



# Etude énergie Sevan

# Objectifs de l'étude

## ETAPE 1

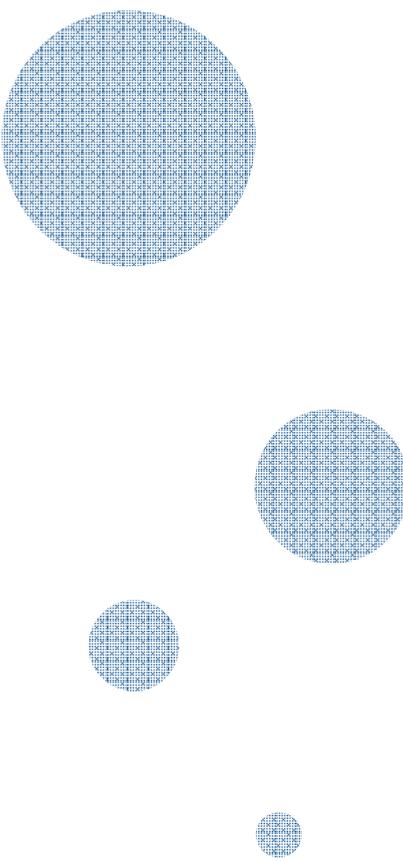
### Evaluation de la demande en énergie

- Estimation des besoins futurs pour les différentes typologies (logement, activités, équipements)

