améliorer la qualité énergétique des constructions.

Cet objectif se traduit à la fois dans le règlement et les OAP thématiques du PLUi d'Est Ensemble de manière transversale, afin de résoudre les injonctions contradictoires parfois rencontrées (nature en ville vs performance énergétique).

Propos général sur les ambitions énergie climat

mots clés : bien être commun, changement climatique, adaptation, intérêt général, etc.

Pourquoi promouvoir les énergies renouvelables : les systèmes de pompes à chaleur, la biomasse, la géothermie, le solaire

mots clés : énergie propre, renouvelable, disponible à tout moment, ressources locales, performance énergétique, amortissement rapide, faibles impacts paysagers, diversité des ressources biomasses, valorisation des déchets, cogénération, alimentation réseau et/ou particulier, faible encombrement, coût énergétique moindre, raccordement facile

Quel lien avec le PLUi ?

mots clés : cohérence des politiques publiques, incitation aux EnR, performance énergétique des bâtiments, concilier urbanisme et atténuation du changement climatique, ...

CONTENU DU PLUi

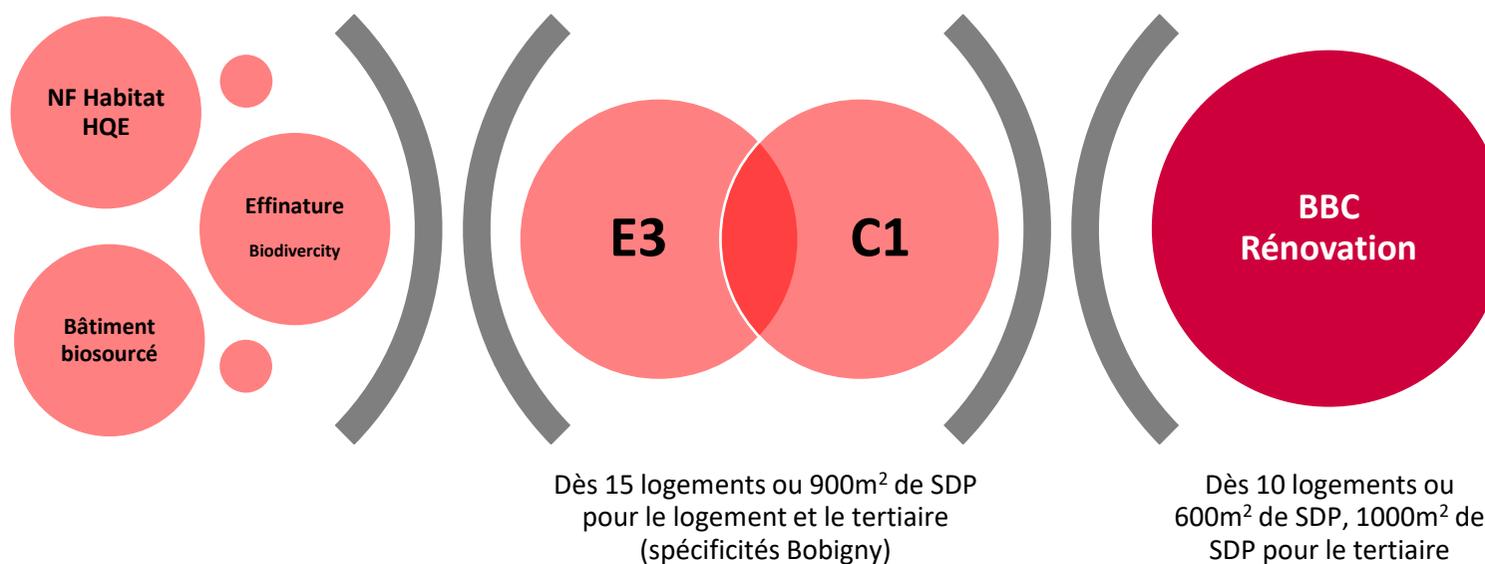
Point sur les niveaux d'ambition



Règlement du PLUi

Fixer l'ambition environnementale au niveau E3C1 du label E+C- ou équivalent

Massifier la rénovation énergétique du parc de bâtiments anciens au niveau BBC ou équivalent



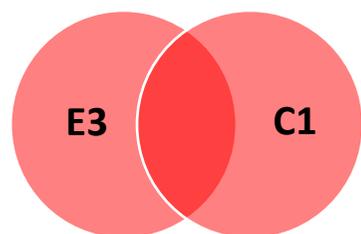
POUR EN SAVOIR PLUS : [lien vers le MOOC performances énergétiques](#)

CONTENU DU PLUi

Point sur les niveaux d'ambition



Règlement du PLUi



Constructions
neuves

+

NF
Habitat
HQE

Réhabilitation

BBC
Rénovation

Niveau E3C1 issu du label E+ C-

2 enjeux

Performance du bâtiment neuf en termes :

- de bilan énergétique (E)
- d'émissions de gaz à effet de serre (C)

E3 : Sobriété et efficacité énergétique et recours aux énergies renouvelables pour les besoins du bâtiment

C1 : Leviers de réduction de l'empreinte carbone sont à répartir entre les consommations énergétiques et les choix de matériaux.

Pas d'exclusion de vecteur énergétique ou mode constructif

Nf habitat HQE ou équivalent

- Axe Respect de l'environnement (Performance énergétique, réduction des consommations d'eau, usages des sols, ressources matières, biodiversité, déchets et changement climatique)
- Résilience : construire des logements résilients pour faire face aux aléas climatiques

Sur du bâti ancien, le label BBC Rénovation propose des objectifs de basse consommation énergétique à atteindre lors de travaux de rénovation.

Cette labellisation BBC Rénovation s'inscrit dans une logique de construction durable et les travaux réalisés peuvent permettre d'importantes économies d'énergie.

COMPARAISON DES LABELS

Point sur les niveaux d'ambition



LABEL	RT 2012 -15%	RT 2012 -20%	RT 2012 -30%	RT 2012 -40%	Niveau maximum
E+C-	E1C1	E2C1/2	E3C1/2	E4C1/2	E4C2
HQE bât. Durable 2016		Performant	Excellent	Très perf.	Exceptionnel
BBCA - Bât. Bas Carbone	BBCA standard		BBCA performance	BBCA excellence	
Effinergie 2017			BBC	BEPOS < 15kWh/m ² /an	BEPOS + ENR = conso. tous usages
Passiv'Haus			Classic < 60kWh/m ² /an	Plus < 45kWh/m ² /an	Premium < 30kWh/m ² /an
BREEAM	Pass	Good		Very good	Oustanding
LEED	Certifié		Argent	Golg	Platinum
...					



CONTENU DU PLUI

Point sur les niveaux d'ambition

OAP thématique « environnement »

Atteindre le niveau 1 du label bâtiment biosourcé pour les « grands projets d'aménagement » :

Bâtiment biosourcé

Dans les ZAC et les PRU

Intégration d'une part significative de matière biosourcée : **matière issue de la biomasse animale ou végétale pouvant être utilisée comme matière première dans les produits de construction (laine, chanvre, bois, paille) dans une proportion de 18kg/m² de SDP.**



Bois



Laine de bois



Ouate de cellulose



Source : B2 Architectes (photo : Paul Kozlowski)

Poste de travaux	Epaisseur supplémentaire d'isolant entre RT globale et label BBC rénovation (cm de laine de bois)
Murs extérieurs	+ 3 cm
Combles perdus	+8,4 cm
Toiture-terrasse	+ 4,6 cm
Rampant sous toiture/plafond de combles	+ 6,1 cm
Plancher bas (ss-sol, vide sanitaire...)	+ 2,1 cm

Source : Indiggo

CONTENU DU PLUi

Réduction des consommations



OAP thématique « environnement »

Développer l'approche bioclimatique des projets d'aménagement et de construction :

- **Organisation du réseau viaire et découpage parcellaire** pour permettre une mobilisation optimale de l'ensoleillement
- **Limitation des masques et répartition des surfaces vitrées** afin de favoriser les apports solaires en hiver, au printemps et à l'automne, et de s'en protéger en été
- **Conception architecturale bioclimatique** par une distribution des espaces intérieurs adaptée pour assurer le confort en limitant le recours aux équipements consommateurs d'énergie (éclairage, chauffage, climatisation)
- **Orientation et pente des toitures** optimisées pour permettre l'accueil d'équipement solaire

INCLINAISON \ ORIENTATION	INCLINAISON			
	0°	30°	60°	90°
EST	0,93	0,90	0,78	0,55
SUD-EST	0,93	0,96	0,88	0,66
SUD	0,93	1,00	0,91	0,68
SUD-OUEST	0,93	0,96	0,88	0,66
OUEST	0,93	0,90	0,78	0,55

Orientations et pentes des toitures pour optimiser les apports solaires
Sources : Hespul



Position à éviter si elle n'est pas imposée par une intégration architecturale.
NB : Ces chiffres n'incluent pas les possibles masques qui pourraient réduire la production annuelle.

CONTENU DU PLUi

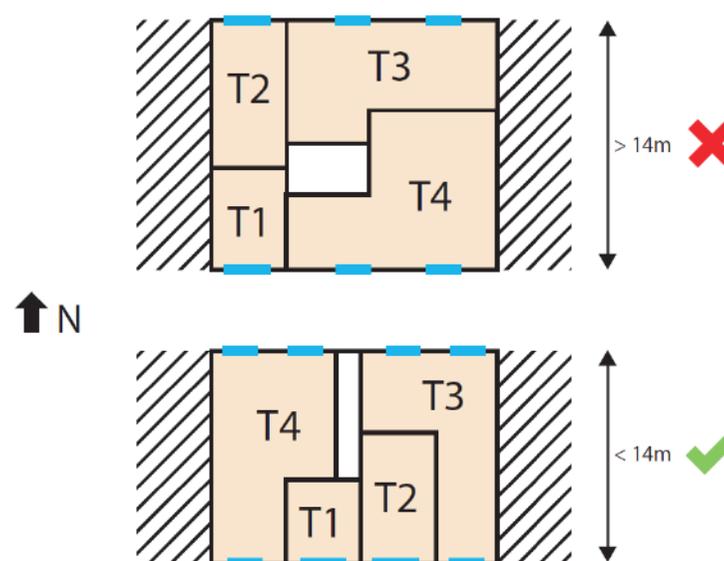
Réduction des consommations



OAP thématique « habitat »

Améliorer la qualité environnementale des logements et des bâtiments et développer des logements et bâtiments adaptés aux besoins de leurs occupants :

- Système efficace de ventilation naturelle, éclairage naturel des parties communes et des pièces de service ;
- Qualité de l'ensoleillement des pièces de vie (logements traversants, double orientation)
- Des logements variés et fonctionnels avec des superficies minimales, des espaces extérieurs privatifs à partir du T3
- Une anticipation de la gestion future, pour créer des bâtiments durables (entretien, simplicité de la gestion) et sobres (faibles consommations, faibles charges)



CONTENU DU PLUi

Production d'énergies renouvelables



Carte à mettre à jour en juin suite aux diagnostics PCAET

OAP thématique « environnement »

Promouvoir les énergies renouvelables

1^{er} gisement prioritaire : Le raccordement aux réseaux de chaleur vertueux (géothermie et énergie bois)

2^{ème} gisement prioritaire : Le solaire (photovoltaïque et thermique)

- Une attention particulière sera portée à l'aspect extérieur des constructions. Les dispositifs solaires devront être intégrés dans l'allure générale de la toiture.