### Diagnostic du potentiel en énergie renouvelable

- Géothermie sur nappe, sur sondes
- Biomasse
- Solaire
- Chaleur des eaux usées

### Définition de scénarios d'approvisionnement



# SOMMAIRE

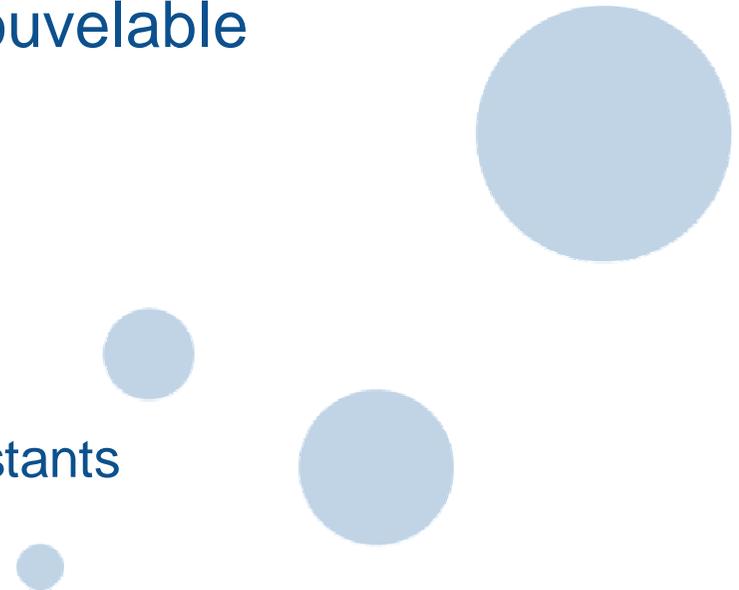
Programme urbain

Demande en énergie

Potentiel Energie Renouvelable

- Solaire
- Géothermie
- Biomasse
- Eaux usées
- Réseaux de chaleur existants

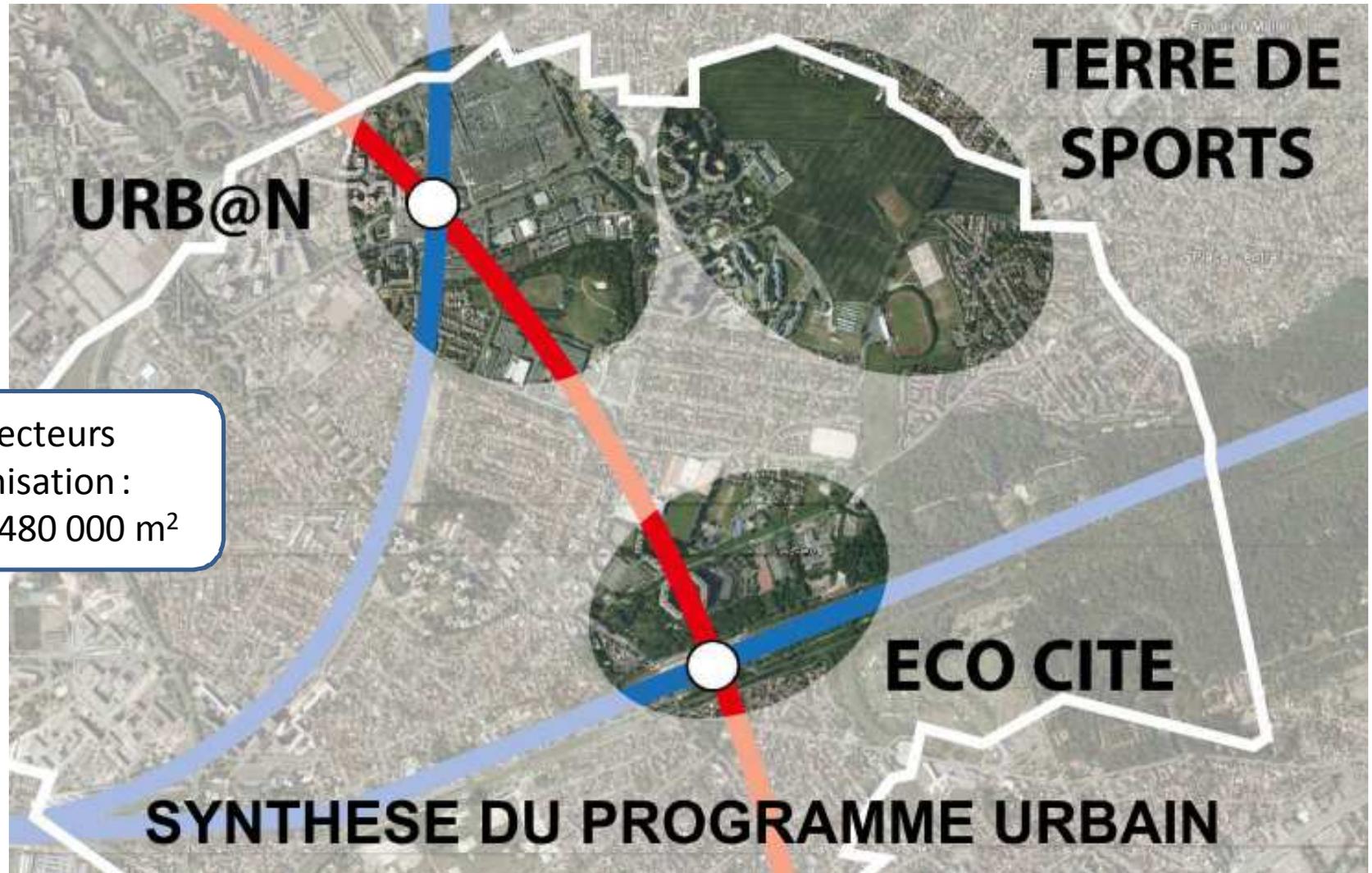
Scénarios





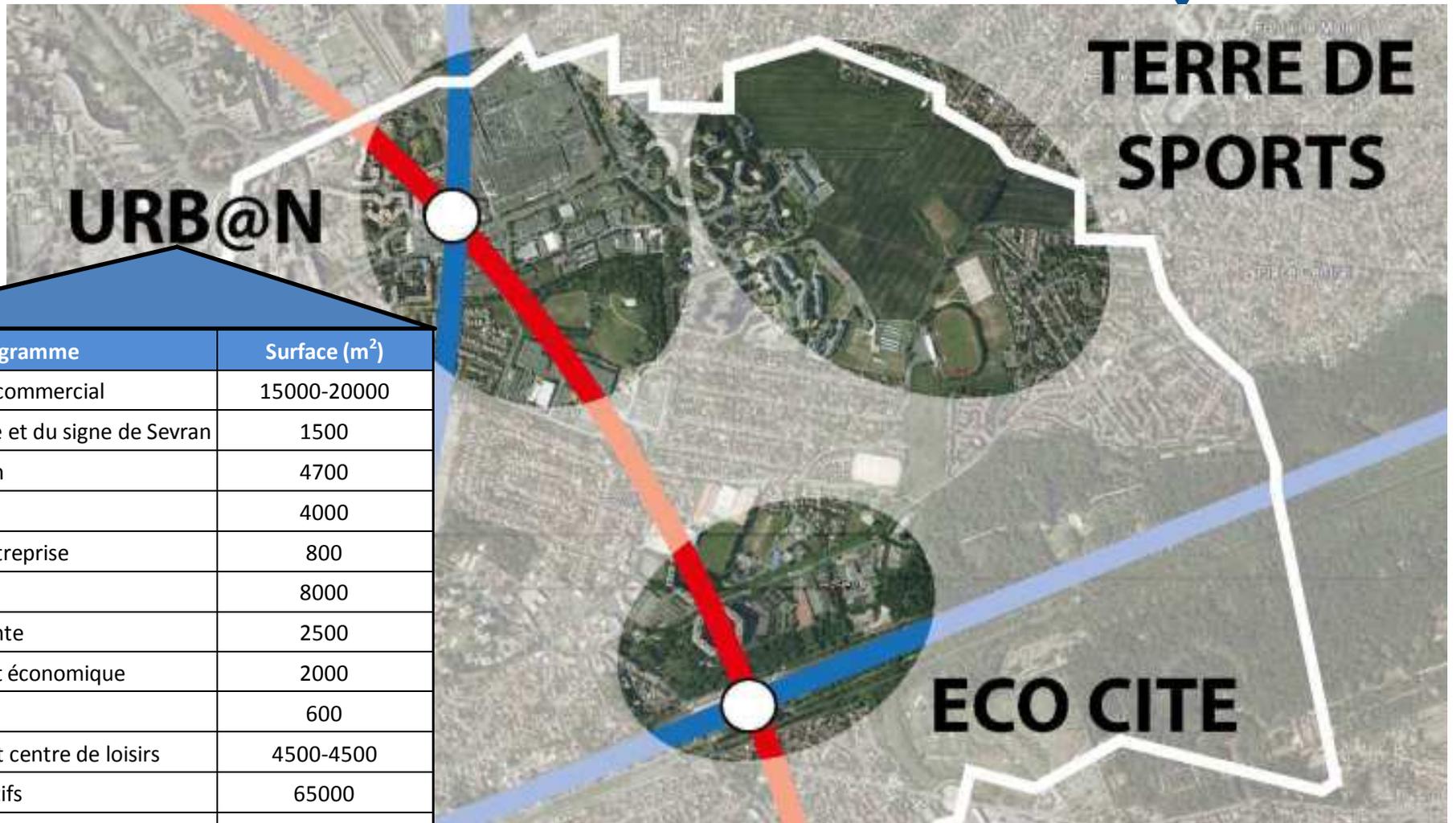
# Programme urbain

# Programme urbain



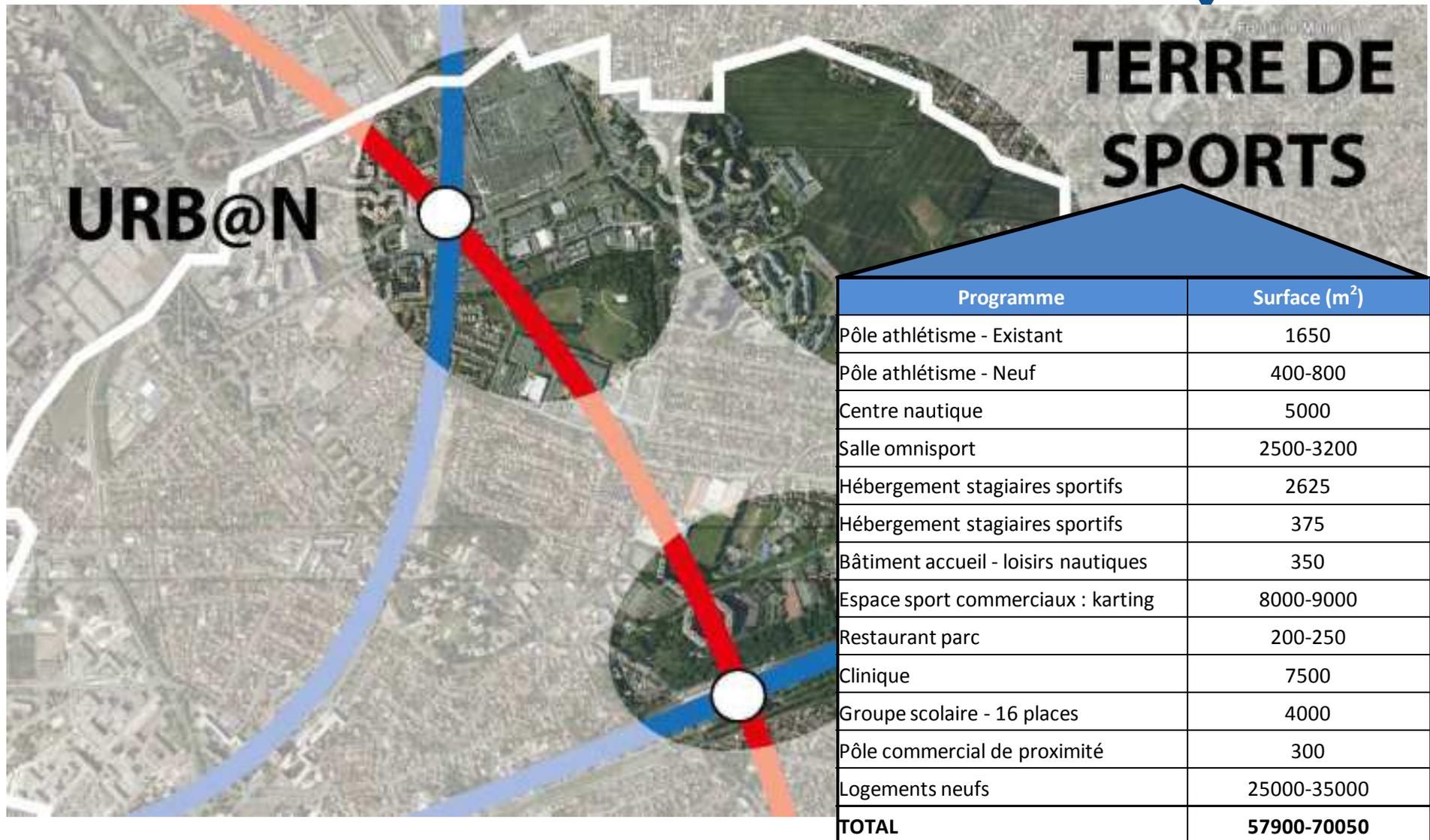
Trois secteurs  
d'urbanisation :  
450 000 à 480 000 m<sup>2</sup>

# Programme urbain

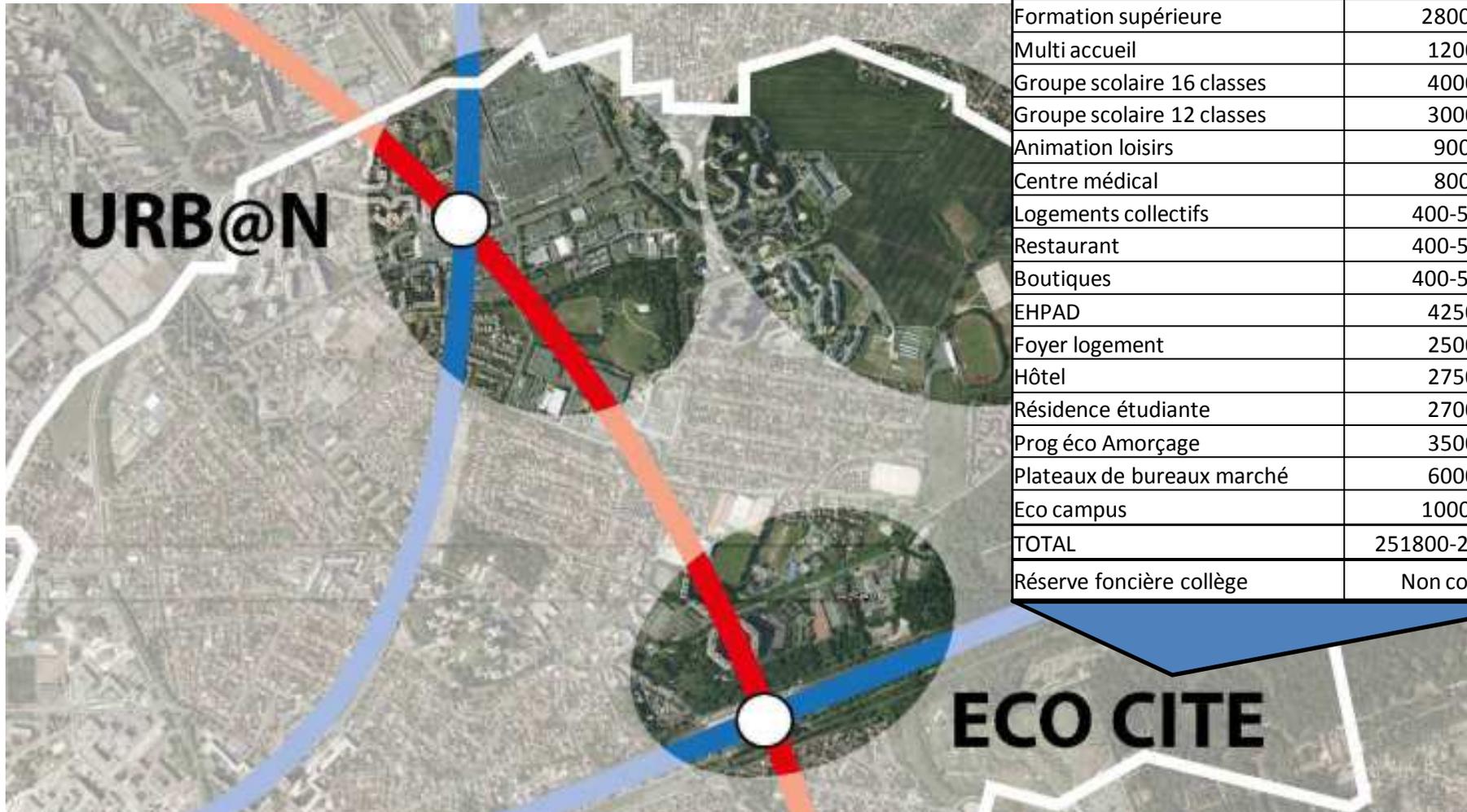


Programme	Surface (m <sup>2</sup> )
Extension centre commercial	15000-20000
Maison de l'Image et du signe de Sevrans	1500
Pôle sportif urbain	4700
EHPAD	4000
Crèche accueil Entreprise	800
Pôle hôtelier	8000
Résidence étudiante	2500
Accompagnement économique	2000
Multi accueil	600
Groupe scolaire et centre de loisirs	4500-4500
Logements collectifs	65000
Bureaux neufs	30000
Université	5000
<b>TOTAL</b>	<b>143600-158600</b>

# Programme urbain



# Programme urbain



Programme	Surface (m <sup>2</sup> )
Logements collectifs	110000
Bureaux	32000
Eco activités	39000
Formation supérieure	28000
Multi accueil	1200
Groupe scolaire 16 classes	4000
Groupe scolaire 12 classes	3000
Animation loisirs	900
Centre médical	800
Logements collectifs	400-500
Restaurant	400-500
Boutiques	400-500
EHPAD	4250
Foyer logement	2500
Hôtel	2750
Résidence étudiante	2700
Prog éco Amorçage	3500
Plateaux de bureaux marché	6000
Eco campus	10000
<b>TOTAL</b>	<b>251800-252100</b>
Réserve foncière collège	Non connu



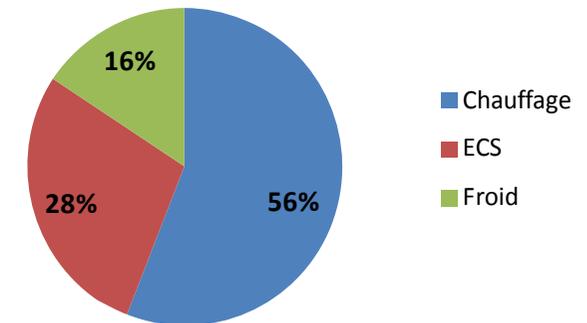
# Demande en énergie

# Besoins thermiques - Secteur Urb@n

Urb@n	Puissance		Besoins	
	kW		MWh/an	
Logement	2125	2440	3460	3970
Activités	1230	1230	1410	1410
Commerces	845	1125	540	720
Equipements	650	650	1175	1175
<b>TOTAL CHALEUR</b>	<b>4500</b>	<b>5055</b>	<b>6585</b>	<b>7275</b>

Urb@n	Puissance		Besoins	
	kW		MWh/an	
Activités	1455	1455	400	400
Commerces	1200	1600	650	865
Equipements	315	315	130	130
<b>TOTAL FROID</b>	<b>2640</b>	<b>3040</b>	<b>1180</b>	<b>1395</b>

Secteur Urb@n



Répartition des besoins énergétiques

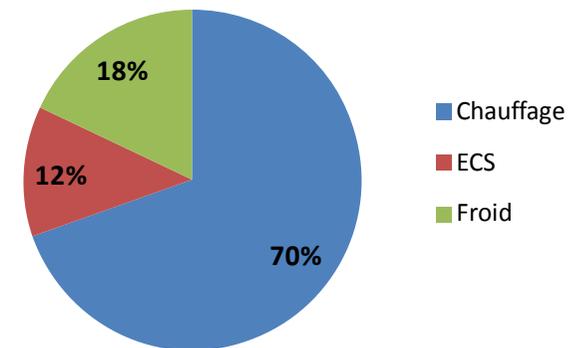
- ▶ La proportion d'eau chaude sanitaire est importante (présence de logements, crèche, hôtel)
- ▶ Note : L'estimation de la puissance maximale liée à la chaleur tient compte du foisonnement entre chauffage et eau chaude sanitaire

# Besoins thermiques - Secteur Terre de Sports

Terre de sports	Puissance		Besoins	
	kW		MWh/an	
Logement	875	1185	1435	1945
Commerces	15	15	10	10
Equipements	1295	1310	4875	4935
<b>TOTAL CHALEUR</b>	<b>1990</b>	<b>2255</b>	<b>6320</b>	<b>6890</b>

Terre de sports	Puissance		Besoins	
	kW		MWh/an	
Commerces	15	15	5	5
Equipements	800	800	1445	1445
<b>TOTAL FROID</b>	<b>800</b>	<b>800</b>	<b>1450</b>	<b>1450</b>

Secteur Terre de Sports



Répartition des besoins énergétiques

► La forte proportion de chauffage s'explique par la présence du centre nautique

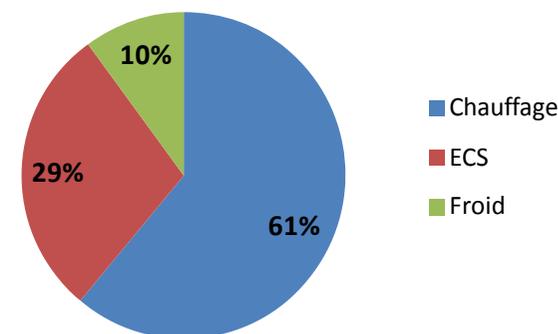
► Note : L'estimation de la puissance maximale liée à la chaleur tient compte du foisonnement entre chauffage et eau chaude sanitaire

# Besoins thermiques - Secteur Ecocité

Ecocité	Puissance	Besoins
	kW	MWh/an
Logement	3547	5762
Activités	2517	2722
Commerces	43	33
Equipements	2247	2601
<b>TOTAL CHALEUR</b>	<b>7743</b>	<b>11118</b>

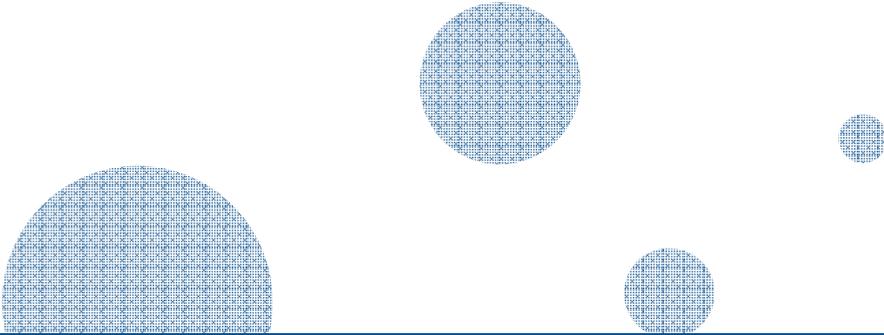
Ecocité	Puissance	Besoins
	kW	MWh/an
Activités	3659	992
Commerces	59	25
Equipements	533	223
<b>TOTAL FROID</b>	<b>3925</b>	<b>1240</b>

## Secteur Ecocité



Répartition des besoins énergétiques

► Note : L'estimation de la puissance maximale liée à la chaleur tient compte du foisonnement entre chauffage et eau chaude sanitaire



# Potentiel Energie renouvelable

Solaire

# Solaire thermique

Eau chaude sanitaire

► Solution 1 : Préchauffage de l'eau chaude à l'aide de capteurs thermiques installés en toiture voire en façade

► Exemple pour un bâtiment de 100 logements

Couverture des besoins en eau chaude	Taux EnR	Productivité des capteurs	Surface des panneaux
40 %	40 %	490 kWh/m <sup>2</sup> /an	130 m <sup>2</sup>



► Taux de couverture déterminé en fonction d'un optimum entre production et productivité des panneaux

► Nécessité d'un appoint pour couvrir l'ensemble des besoins

Echelle	Typologies prioritaires	Potentiel
Bâtiment	Logement, piscine	

# Solaire thermique

Eau chaude sanitaire

- ▶ Solution 2 : La chaleur récupérée par les capteurs alimente une pompe à chaleur
- ▶ Exemple pour un bâtiment de 100 logements

Couverture des besoins en eau chaude	Taux Enr	Surface des panneaux
100 %	65 %	280 m <sup>2</sup>



- ▶ La pompe à chaleur permet de couvrir 100 % des besoins mais consomme de l'électricité

Echelle	Typologies prioritaires	Potentiel
Bâtiment	Logement, piscine	

# Solaire photovoltaïque

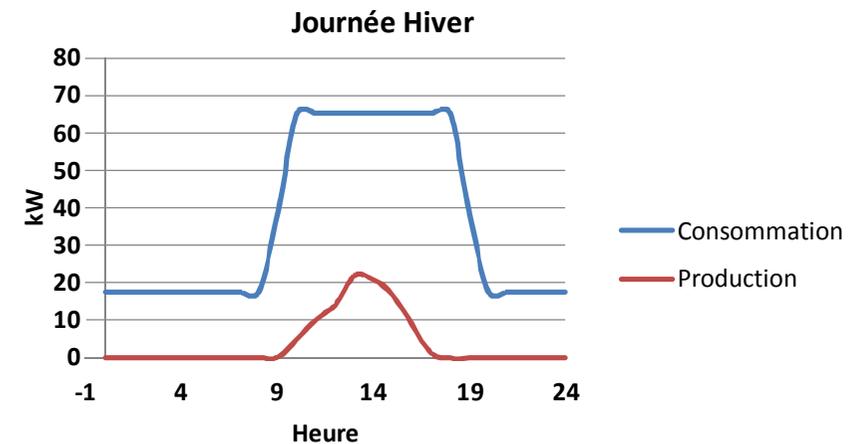
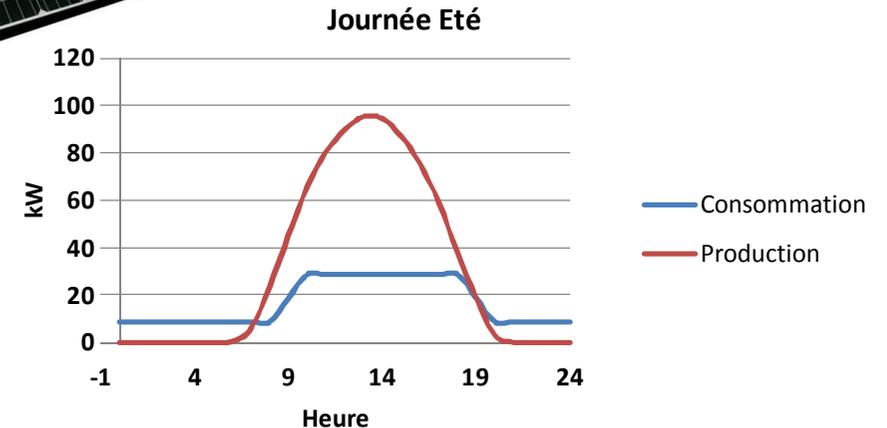
- ▶ Production d'électricité à l'aide de capteurs photovoltaïques
- ▶ Exemple pour un bâtiment de 5000 m<sup>2</sup> et 4 niveaux
- ▶ Capteurs inclinés de 30°C et orientés au sud

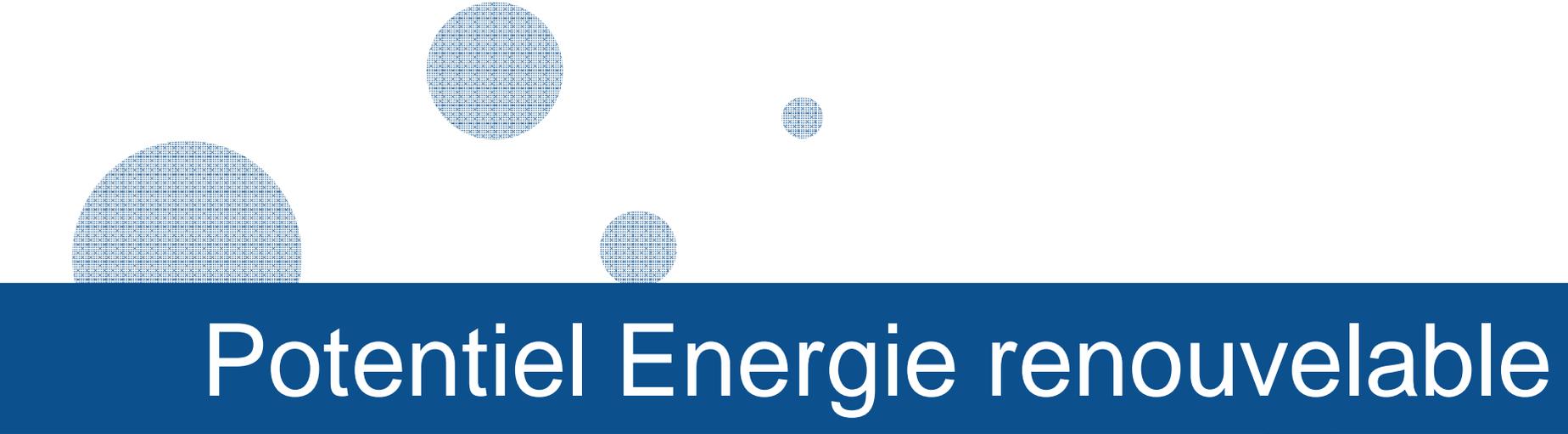
Surface de toiture	Surface de toiture équipée	Production annuelle
1250 m <sup>2</sup>	1000 m <sup>2</sup>	150 MWhe/an