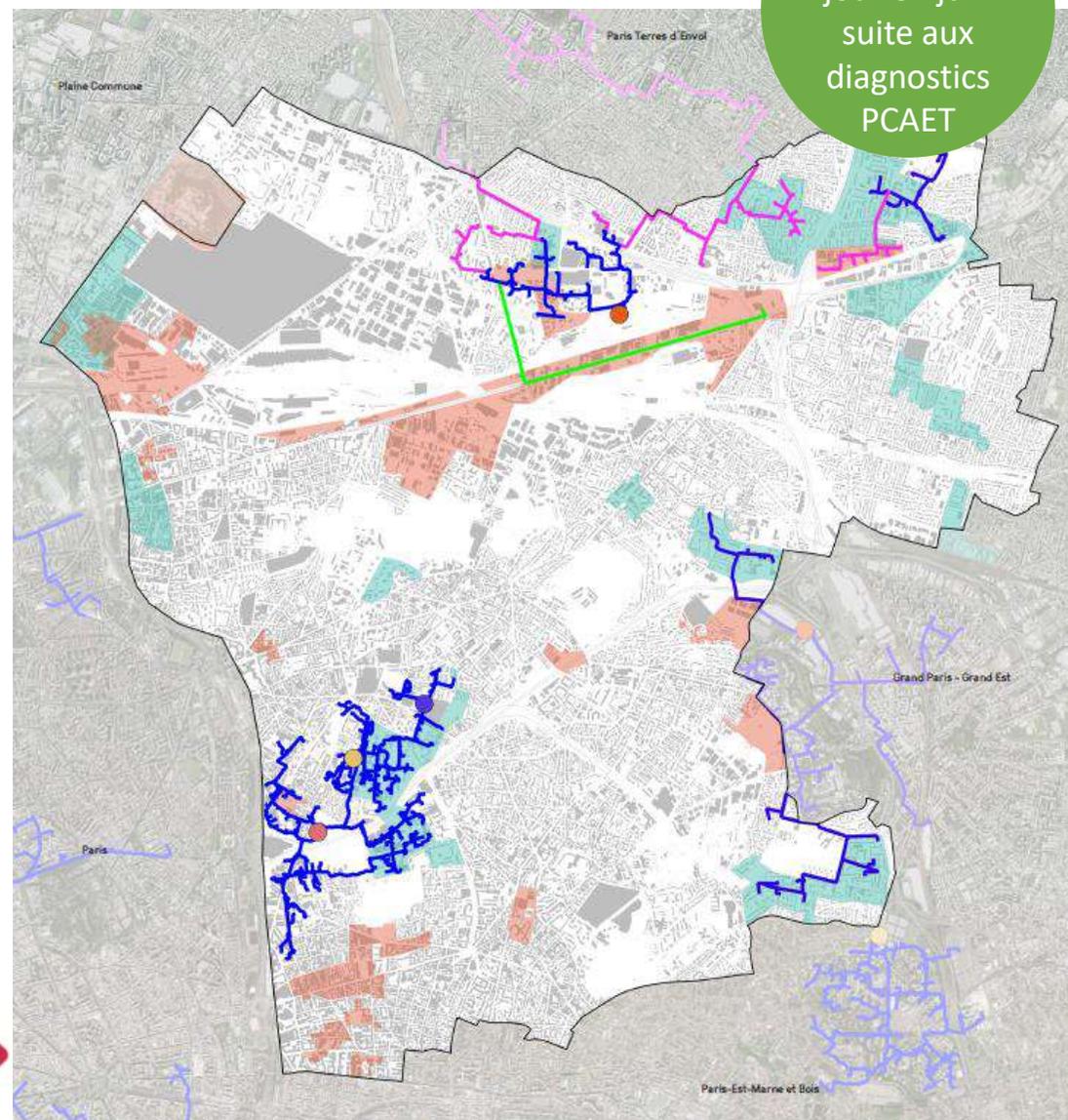
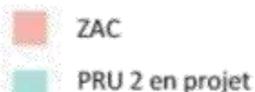
Chaufferie



Réseau de chaleur



Secteurs de projet



CONTENU DU PLUi

Adaptation au dérèglement climatique

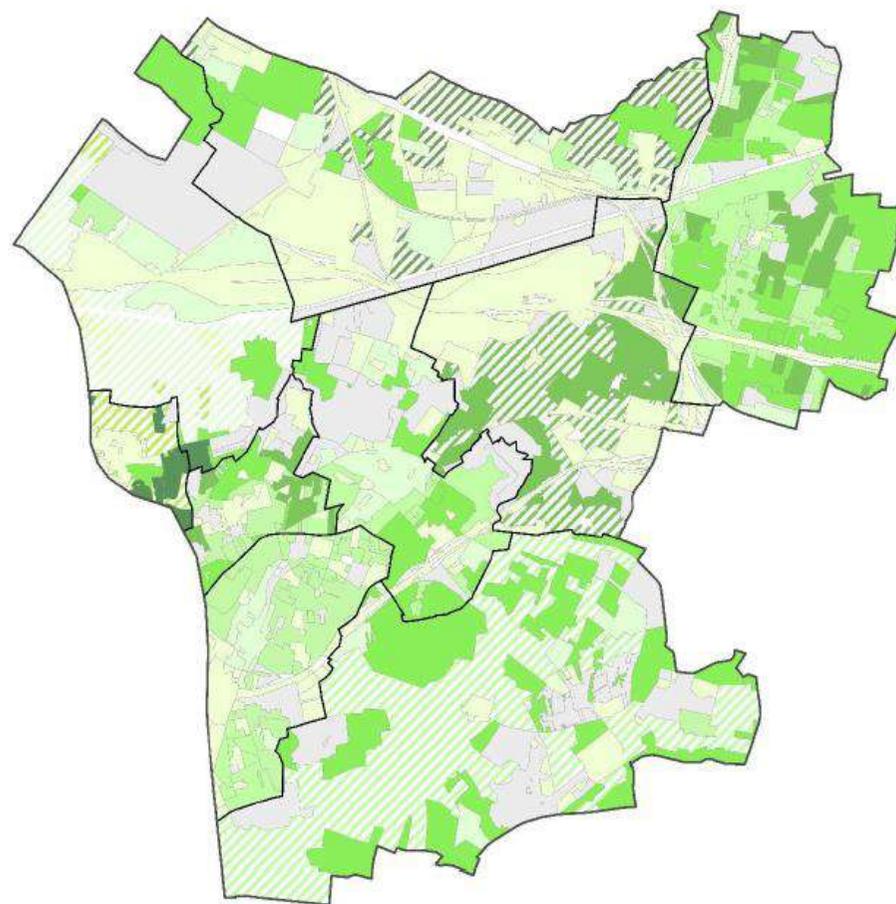


Règlement du PLUi

- **Pourcentage minimal de pleine terre ambitieux sur la quasi-intégralité du territoire, y compris dans les secteurs les plus denses où cette obligation s'élève au minimum à 15% :**

Obligations en matière d'espaces de pleine terre

 A : 15%	BP : bande principale / BS : Bande secondaire
 B : 20 %	 J : BP 20m : 15% min /BS : 50% min
 C : 25 %	 K : BP 20m : 20% min /BS : 50% min
 N ; D : 30 %	 L : BP 18m : 15% min /BS : 70% min
 E : 40%	 M : BP 18m : 25% min /BS : 70% min
 F : 50 %	 P : BP 15m : 15% min /BS : 60% min
 G : 60 %	 Q : BP 15 m : 15% min / BS 40% logement / 30% bureau
 I : 70%	 R : BP 18 m : 15% min / BS 55% logement / 40% autre
	 Secteur de projet spécifique



- **Plantation d'1 arbre à moyen développement / 100 m²** de pleine terre pour les unités foncières < 500 m², et 1 arbre grand développement ou 2 arbres moyen développement / 100 m² de pleine terre pour les unités foncières > 500 m²
- **Plantation d'1 arbre à grand développement pour 4 places de stationnement réalisées**, dans une fosse de 12m³ minimum par arbre

CONTENU DU PLUi

Adaptation au dérèglement climatique

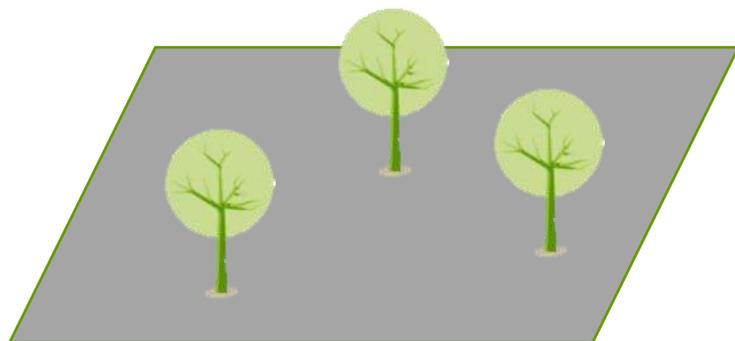


Règlement du PLUi

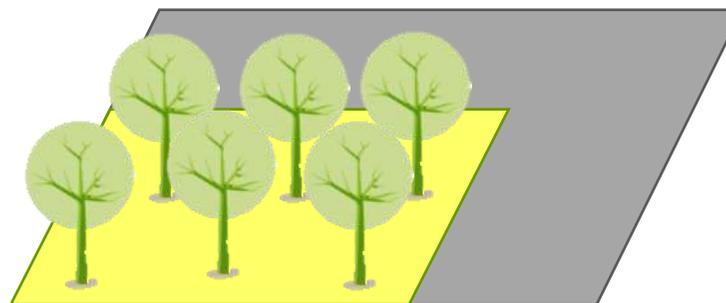
Zoom sur la démarche éviter / réduire / compenser en cas de présence d'arbres à grand développement sur le terrain :

- **Choix n°1** : Préservation des arbres existants (éviter)
- **Choix n°2** : Maintien d'une densité d'arbre suffisante (réduire)
- **Choix n°3** : Compensation par le remplacement par 2 arbres pour 1 abattu (compenser)

Exemple de compensation pour un terrain de 1000 m²



3 arbres existants



6 arbres plantés sur 400m² de pleine terre

CONTENU DU PLUi

Adaptation au dérèglement climatique



Règlement du PLUi

Atteindre le label Effinature niveau pass ou Biodiversity niveau base ou équivalent pour le résidentiel et le tertiaire (dès 15 logements ou 900m² de SDP) :



Intégration dans l'équipe de conception d'une compétence en écologie :

Effinature niveau pass met d'avantage l'accent sur la biodiversité :

- Préservation du sol vivant
- Développement du patrimoine végétal
- Réduction des impacts du projets
- Soutien de la faune locale
- Valorisation des compétences.