Echelle	Typologies prioritaires	Potentiel
Bâtiment	Tertiaire	



Electricité

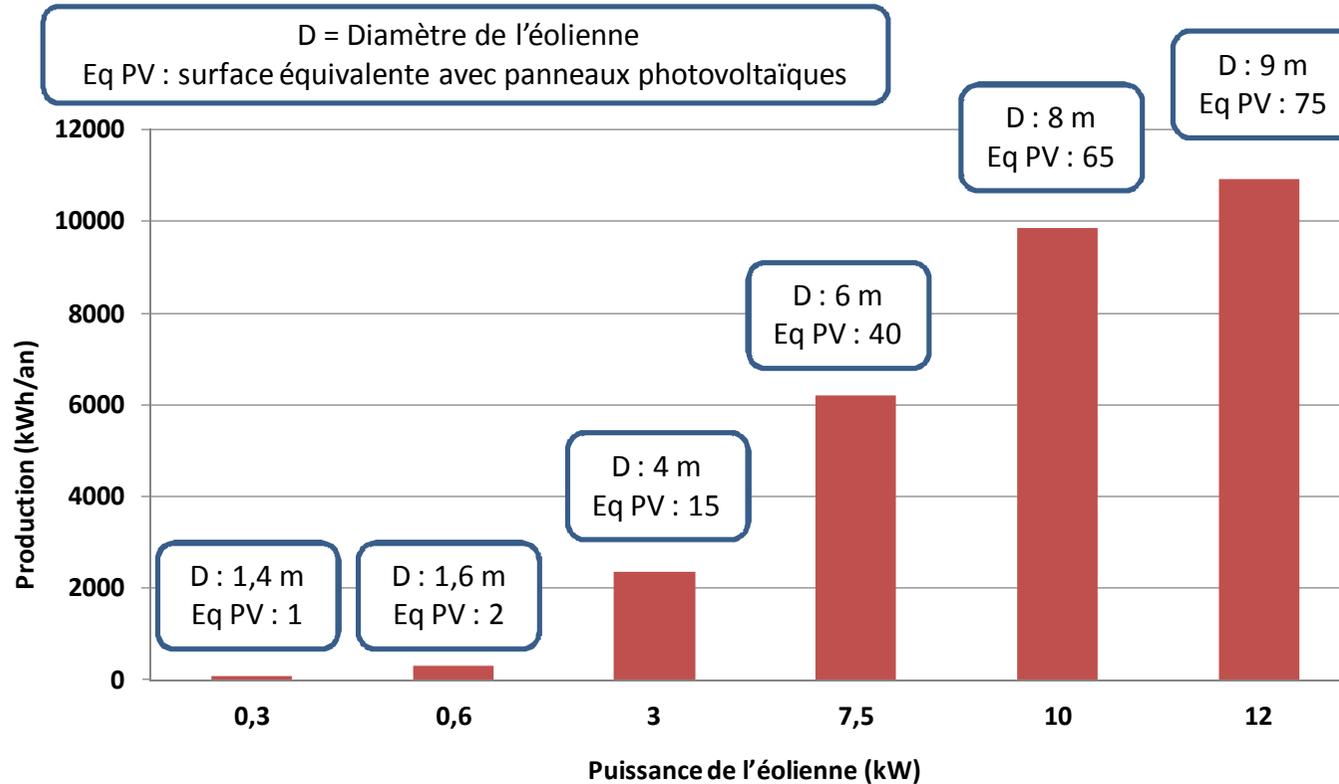




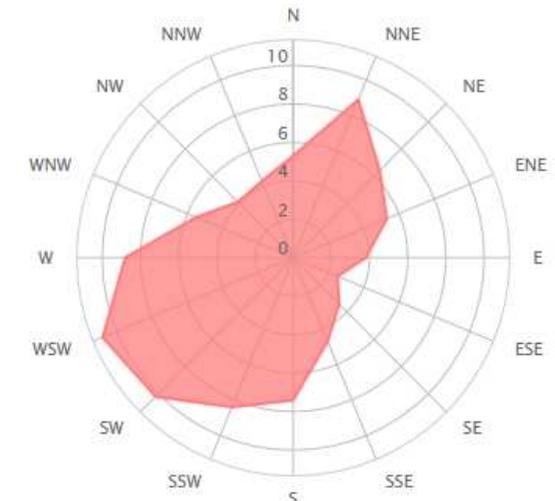
# Potentiel Energie renouvelable

Petit Eolien

## ► Production d'électricité à l'aide d'éoliennes



Electricité



## ► Potentiel à consolider avec le profil urbain réel (obstacles, rugosité...)

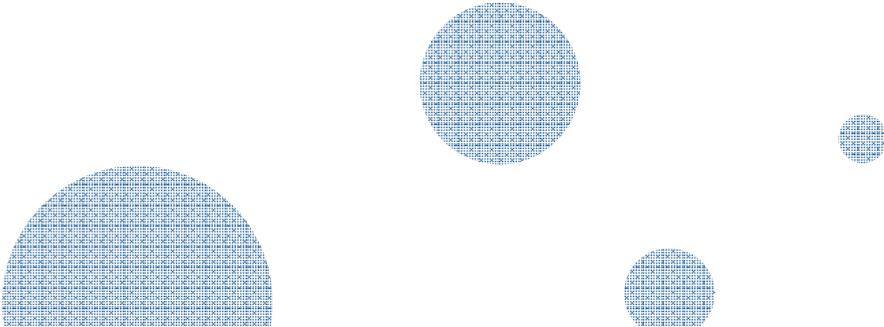
Echelle	Typologies prioritaires	Potentiel
Bâtiment	-	■



Axe vertical



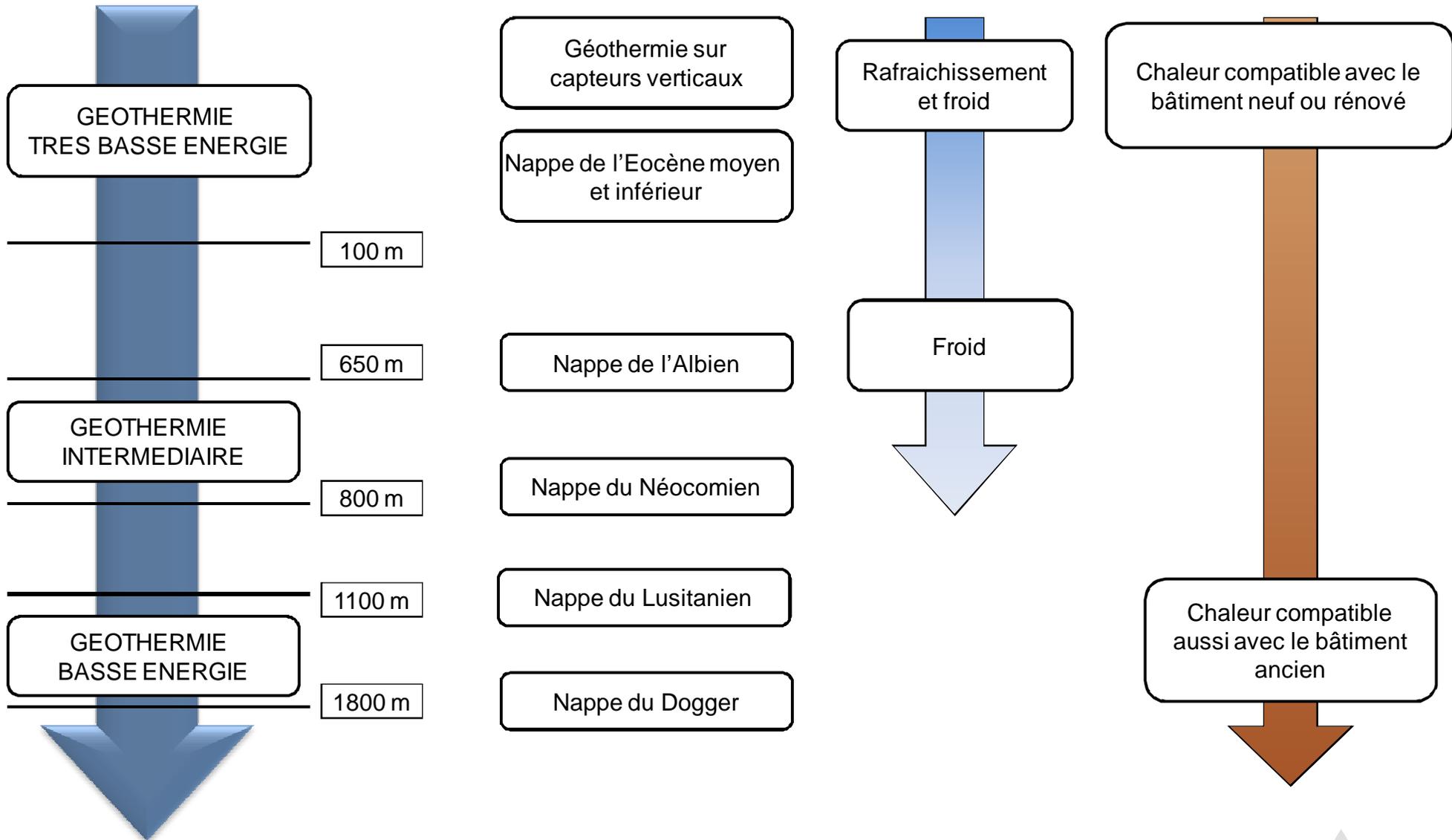
Axe horizontal



# Potentiel Energie renouvelable

Géothermie

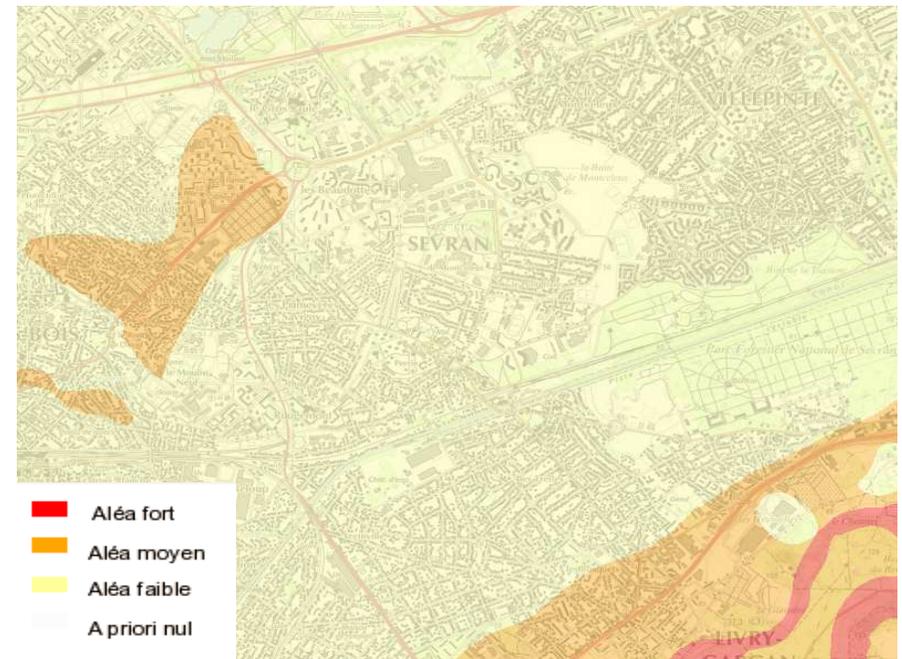
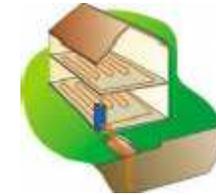
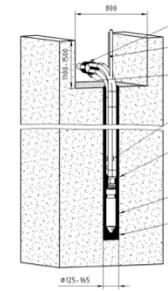
# Plusieurs ressources



# Géothermie très basse énergie - Sonde

Chauffage, Eau chaude sanitaire et Froid

- ▶ Puissance par forage évaluée à 45 W/ml
- ▶ Pas d'opération répertoriée sur le territoire de Sevrans.
- ▶ Faible risque de retrait/gonflement de l'argile
- ▶ Potentiel technique favorable



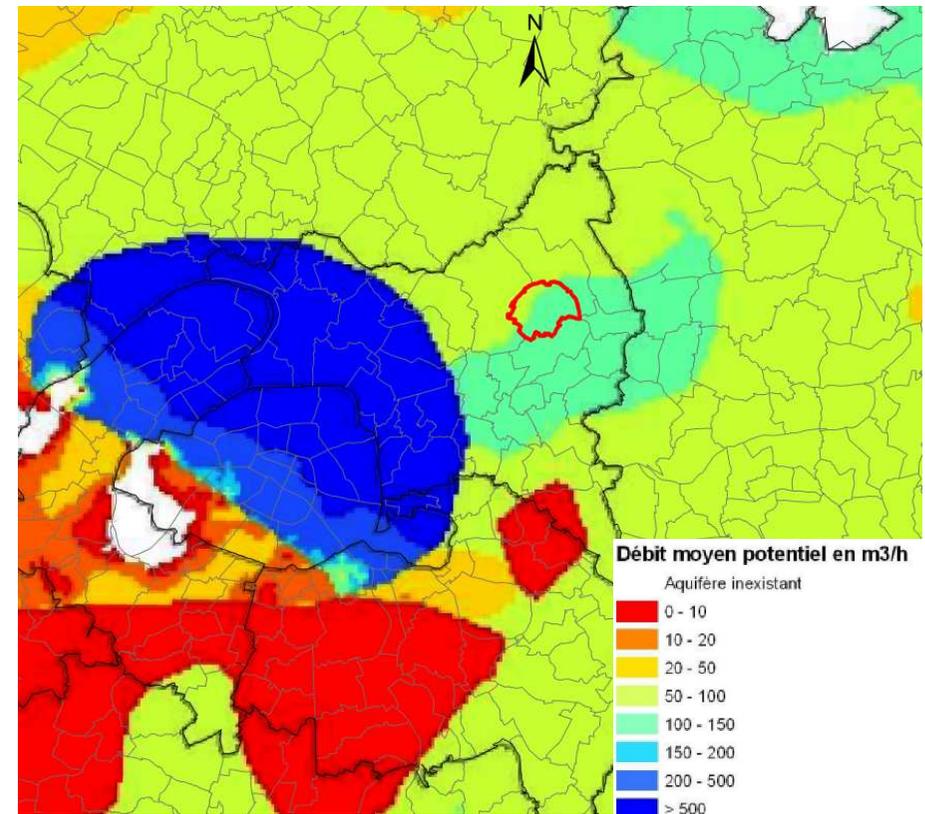
Source : BRGM

Echelle	Typologies prioritaires	Potentiel
Bâtiment	Tertiaire neuf	

# Géothermie très basse énergie - nappe

- ▶ Eocène moyen et inférieur
- ▶ Profondeur
- ▶ Hypothèses :
  - Température : 12°C en hiver et 16°C en été
  - Débit : 95-105 m<sup>3</sup>/h
  - Puissance chaud : 780 kW
  - Puissance rafraîchissement : 1000 kW
  - Puissance froid : 700 kW
- ▶ Une opération répertoriée sur la Ville de Sevrans (Débit de 15 m<sup>3</sup>/h)

Chauffage, Eau chaude sanitaire et Froid



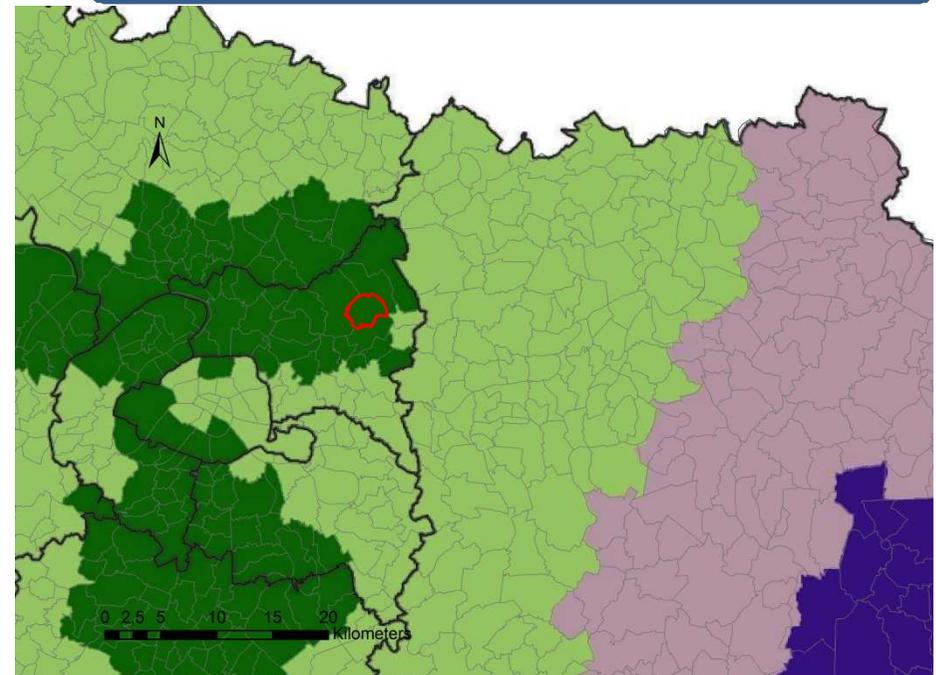
Source : BRGM

Echelle	Typologies prioritaires	Potentiel
Ilôt, quartier	Tertiaire, Logement neuf	

# Géothermie basse énergie - Albien

Chauffage, Eau chaude sanitaire et Froid

- ▶ Profondeur du toit de l'aquifère : 725 à 775 m
- ▶ Hypothèses
  - Température : entre 30 et 35°C
  - Débit maximum exploitable : 200 m<sup>3</sup>/h
  - Réinjection entre 10 et 12°C
  - Puissance chaud : 6 MW
- ▶ Potentiel technique favorable
- ▶ Ecartement entre puits : 500 à 700 m
- ▶ Références : Ecoquartier Fort d'Issy, Plateau de Saclay



## Productivité de la nappe de l'Albien

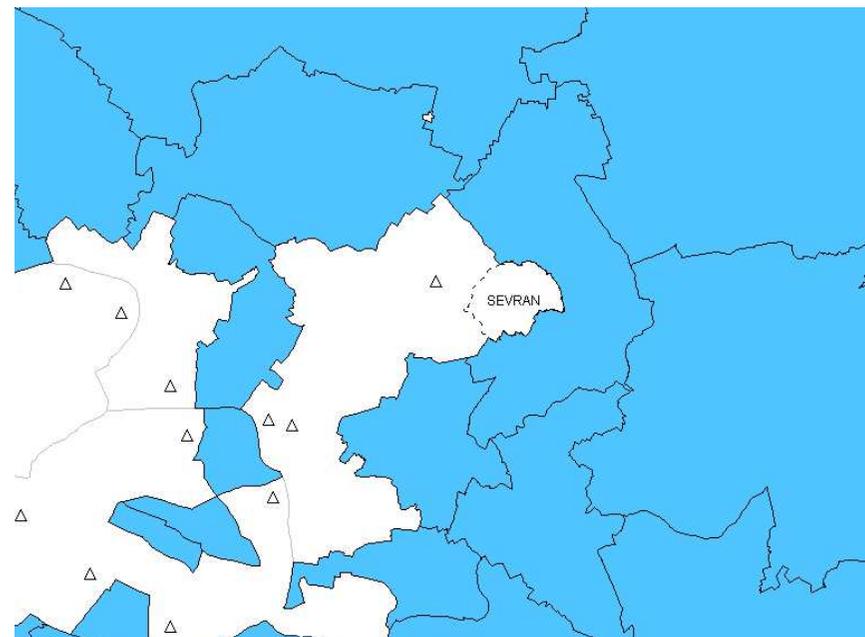


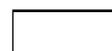
Source : BRGM

# Géothermie basse énergie - Albien

- ▶ La nappe de l'Albien est utilisée pour l'approvisionnement en eau potable en cas d'urgence
- ▶ La géothermie peut être envisagée à l'occasion d'un forage d'accès à l'Albien pour desservir un nouveau secteur en eau potable
- ▶ Une zone déjà desservie par un forage est a priori défavorable mais Sevrans est située à la limite et le nombre de forage est faible dans le secteur (un puits à Aulnay-sous-Bois)
- ▶ Une opération sur l'Albien peut s'envisager mais nécessite une implication en amont de l'ARS, de la DRIEE et du SEDIF pour valider sa faisabilité

Chauffage, Eau chaude sanitaire et Froid



-  Zone déjà desservie par un forage
-  Zone non desservie par un forage

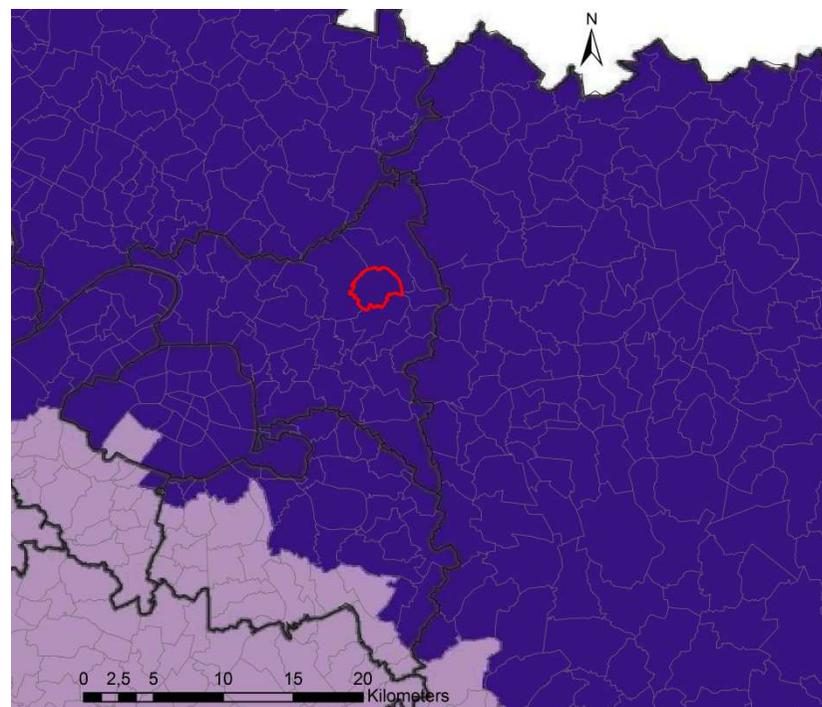
Source : DRIEE - Ile de France

Echelle	Typologies prioritaires	Potentiel
Quartier	Tertiaire, Logement neuf	

# Géothermie basse énergie - Néocomien

Chauffage & Eau chaude sanitaire

- ▶ Profondeur supérieure à 800 m
- ▶ Hypothèses
  - Température : entre 30 et 35°C
  - Débit : *inconnu*
  - Réinjection à 10°C
- ▶ Potentiel technique mal connu mais a priori peu favorable
- ▶ Mêmes restrictions réglementaires que l'Albien



## Productivité de la nappe du Néocomien

- Aquifère non productif
- Peu favorable
- Favorable

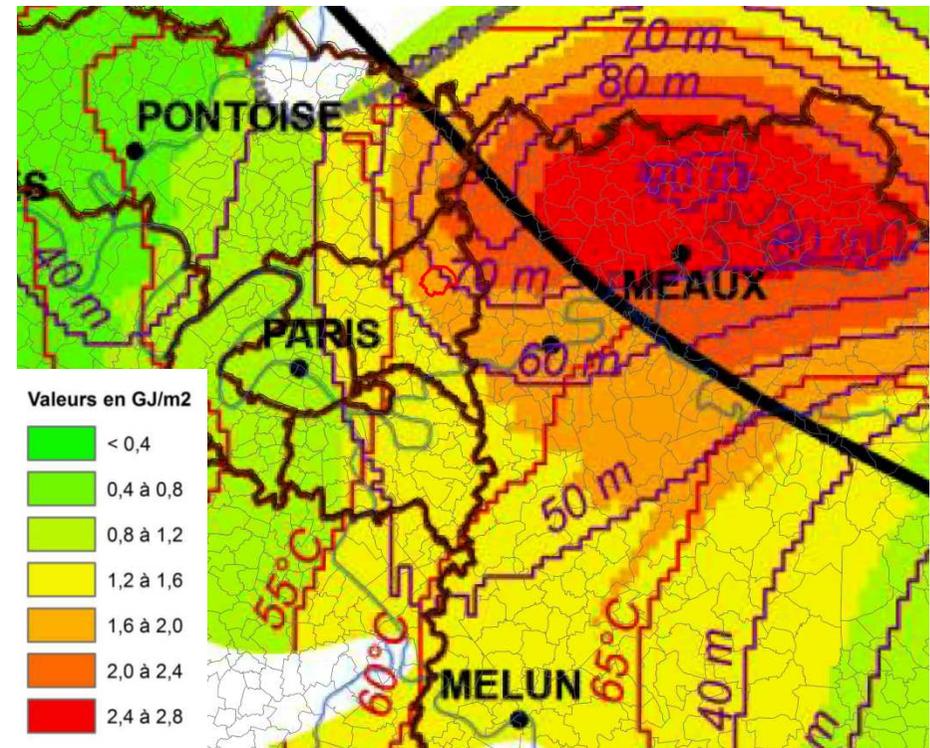
Source : BRGM

Echelle	Typologies prioritaires	Potentiel
Quartier	Tertiaire, Logement neuf	

# Géothermie basse énergie - Lusitanien

- ▶ Profondeur de 1100 à 1200 m
- ▶ Hypothèses
  - Température : 50 à 55 °C
  - Débit inconnu
- ▶ Potentiel technique favorable d'après la modélisation du BRGM
- ▶ Pas de retour d'expérience sur l'utilisation de cette nappe pour la géothermie
- ▶ A étudier en fonction de la disponibilité des autres nappes