Biodiversity niveau base met l'accent sur les usages :

- Mener une stratégie biodiversité adaptée au projet immobilier
- Concevoir une architecture écologique
- Optimiser le potentiel écologique du projet par rapport à son contexte
- Développer les services rendus, pour le bien-être des usagers

CONTENU DU PLUi

Adaptation au dérèglement climatique



Règlement du PLUi

Développer une approche systémique et durable de la gestion de l'eau :

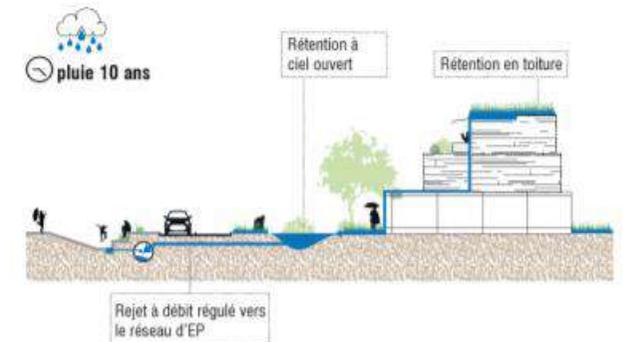
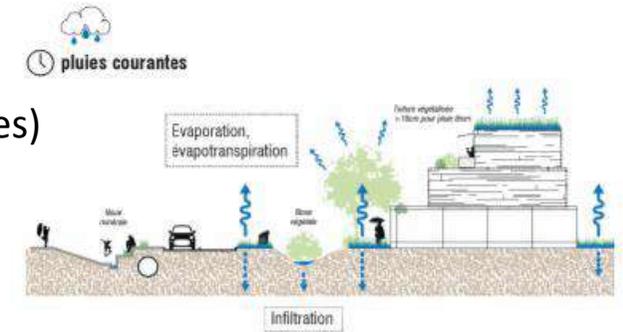
- « Zéro rejet » d'eaux pluviales au réseau pour les pluies courantes (80% des pluies)
- Gestion de l'eau à la parcelle, contrôle du débit de fuite



Source : Référentiel pour un Aménagement Durable

Illustration et conception : Conception et Aménagement

→ Plan du parc des Guillaumas, Noisy-le-Sec, inondable en cas de fortes pluies, il reçoit également une partie des eaux pluviales s'écoulant des programmes de logement qui le bordent.



Source : Référentiel pour un Aménagement Durable

© Franck Baudry/Est Ensemble

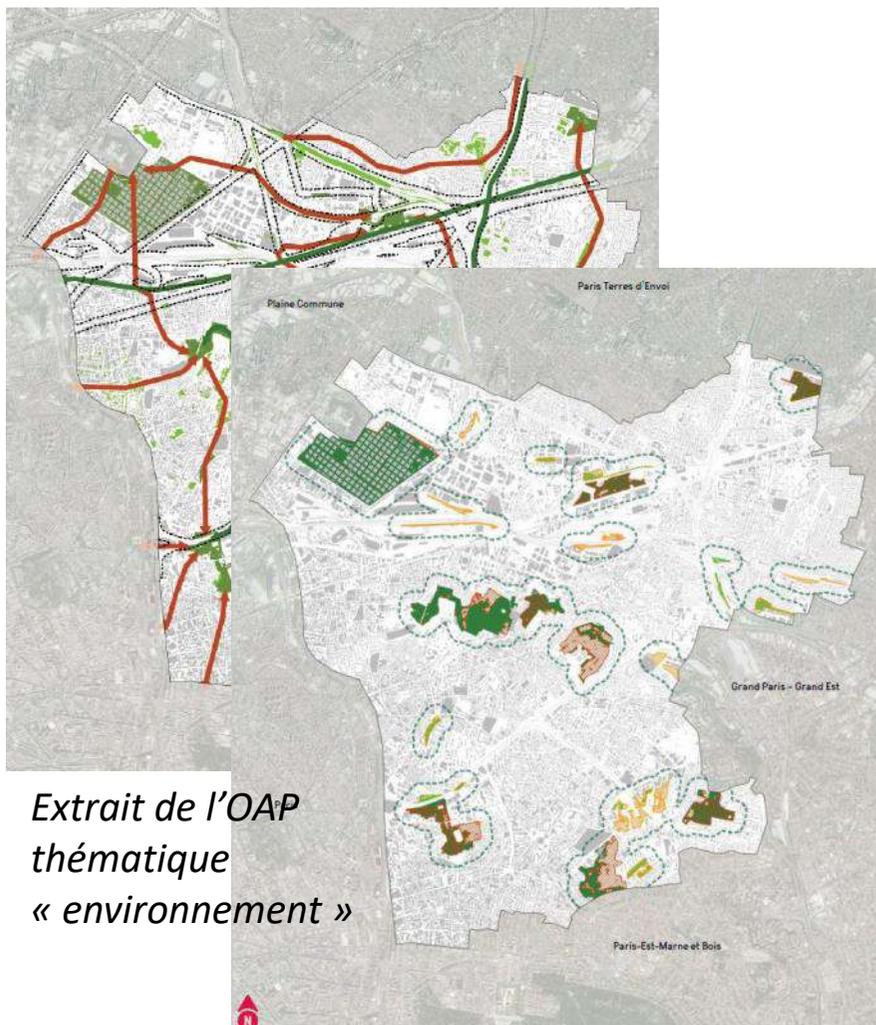


CONTENU DU PLUI

Adaptation au dérèglement climatique

OAP thématique « environnement »

Protéger les réservoirs de biodiversité et renforcer les continuités écologiques :



Réservoirs de biodiversité : Interdiction des affouillements et des remblaiements et préservation des éléments structurants qui les composent (arbres, alignements, mares, etc.).

Espaces tampon : Mise en place de clôtures permettant le passage de la petite faune ; aires de stationnement végétalisées et perméables, maintien des failles et création de niches et abris pour la faune dans le bâti.

Continuités écologiques : Préservation et/ou renforcement selon le type de continuités à intégrer dans les projets d'aménagement

Compensation écologique : Doivent être réalisées sur le territoire d'Est Ensemble. Le Parc des Hauteurs devra notamment être étudié en tant que site potentiel pour la compensation.



CONTENU DU PLUi

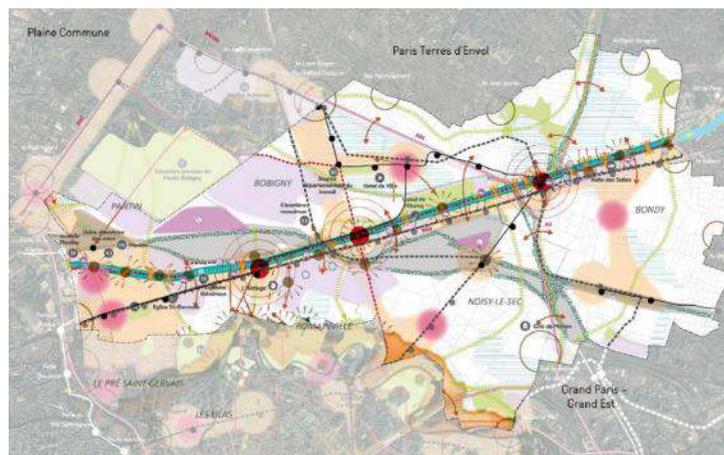
Adaptation au dérèglement climatique

OAP thématiques, territoires et sectorielles

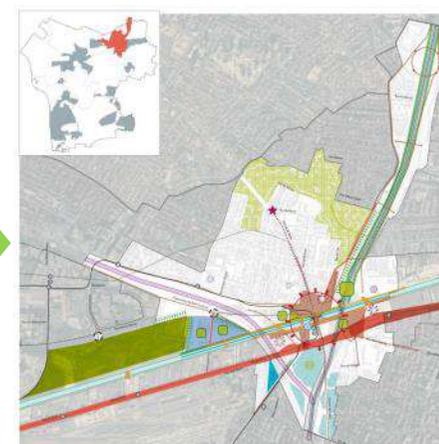
Traduction des réservoirs de biodiversité et des continuités écologiques à toutes les échelles dans les différentes OAP :



Extrait de l'OAP thématique
« environnement »
à l'échelle d'Est Ensemble



Extrait de l'OAP territoire
« Plaine de l'Ourcq » à l'échelle d'un des
territoires d'entraînement



Extrait de l'OAP
sectorielle
« Pont de Bondy »



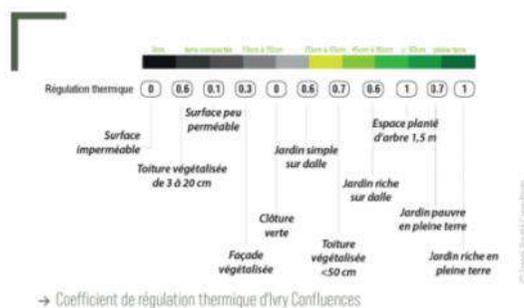
CONTENU DU PLUi

Adaptation au dérèglement climatique

OAP thématique « environnement »

Lutter contre le phénomène d'îlot de chaleur urbain (ICU)

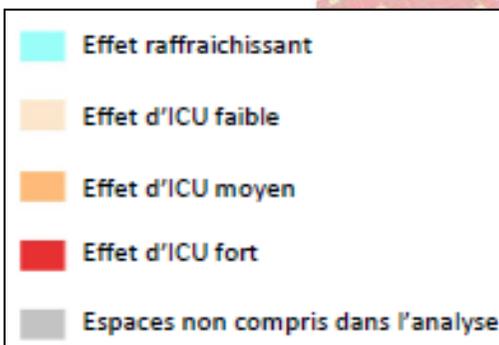
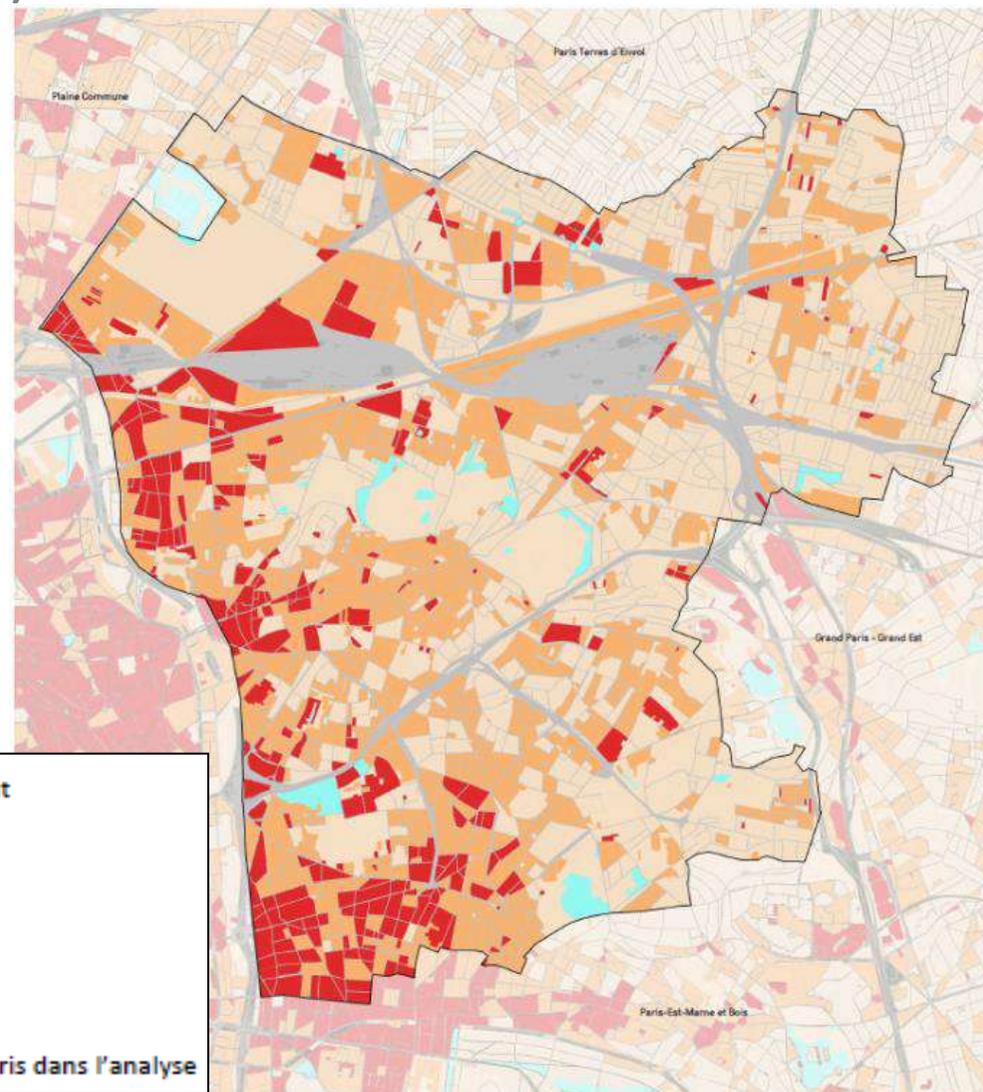
- Morphologie permettant la circulation de l'air
- Utilisation de matériaux clairs ou à forte inertie thermique
- Alternative à la climatisation
- Surfaces de pleine terre et matériaux perméables
- Densité et diversité de végétation
- Gestion intégrée des eaux pluviales



→ Coefficient de régulation thermique d'Ivry Confluences



→ Les espaces publics de la Cité Blanqui de Bondy offrent une végétation dense et des espaces minéraux ombragés par des arbres de haute tige.



CONTENU DU PLUI

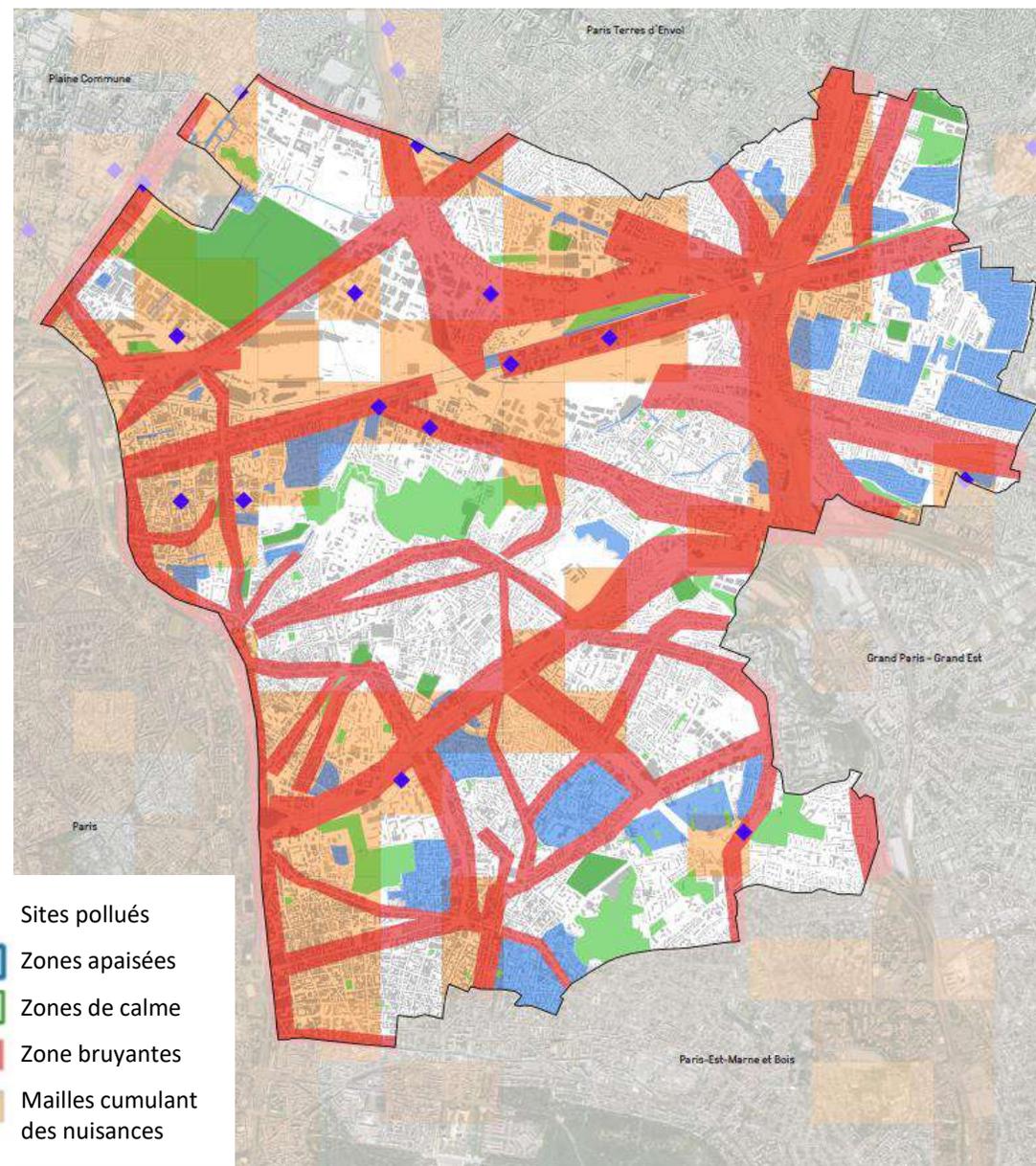
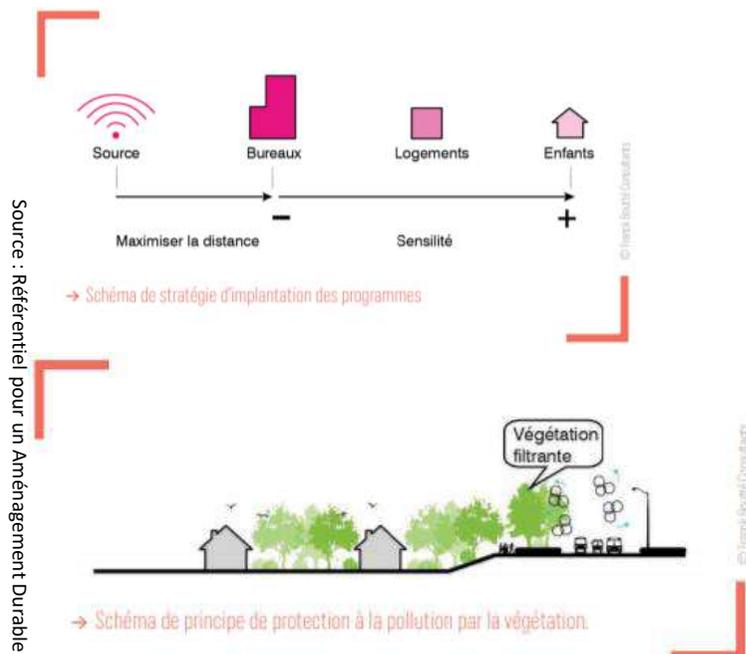
Résilience et santé



OAP thématique « environnement »

Promouvoir un urbanisme favorable à la santé

- S'éloigner et se protéger des sources de bruit et de pollution de l'air (équipements les plus sensibles et logements)
- Renforcer la végétalisation des zones bruyantes et polluées
- Réduire l'exposition aux nuisances et promouvoir un cadre de vie sain



BOÎTE À OUTILS ENR

PAR ORDRE DE PERTINENCE AU REGARD DU TERRITOIRE



BOITE A OUTILS Géothermie



Schéma de principe d'un réseau de chaleur

Source ADEME



QUELQUES CHIFFRES ECONOMIQUES

Coût d'installation :

Dans le collectif, hors subvention, les solutions EnR ayant le plus fort potentiel de développement (biomasse, solaire thermique ou géothermie de surface) sont plus coûteuses que les solutions gaz. [...] La géothermie profonde (15 -55€/MWh) [...] a elle, un coût de production très compétitif, mais son potentiel de développement est plus limité et nécessite le développement d'un réseau de chaleur pour être exploitée.