Chauffage & Eau chaude sanitaire



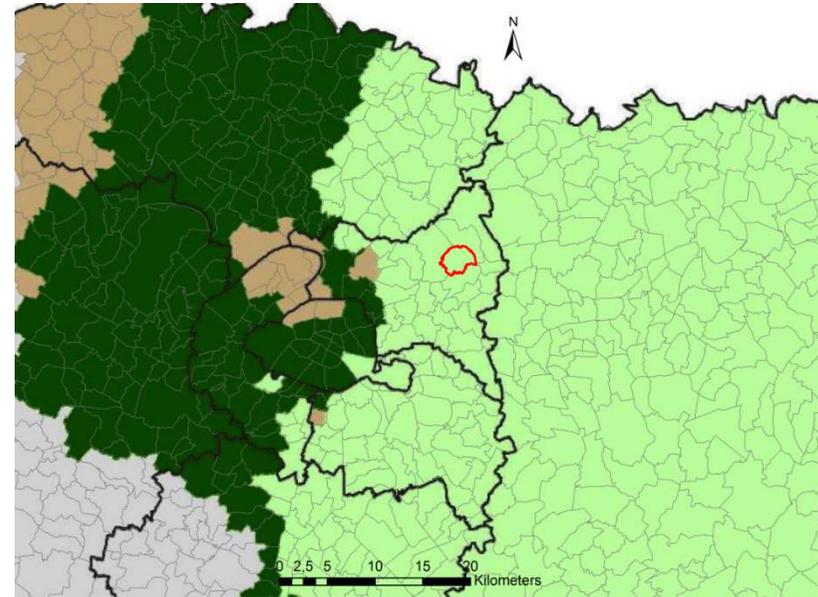
Source : BRGM

Echelle	Typologies prioritaires	Potentiel
Quartier	Tertiaire, Logement ancien	

# Géothermie basse énergie - Dogger

Chauffage & Eau chaude sanitaire

- ▶ Profondeur d'accès à la nappe : 1900 m
- ▶ Hypothèses
  - Température : 68 °C
  - Débit : 275 m<sup>3</sup>/h (ancienne opération de Sevrans)
  - Puissance chaud : 5,1 MW avec possibilité d'atteindre 8 MW avec une pompe à chaleur sur le réseau retour
- ▶ Vérifier qu'il n'y a pas d'interaction thermique avec d'autres opérations du secteur



Potentiel de la nappe du Dogger

- Pas de données
- Peu favorable
- Favorable
- Très favorable

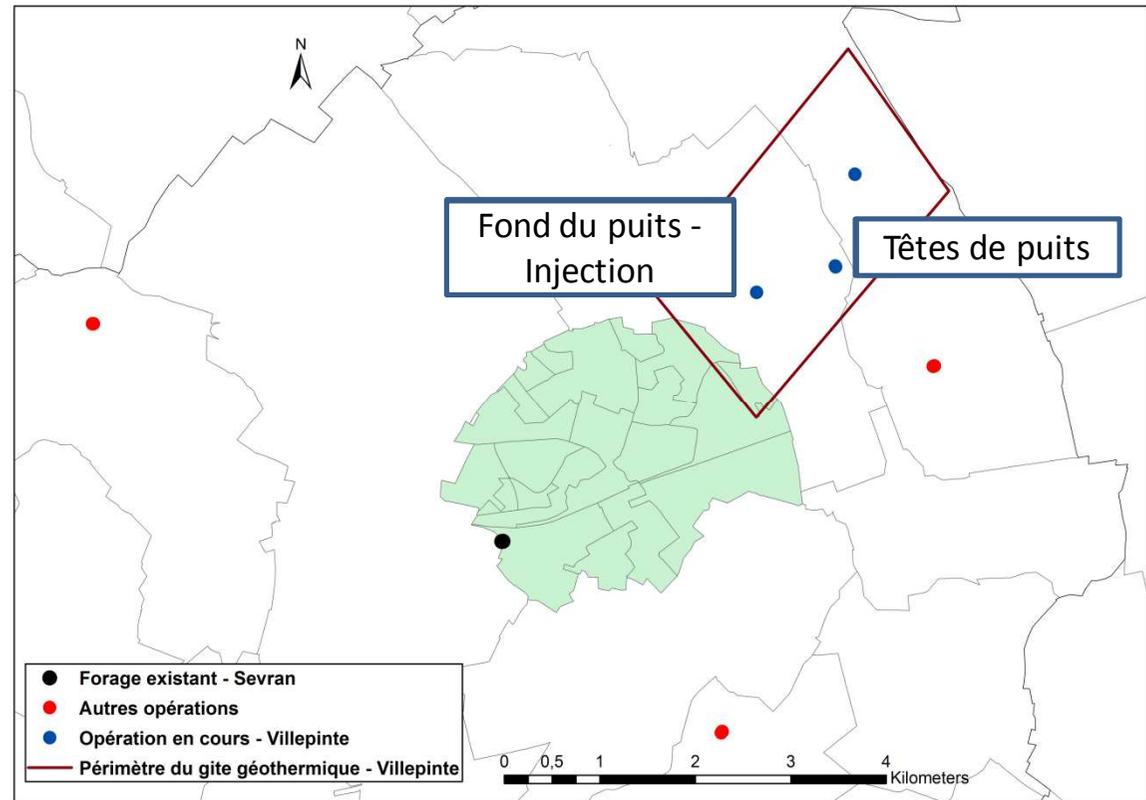
Source : BRGM

Echelle	Typologies prioritaires	Potentiel
Quartier	Tertiaire, Logement ancien	Favorable

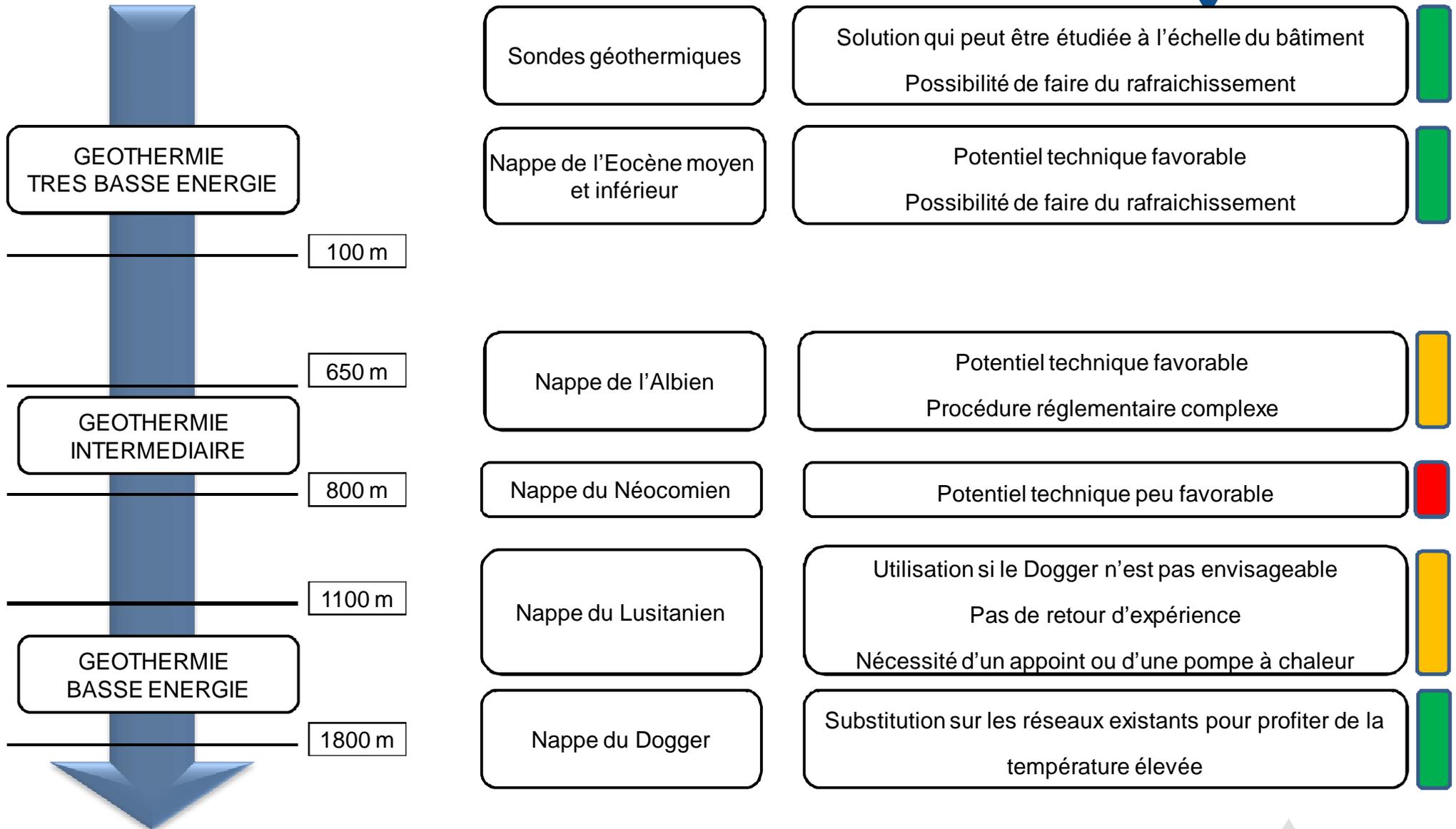
# Géothermie basse énergie - Dogger

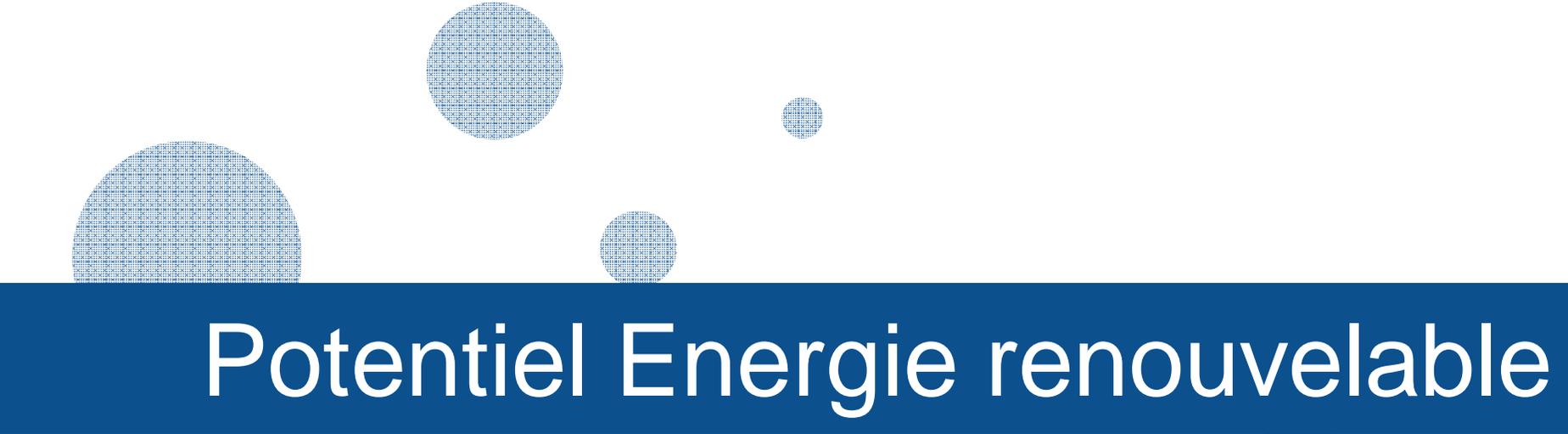
## Opérations dans le secteur

- ▶ Ancienne opération sur Sevrans (1983-1987)
- ▶ Une opération est en cours sur Villepinte
- ▶ Des opérations sont en exploitation à Clichy-sous-Bois, Le Blanc Mesnil et Tremblay en France