Source ADEME

Coûts pour les usagers :

- en moyenne nationale, le prix du chauffage par réseau de chaleur est de 74,6€HT/MWh, et 74,3€HT/MWh si le réseau utilise plus de 50% d'énergies renouvelables et de récupération.
- l'écart entre les réseaux les moins chers et les réseaux les plus chers est très marqué : les prix varient de 25€HT/MWh à environ 120€/MWh
- en moyenne et en coût global sur un logement type, le chauffage par réseau de chaleur est au niveau des solutions de chauffage au gaz (de l'ordre de 1100€/an TTC pour un appartement moyen), mais il présente en outre des atouts environnementaux
- Sur Est Ensemble, le prix de la chaleur est en moyenne de 75 € TTC/MWh : le prix de la chaleur allant de 62,5€HT/MWh à 110€HT/MWh

Source : Enquête annuelle Amorce

Canalisations : quelques ordres de grandeur

- Zone dense : ≈ 1000€/m à 1500€/m
- Zone en cours d'aménagement : ≈ 300€/m
- Un réseau moyen dessert 500-1000 logements/kilomètre
- Coût d'usage : ≈ 6€/MWh

Source : Conseil Général des Mines, 2006



Est
Ensemble
Grand Paris

LES ATOUTS DES RESEAUX DE CHALEUR

- la **stabilité des prix de vente** de la chaleur livrée (d'autant plus importante que la part des énergies renouvelables sur le réseau est élevée) ;
- la capacité d'un réseau à faire basculer très rapidement tous ses usagers vers des **modes de chauffage vertueux** (+ de 50 % d'EnR) ;
- la mobilisation de sources d'énergie locales, territoriales : **contribue à l'économie locale** ;
- la chaleur directement utilisable par les usagers : **centralisation de la maintenance** ;
- l'approche technico-économique réalisée systématiquement en **coût global** par les porteurs de projets avant le lancement (investissement et exploitation) ;
- la **qualité de l'air et la maîtrise des émissions polluantes** sur les productions centralisées soumises à des quotas très stricts compte tenu de leurs tailles significatives.
- Les bâtiments avec une chaufferie collective (gaz par exemple) peuvent être **raccordés à un réseau de chaleur à posteriori** sous certains critères (accessibilité chaufferie, émetteurs basse température...). L'idéal est de construire « prêt à raccorder ».

Est Ensemble possède sur ce sujet un cahier de prescriptions en lien ci-dessous. Ces prescriptions sont à compléter par des prescriptions spécifiques à chaque opérateur et chaque réseau. LIEN > [ici](#)

Début 2021, la future centrale de géothermie profonde d'Illkirch-Graffenstaden (Bas-Rhin) alimentera un réseau de chaleur urbain, des process industriels et produira également de l'électricité renouvelable.

Cette centrale géothermique exploite des forages profonds à près de 3 400 mètres dans le sous-sol rhénan, où circule une eau à 150°. Elle devrait produire chaque année jusqu'à 50 000 MWh de chaleur et 22 000 MWh d'électricité d'origine renouvelable, évitant ainsi plus de 11 000 tonnes d'émissions de CO2.

Les énergies renouvelables représentent aujourd'hui environ 16 % de la consommation de l'Eurométropole de Strasbourg et devraient passer à 20 % en 2020. L'agglomération ambitionne d'être alimentée à 100 % en énergies renouvelables à l'horizon 2050.

La centrale représente un investissement de près de 40 M€ aidé à hauteur de 4,9 M€ par l'Ademe dans le cadre du fond chaleur.



Ville de Bobigny

A Bobigny et Drancy, le Sipperec a débuté le forage d'un puit de géothermie à 2 100m de profondeur dont la mise en service est prévue courant 2021.

Celui-ci permettra d'alimenter à 60% un nouveau de réseau de chaleur s'étendant sur 25km et desservant 20 000 équivalents logements.

A terme, ce nouvel ouvrage devrait permettre d'économiser 30 000 tonnes de CO2 par an.

Ce nouveau puit de géothermie représente un investissement de 70,5 millions d'euros. Il s'agit du puit géothermique le plus profond de France.



RESSOURCES

- Centre de ressources pour la chaleur renouvelable et l'aménagement énergétique des territoires – Cerema
- Guide de l'utilisateur du chauffage urbain – ADEME
- Réseaux de chaleur et Bois énergie – Fiche pratique – Hespul
- www.energies-renouvelables.org



Le classement d'un réseau de chaleur ou de froid

Le classement d'un réseau de chaleur ou de froid est une procédure permettant de définir des zones à l'intérieur desquelles toute nouvelle installation doit être raccordée au réseau.

La procédure de classement d'un réseau de chaleur ou de froid permet de rendre obligatoire le raccordement à ce réseau, pour les nouvelles constructions implantées sur des secteurs préalablement définis. Les contours et les modalités du classement des réseaux de chaleur et de froid ont été redéfinis en 2010.

Conditions et principe de fonctionnement d'un réseau de chaleur ou de froid

Le classement d'un réseau n'est possible que si trois conditions sont respectées :

- le réseau est alimenté à au moins 50% par des énergies renouvelables ou de récupération ;
- un comptage des quantités d'énergie livrées par point de livraison est assuré ;
- l'équilibre financier de l'opération pendant la période d'amortissement des installations est assuré.

Le classement automatique à compter du 1^{er} janvier 2022 (décret d'application en cours)

La loi énergie-climat du 9 novembre 2019 rend le classement des réseaux de chaleur obligatoire à compter du 1er janvier 2022, lorsque ces derniers respectent les critères de la procédure, qui restent inchangés.

Les collectivités peuvent toutefois refuser ce classement par délibération motivée.

Les décrets d'application ne sont pas encore finalisés mais trois possibilités se dessinent :

1. La collectivité classe le réseau selon les critères définis dans les arrêtés
2. La collectivité classe le réseau en définissant les modalités et périmètres de classement
3. La collectivité refuse de classer le réseau et rédige une délibération motivée.

=> **Les classements des réseaux de chaleur devront être traduits dans le PLUi (après classement)**

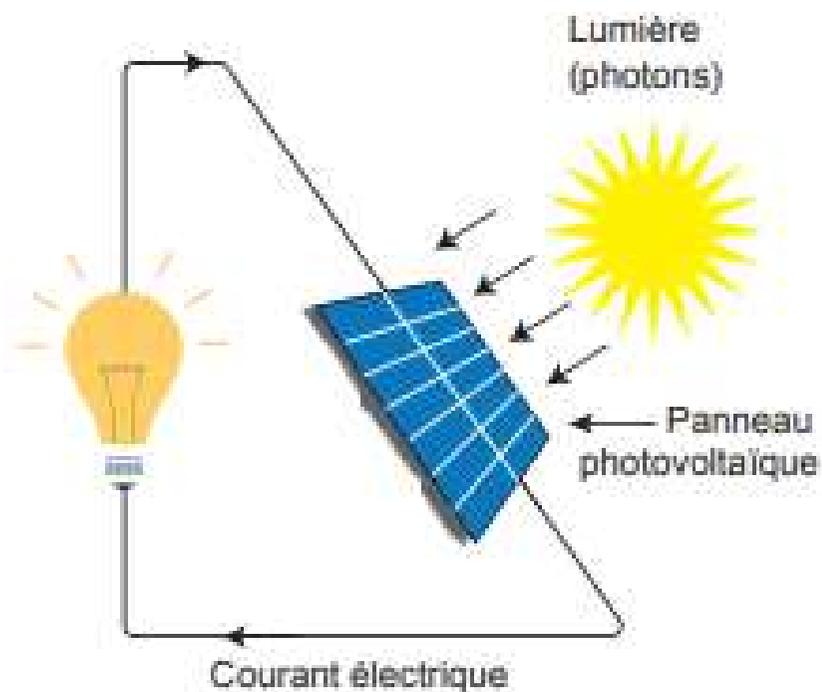
BOITE A OUTIL

Solaire photovoltaïque et thermique

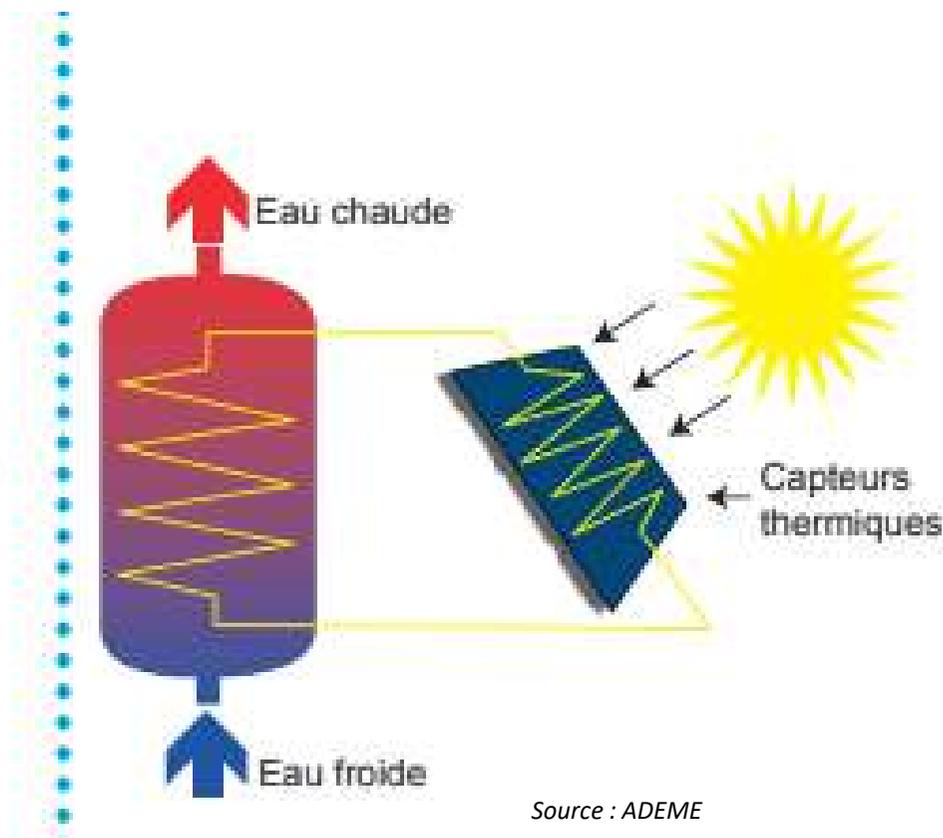


Schéma de principe des installations solaires

Photovoltaïques



Thermiques



Source : ADEME



QUELQUES CHIFFRES ECONOMIQUES

Foyer exemple: Pour un foyer de 3 occupants, résidant dans une maison de 100m², la consommation électrique sera d'environ 4 100 kWh/an (hors chauffage mais avec eau chaude sanitaire). Il lui faudra installer une structure photovoltaïque produisant 4,1 kWc soit entre 20,5 et 32,8m² de panneaux photovoltaïque.

Si notre foyer décide d'installer une structure solaire thermique pour ses besoins en eau chaude sanitaire, il faudra prévoir 3,3m² de panneaux thermiques. Si cette installation thermique est également prévue pour le chauffage de la maison, il faudra prévoir 13,3m² de panneaux thermiques.

Coût d'installation de panneaux photovoltaïques :

- 2 500 à 2 800 € le kWc posé soit entre 10 250€ et 11 480€ pour notre foyer exemple.
- Si l'installation n'est pas en autoconsommation totale, il faut également compter :
 - 500 à 1 500 € de frais de raccordement ;
 - 160 € pour le contrôle de conformité de l'installation électrique ;
 - 50 € pour la mise en service.

Source ADEME

Coût d'installation de panneaux thermiques

- 1 000 € HT/m² soit 3 300€ pour notre foyer exemple si seulement eau chaude sanitaire et 13 300€ si chauffage.
- Coûts de maintenance: 80€ à 600€ par an par système.

Source ADEME

Couverture des besoins :

- L'implantation de systèmes solaires thermiques collectifs permet de couvrir 40% à 70% de la consommation en Eau Chaude Sanitaire.
- Dans le cas d'installation photovoltaïque en autoconsommation avec revente du surplus, en moyenne sur l'année, 20% à 40% de l'électricité produite est consommée et 60% à 80% revendue...

Source ADEME et Institut National de la Consommation

LES ATOUTS

- La **facilité d'implantation** des installations solaires.
- La **stabilité des prix de rachat en autoconsommation avec revente du surplus** de production photovoltaïque : 0,10 € / kWh pour les installations inférieures ou égales à 9 kWc.
- Un panneau solaire a **une durée de vie importante**, en moyenne 30 ans.
- **Peu de maintenance pour une installation solaire photovoltaïque.**
- Le solaire thermique peut **alimenter les réseaux de chaleur fonctionnant aux énergies renouvelables**. Il s'agit d'amorcer une 1^{ère} mutation de réseaux 100% gaz, lorsque la mise en place d'une chaufferie biomasse est difficile ou bien de venir en complémentarité du bois-énergie.
- Pour le solaire thermique, les **coûts de production de la chaleur sont compétitifs**, 50€/MWh pour une centrale de plus de 10 000 m² à 80€/MWh pour une centrale de moins de 2 000 m².
- Possibilité de mise en place de **Systèmes Solaires Combinés** eau chaude sanitaire et chauffage.

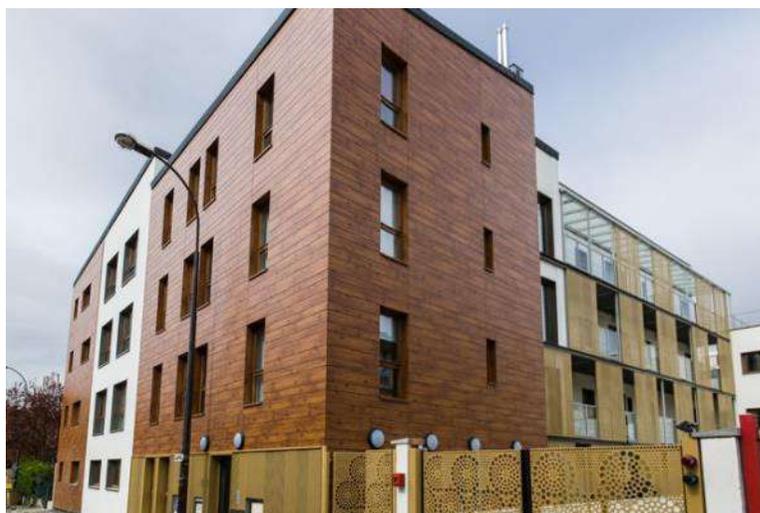
LES INCONVENIENTS

- Il existe une problématique de **masques solaires** (végétation, autres bâtiments, etc.) qui limite la performance des panneaux.
- Enjeu important d'**insertion architecturale**.
- Conflit d'**usage des toitures**, concurrence avec la végétalisation ou l'utilisation des toits par les habitants.
- **Instabilité des prix de rachat pour la vente en totalité**, revus chaque trimestre et en forte décroissance depuis 2011.
- Selon la période de l'année et l'heure de la journée, la **production d'électricité/d'énergie est très variable** et ne permet pas une constance dans la couverture des besoins.
- Une installation solaire photovoltaïque n'est **rentable qu'à partir de 10 à 20 ans**

Le Centre hospitalier de Carcassonne, déjà équipé d'une centrale biomasse et de 230m² de capteurs solaires thermiques pour l'Eau Chaude Sanitaire, a choisi de s'équiper en 2014 en solaire photovoltaïque.

Ainsi, l'hôpital a investi 7 millions d'euros dans l'installation de 24 000m² d'ombrières photovoltaïques sur son parking, soit 14 000 panneaux permettant de produire 5,5GWh/an.

Cet investissement permet en partie de participer à l'autonomie électrique de l'hôpital qui autoconsomme une part de l'électricité produite à hauteur de 250KwC (soit la consommation électrique de 1 100 foyers). Il contribue également au système de rechargement des véhicules électriques et génère des revenus complémentaires pour l'hôpital (revente du surplus électrique produit).



En 2013, Bouygues Immobilier a livré, sur la commune de Montreuil, **la résidence l'Avance**, 1^{ère} résidence à énergie positive d'Ile-de-France.

Avec 270m² de panneaux photovoltaïques intégrés à la toiture, le bâtiment produit 43,72KWh/m²/an d'énergies alors qu'il n'en consomme que 41,39KWh/m²/an.

En plus des panneaux solaires, la toiture est également en partie végétalisée.



RESSOURCES

- Le Solaire thermique – installations d'eau chaude sanitaire collective, ADEME, novembre 2016
- Le Solaire thermique, ADEME, août 2020
- Le Solaire photovoltaïque, ADEME, août 2020
- Rénovation/Construction – L'électricité solaire – Mener à bien un projet photovoltaïque pour sa maison, ADEME, septembre 2019
- Autoconsommation photovoltaïque – Comment produire de l'électricité et la consommer chez soi, info-énergie Occitanie, février 2019
- Panneaux photovoltaïques: revendre ou autoconsommer ?, INC, avril 2020
- Le photovoltaïque, l'investissement reste-t-il rentable ?, Mediapart, mars 2019

BOITE A OUTILS

Pompes à chaleur en aérothermie et géothermie superficielle

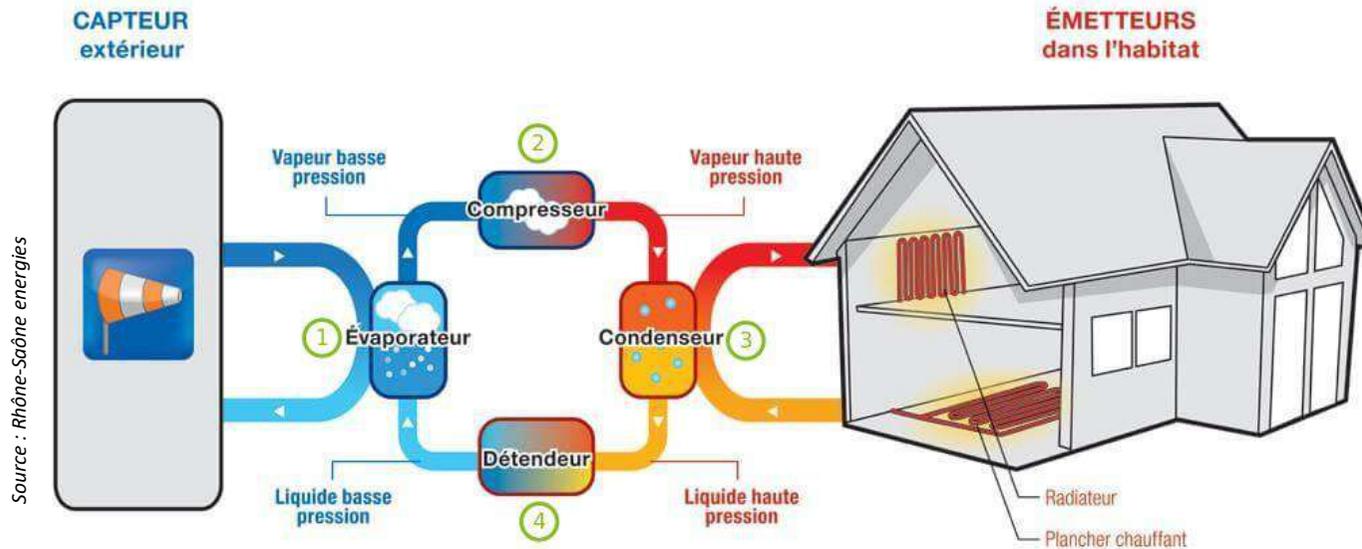
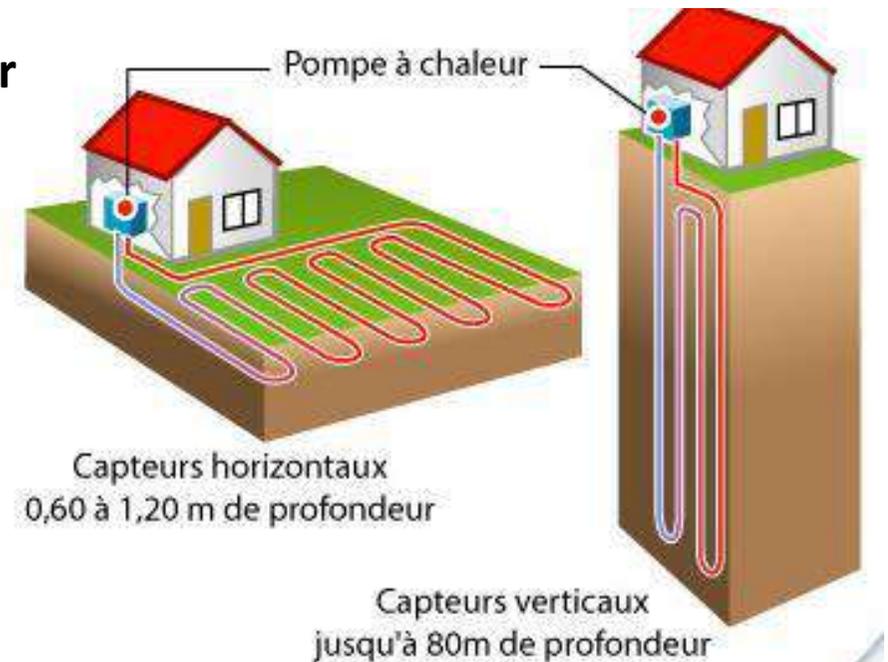