# Géothermie - Synthèse





# Potentiel Energie renouvelable

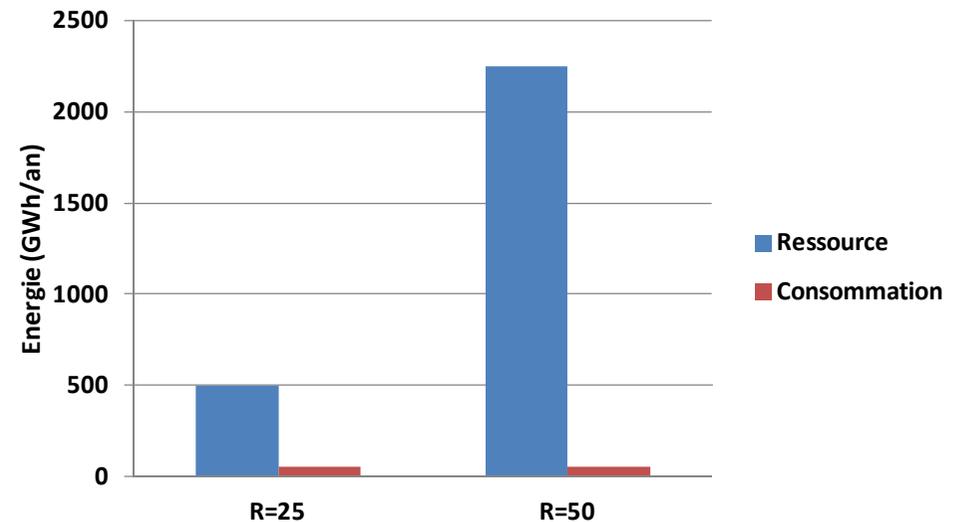
Biomasse

# Bois énergie

Chauffage, Eau chaude sanitaire  
Electricité

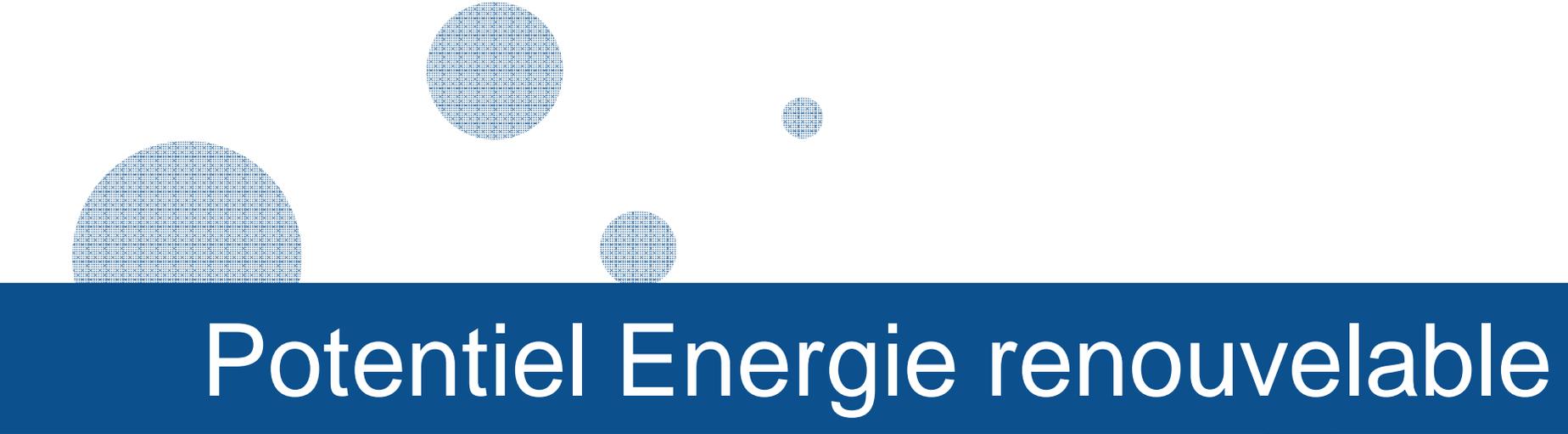
- ▶ Quantité de bois disponible dans un rayon de 50 km
- ▶ Utilisation sur les réseaux existants de la Ville. Le recours au bois peut être envisagé via le raccordement aux réseaux existants
- ▶ Solution envisageable à l'échelle d'un programme comme par exemple le centre nautique

## Ressource bois



Source : EDF

Echelle	Typologies prioritaires	Potentiel
Bâtiment & Quartier	Piscine, Logement ancien et neuf	



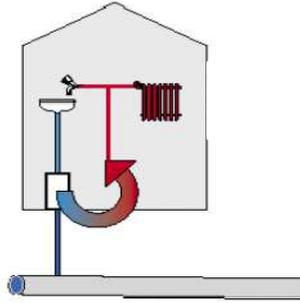
# Potentiel Energie renouvelable

Eaux usées

# Eaux usées

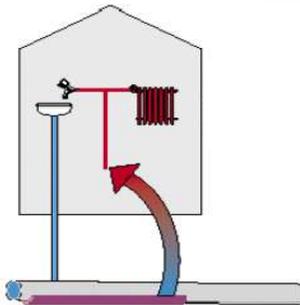
## Chauffage & Eau chaude sanitaire

Bâtiment



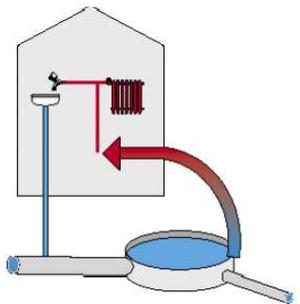
Solution envisageable sur les typologies avec besoins d'eau chaude importants (piscine, logement)

Collecteur eaux usées



Sur les réseaux existants avec un diamètre supérieur à 800 mm

Sortie de station épuration



Pas de station d'épuration à proximité

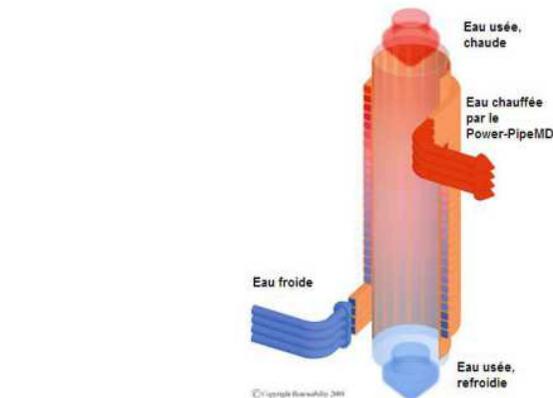
# Eaux grises

Eau chaude sanitaire

► Solution 1 : Préchauffage de l'eau chaude sanitaire à l'aide d'un échangeur sur les eaux grises

► Exemple pour un bâtiment de 100 logements

Couverture des besoins en eau chaude	Taux EnR
25-30 %	25-30 %



► Le taux de couverture reste limité

Echelle	Typologies prioritaires	Potentiel
Bâtiment	Logement, piscine, clinique	

# Eaux grises

Eau chaude sanitaire

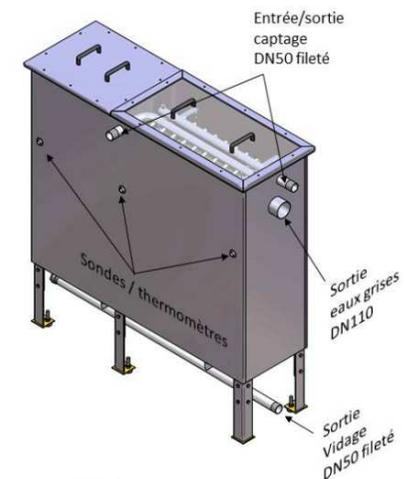
- ▶ Solution 2 : La chaleur récupérée par les capteurs alimente une pompe à chaleur
- ▶ Exemple pour un bâtiment de 100 logements

Couverture des besoins en eau chaude	Taux Enr
90 à 95 %	65-70%



- ▶ Nécessité de faire un réseau séparatif pour les eaux grises dans les bâtiments de logement

Echelle	Typologies prioritaires	Potentiel
Bâtiment	Logement, piscine, clinique	



# Collecteurs – Secteur Urb@n

- ▶ Les conduites existantes à potentiel favorable ont un diamètre au moins égal à 700 mm
- ▶ A priori, une conduite favorable existe
- ▶ *Débit et température non connus*
- ▶ Solution plus contraignante : à envisager en cas d'impossibilité de recourir à la géothermie sur nappe

Chauffage & Eau chaude sanitaire



Source : Ville de Sevrans

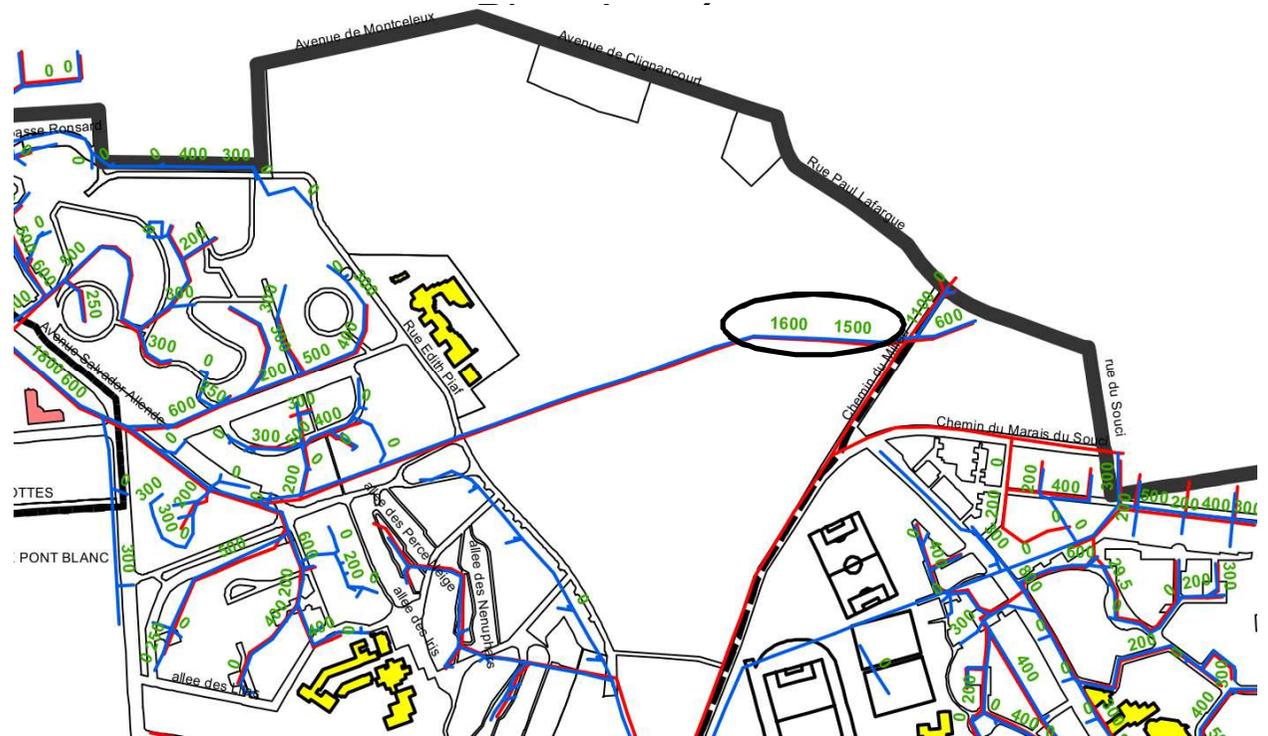
Echelle	Typologies prioritaires	Potentiel
Bâtiment	Logement neuf	