Schéma de principe des systèmes de pompes à chaleur

En Géothermie de surface et sur sonde superficielle





QUELQUES CHIFFRES ECONOMIQUES

Coût d'installation d'un système de pompe à chaleur

- Pour une pompe à chaleur en aérothermie : entre 60 et 90 € TTC/m² chauffé
- Pour une pompe à chaleur en géothermie de surface : entre 70 et 140 € TTC/m² chauffé
- Pour une pompe à chaleur sur sonde superficielle ou sur nappe : entre 80 € et 190 € TTC/m² chauffé.

Source ADEME et calculeo.fr

Coût de fonctionnement d'une pompe à chaleur

- 3 à 7 € / m² par an hors abonnement d'électricité

Source ADEME

LES ATOUTS

- Pour 1KW d'énergie électrique utilisée par la pompe à chaleur, 3 à 6 kW d'énergie est restituée. La pompe à chaleur est donc un système **très performant**.
- **Pour les pompes à chaleur géothermiques : amortissement rapide de l'investissement**, division des dépenses par 3 à 4 par rapport à un chauffage électrique, du fait que la source d'énergie soit d'origine naturelle (sous-sol).
- Couvre **60% à 70% des besoin énergétiques** d'une construction.
- Il existe de nombreuses **aides financières** pour l'installation de ces systèmes.
- **Constance de la performance** des systèmes de pompes à chaleurs géothermiques.
- Certains systèmes permettent également de **produire du froid**.

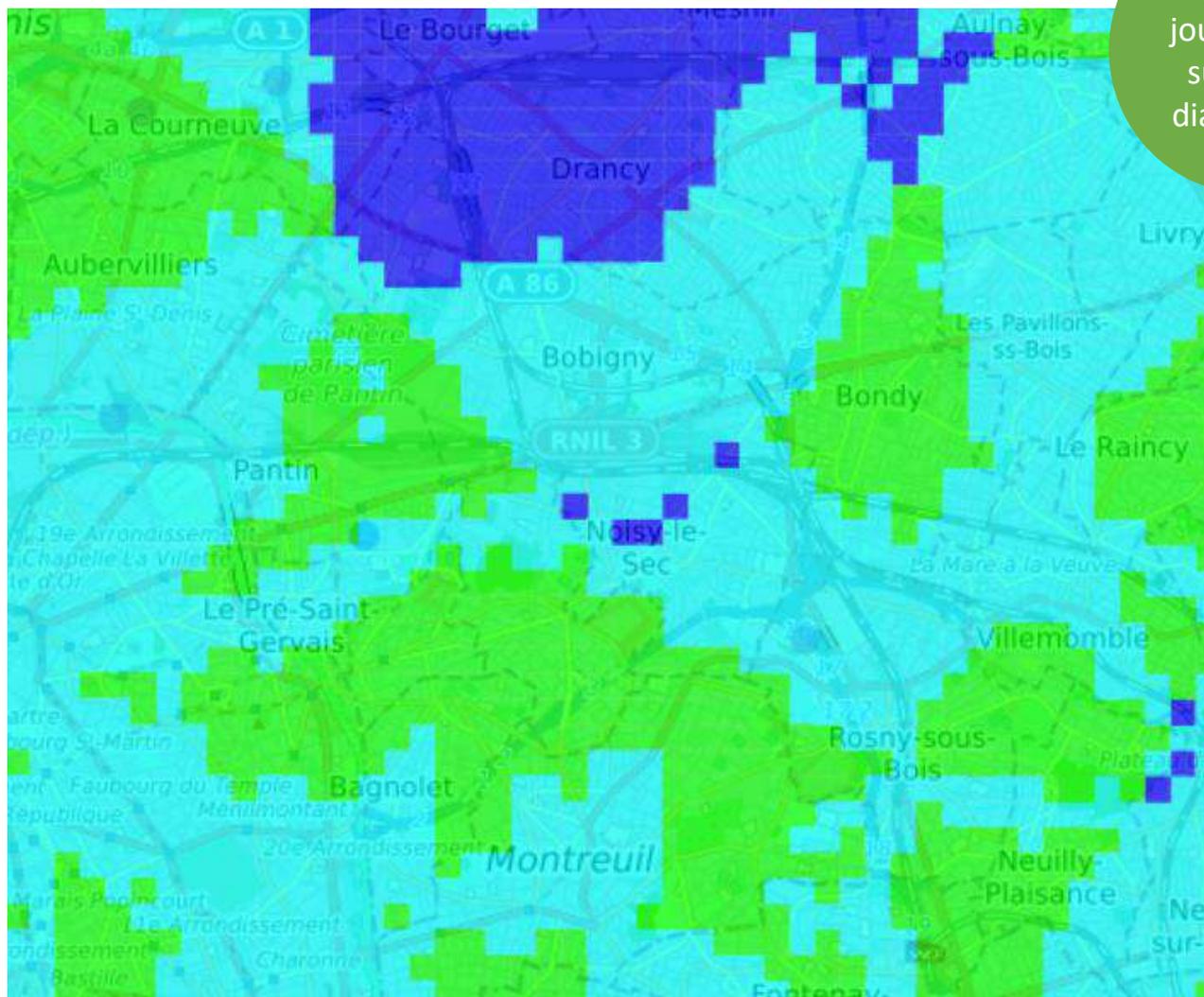
LES INCONVENIENTS

- **Utilisation d'une source d'énergie tiers**, gaz ou électricité pour le fonctionnement de la pompe.
- **Investissement** de départ très élevé et **contrôle annuel** de l'installation.
- **Nature du sol contraignante** (sol meuble) pour les systèmes de surface et sur sonde.
- Le système est complexe et sa **mise en place difficile** et **une étude thermique poussée** est nécessaire avant l'installation d'une pompe à chaleur.
- Les systèmes en aérothermie créent des **nuisances sonores** et ont une **insertion architecturale complexe**.
- Le bon fonctionnement du système nécessite une bonne **qualité d'isolation du bâtiment**.
- **Variation de la performance en aérothermie** selon la température de l'air.
- La géothermie de surface entraîne une **mobilisation importante de foncier**.



Le potentiel du territoire d'Est Ensemble

Carte à mettre à jour en juin suite aux diagnostics PCAET



Ressources géothermiques de surface sur système ouvert (nappe en Ile de France)



Source : geothermies.fr

La réhabilitation et l'extension de la **piscine Leclerc à Pantin** sera l'occasion d'implanter une pompe à chaleur à absorption qui permettra, à horizon 2022, de produire du froid combinée à l'installation d'une chaufferie biomasse pour le chauffage des locaux et des bassins et à la mise en place de 700m² de panneaux photovoltaïques pour la production électrique.

Ces dispositifs permettront à la piscine d'atteindre le niveau E3C1 de conception environnementale.

Aujourd'hui, chaque bassin consomme l'équivalent de 4 590 kWh/m² d'énergie primaire, cette rénovation thermique permettra une baisse conséquente de cette consommation à 3 000 kWh/m² (plus de 15% d'économie d'énergie).



Département de Seine-Saint-Denis

Depuis 2011, une installation de pompe à chaleur géothermique permet d'alimenter en chauffage la **résidence locative Rouget de Lisle à Pantin** (151 logements) à l'aide d'un système de planchers chauffants.

Les besoins énergétiques annuels (1080 MWh) sont assurés à plus de 80% par cette pompe à chaleur.

L'installation de ce système a coûté 759 000 € HT financé à hauteur de 210 000 € HT par des subventions. Cet investissement a été amorti 6 ans après la mise en place du système.

Cela a permis une baisse des charges de 59% par an, soit 7,34€/m²/an et a permis d'éviter l'émission de 230 tonnes de CO₂ par an.



RESSOURCES

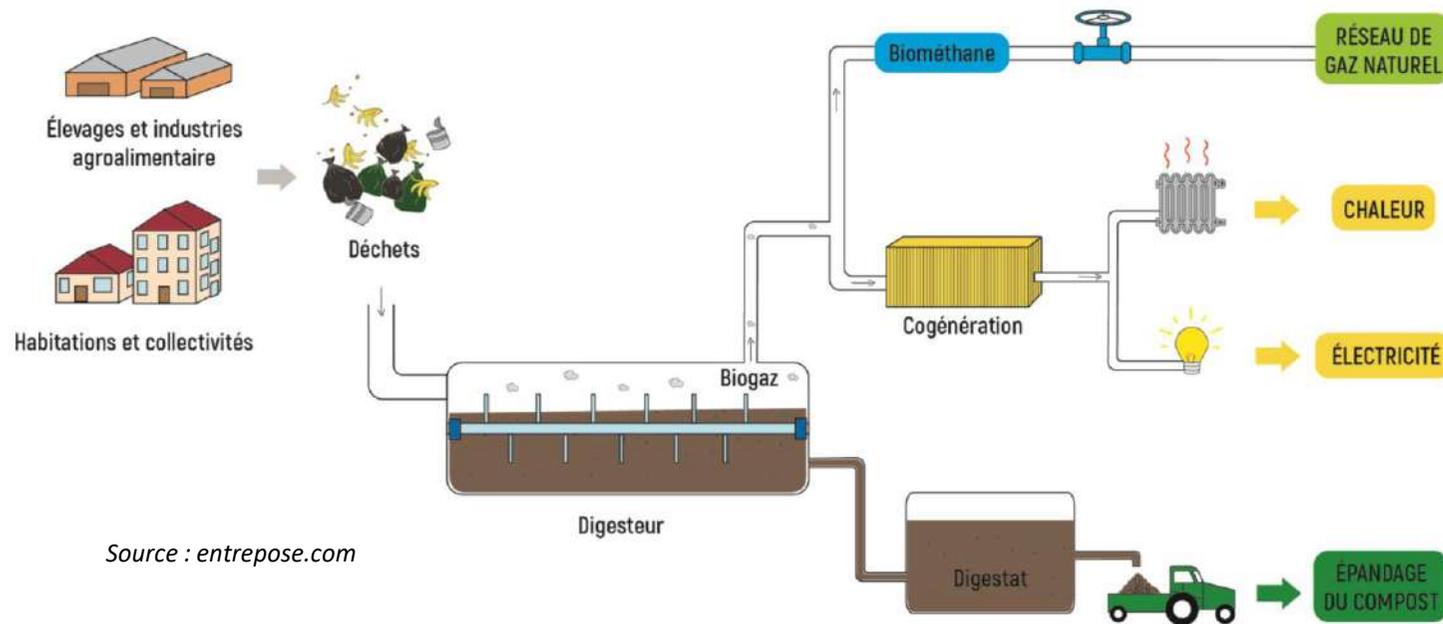
- Pompes à chaleur : avis de l'ADEME, ideesmaison.com, 2007
- Les Fiches techniques de l'ADEME - Les pompes à chaleur électriques pour l'habitat individuel, ADEME, juin 2012
- Les pompes à chaleur, conseils-thermiques.org, 2012
- Économies d'énergie : la pompe à chaleur en chiffres, lenergietoutcompris.fr, novembre 2016
- Résidence Rouget de Lisle PANTIN (93) – Géothermie sur nappe pour résidence locative, Association Française des Professionnels de la Géothermie, mai 2013
- MPGP Réhabilitation & extension de la Piscine Leclerc, Construction du nouveau Conservatoire à Pantin, amoes.com

BOITE A OUTILS

Energie biomasse

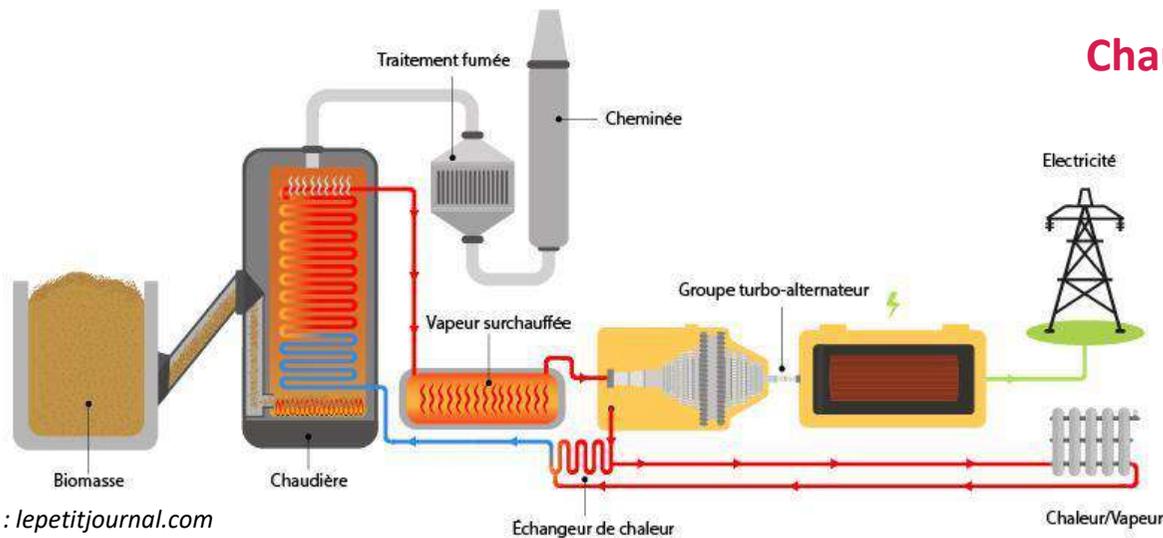


Centrale de méthanisation



Source : entrepose.com

Chaufferie bois



Source : lepetitjournal.com

Schémas de principe



QUELQUES CHIFFRES ECONOMIQUES

Foyer exemple: Pour un foyer de 3 occupants, résidant dans une maison de 100m², il devra être installé une chaudière bois produisant 10 000 kWh/an, hors eau chaude sanitaire, ou 25 000 kWh/an, avec eau chaude sanitaire.

Coût d'installation d'une chaudière biomasse :

- Coût d'une chaudière bois : entre 3 000 et 25 000 €
- Coût d'installation d'une chaudière bois : entre 500 et 3 500 €

Source Quellenergie.fr

Prix du combustible :

- Bûches de bois: 1,7 à 4 centimes / kWh, soit pour notre foyer exemple : 170€ à 400€ par an hors eau chaude ou 425€ à 1 000€ par an avec eau chaude.
- Copeaux et granulés de sciures compressées, ou pellets : 4 à 6 centimes / kWh, soit pour notre foyer exemple: 400€ à 600€ par an hors eau chaude ou 1 000€ à 1 500€ par an avec eau chaude.
- Plaquettes de bois déchiqueté: 1,5 à 3 centimes / kWh, soit pour notre foyer exemple: 150€ à 300€ par an hors eau chaude ou 375€ à 750€ par an avec eau chaude.

Source pacte-energie-solidarite.fr

Coût d'un réseau de chaleur bois :

- Petit réseau de chaleur bois (250 kW soit quelques équivalents-logements) : 250 000€ + 300€/m de réseau (environ 125m) + 330 000 € en frais d'études
- Réseau moyen (1 Mw soit plusieurs dizaines à quelques centaines d'équivalents-logements) : 650 000€ + 315€/m de réseau (environ 500m) + 880 000 € en frais d'études
- Gros réseau (4 Mw soit plusieurs centaines d'équivalents-logements à quelques milliers) : 2 millions d'euros + 480€/m de réseau (environ 2km) + 3,3M € en frais d'études

Source Cerema

Coût d'une installation de méthanisation :

- Pour les unités de traitement de déchets ménagers : entre 500 et 1 200 €/tonne de déchets

Source Cerema

LES ATOUTS

- **Valorisation des déchets ménagers** par un processus de méthanisation : **voir schéma de principe**
- Les chaufferies biomasses ont une **longue durée de vie** (20-30 ans)
- Possibilité de faire de la **cogénération**, c'est-à-dire produire à la fois de l'électricité et de l'énergie : **voir schéma de principe**
- L'énergie bois est facilement **injectable dans les réseaux de chaleur**.
- **Stabilité des prix** des produits biomasse.
- Les prix de l'énergie biomasse (1,7 à 5,1 € / kWh) sont très **compétitifs** par rapport à ceux du gaz et du fioul (2,8 à 6,9 € / kWh).
- Il existe de **nombreuses aides publiques** pour la mise en place d'un système biomasse (ex: Fond chaleur ou COP/COT de l'ADEME).
- Les composants biomasses sont des **ressources pouvant être régionales**.

LES INCONVENIENTS

- Complexité du **tri et du stockage des déchets** ménagers.
- **Difficulté d'injection du biogaz** (méthanisation) dans les réseaux de chaleur.
- Création de **déséquilibres environnementaux** si il y a une disproportion entre utilisation du bois et régénération des plantations.
- Il faut une **grande quantité de biomasse** pour produire de l'énergie.
- **Entretien** annuel des chaufferies biomasse.
- L'**investissement de départ** pour l'installation d'une chaufferie bois est très élevé.
- La combustion engendre une **émission de poussière** dans l'air.
- Assurer la **disponibilité de la ressource en circuit-court**.

L'écoquartier Camille Claudel à Palaiseau est alimenté à 70% par des énergies renouvelables grâce à deux chaufferies biomasse de 1MW et 2MW.

Ce réseau permet d'alimenter les bâtiments de l'écoquartier en chauffage et eau chaude sanitaire.

Cela représente une consommation de 5 000 tonnes de bois par an. Cette ressource provient de l'entretien des forêts, parcs et jardins dans un rayon de 50km.

Au total, 1 500 logements et bâtiments collectifs sont alimentés par ce réseau.

Chaque année, ces chaufferies permettent d'éviter l'émission de 2 400 tonnes de CO₂.



Crédits photos : Eclore - GDF SUEZ / INTERLINKS IMAGE / LEIMDORFER GILLES - Fotolia.

En 2013, la **Société de Distribution de Chaleur de Bagnolet** a lancé la rénovation de sa chaufferie gaz. Ont alors été installées, en plus des deux chaudières gaz de 30 MWh, deux chaudières bois de 10 MWh chacune. Cette chaufferie biomasse permet d'alimenter le réseau de chaleur de la ville à hauteur de 57%, soit 12 000 équivalents logements.

La chaufferie s'approvisionne en bois-énergie provenant de forêts et scieries situées dans un rayon de 100km.

Chaque année, la chaufferie permet d'éviter l'émission de 23 700 tonnes de CO₂.

RESSOURCES

- Fiche pédagogique – Biomasse, connaissancedesenergies.org, octobre 2013
- Enquête sur les prix des combustibles bois pour le chauffage industriel et collectif en 2019-2020, ADEME, novembre 2019
- Le Bois énergie – Chaufferie bois collectives à alimentation automatique, ADEME, novembre 2016
- Coût d'investissement d'un réseau de chaleur : quelques repères, Cerema, mai 2012
- Fiche technique – La méthanisation, ADEME, février 2015
- Du Neuf dans le réseau de chauffage urbain, Bajomag', numéro 42, mai 2019



LEXIQUE

Biomasse : Ensemble des matières organiques, d'origine végétale, animale ou fongique, susceptibles d'être utilisées comme sources d'énergie.

KWh (kilowatt heure) : Unité traditionnelle de mesure de l'énergie électrique correspondant à la quantité d'énergie produite par 1kW pendant 1 heure.

KWc (kilowatt crête) : Unité de mesure de la puissance atteinte par un panneau solaire lorsqu'il est exposé à un rayonnement solaire maximal.