Eau potable  
Eaux usées

# Collecteurs – Secteur Terre de sports

Chauffage & Eau chaude sanitaire

- ▶ Une conduite d'eau usées de 1500 mm traverse le futur aménagement
- ▶ Débit et température non connus
- ▶ Solution plus contraignante : à envisager en cas d'impossibilité de recourir à la géothermie sur nappe



Source : Ville de Sevrans

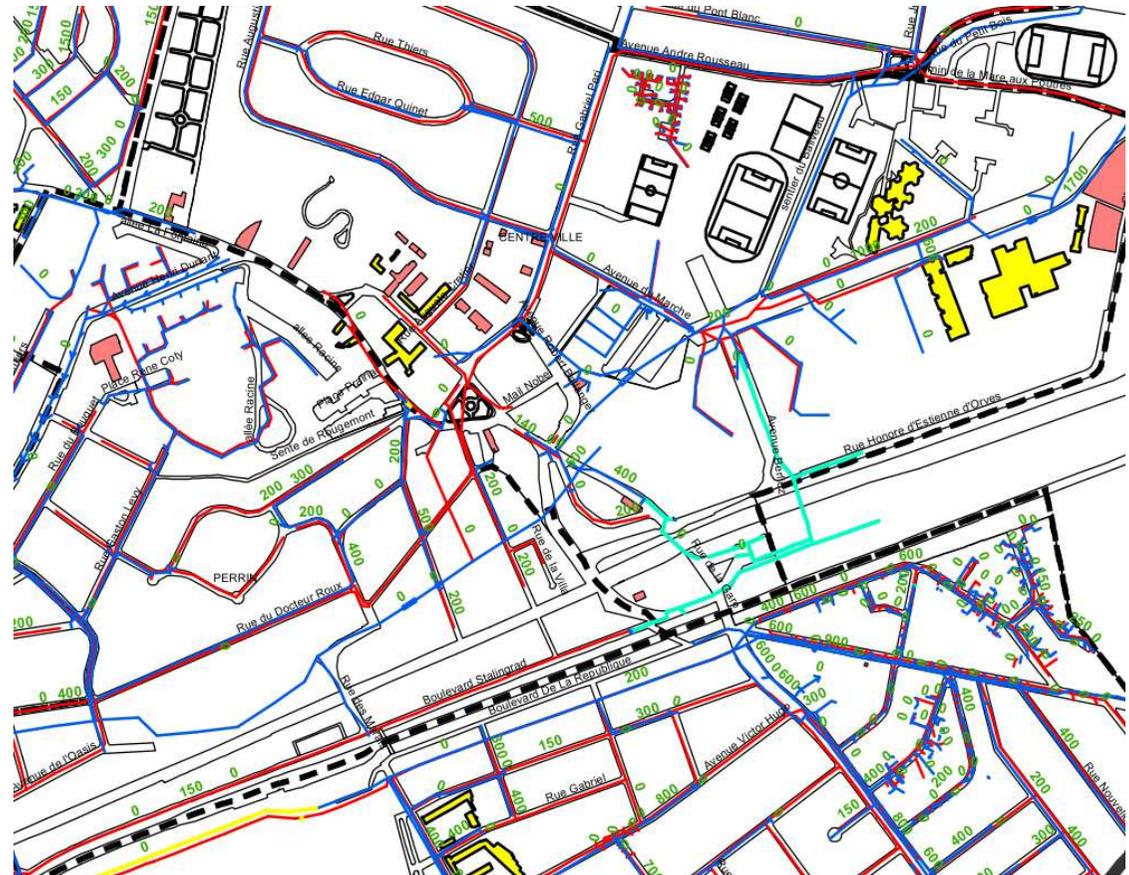
Eau potable  
Eaux usées

Echelle	Typologies prioritaires	Potentiel
Ilôt	Logement neuf, piscine	

# Collecteurs – Secteur Ecocité

Chauffage & Eau chaude sanitaire

- ▶ Pas de conduite identifiée sur le plan du réseau



Source : Ville de Sevrans

Eau potable  
Eaux usées

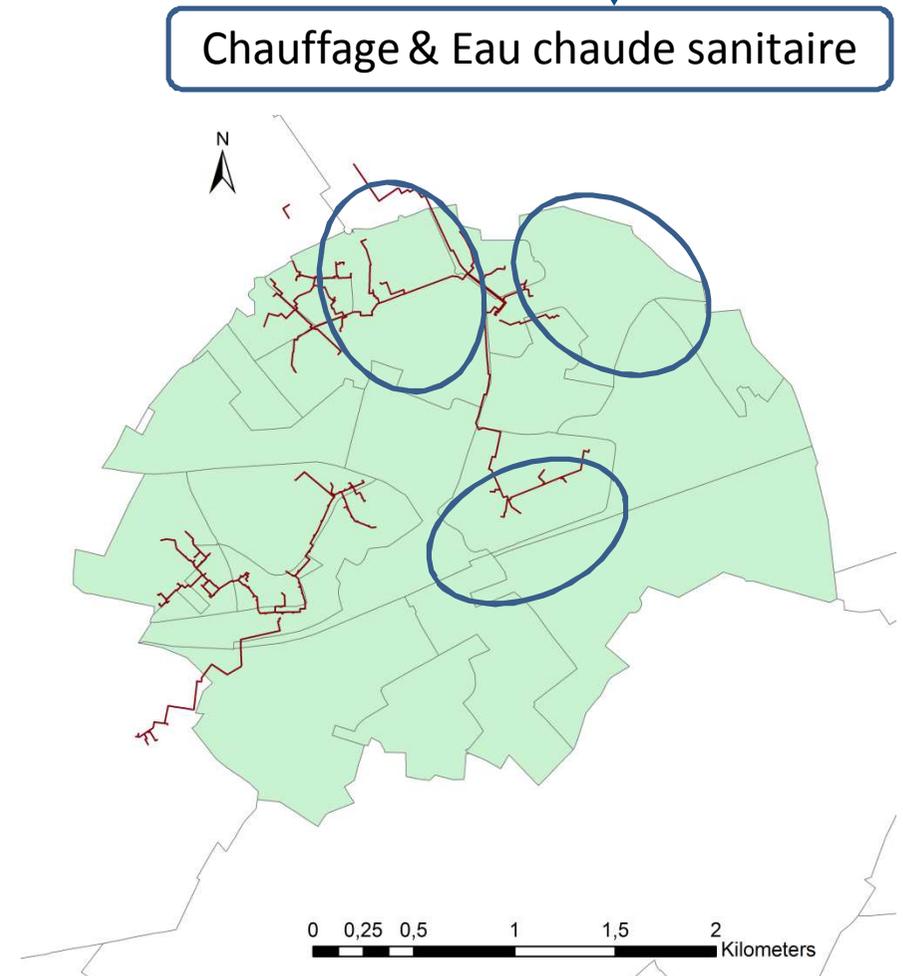
Echelle	Typologies prioritaires	Potentiel
Ilôt		



# Réseaux de chaleur

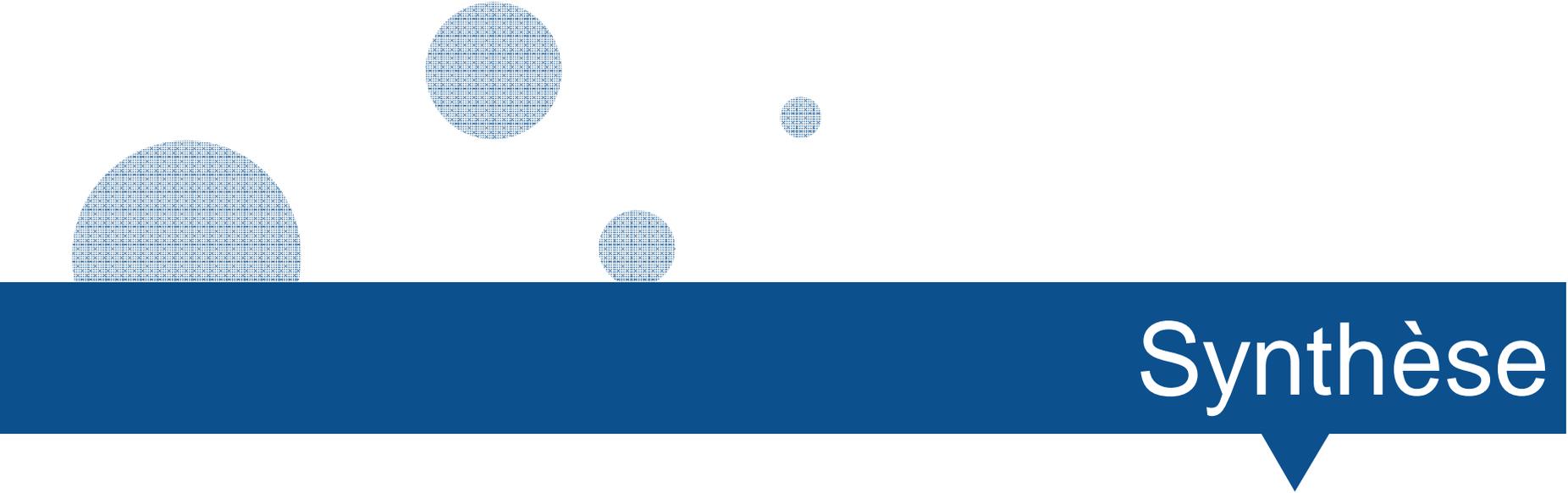
# Réseaux de chaleur

- ▶ Deux réseaux de chaleur :
  - Sevrans Beaudottes
  - Sevrans Rougemont
- ▶ Interconnexion des réseaux à l'étude
- ▶ Secteurs étudiés à proximité immédiate du réseau Sevrans Beaudottes :
  - Mise en place d'une chaufferie biomasse 12 MW
  - Passage en basse pression à l'étude



Source : Itherm

Echelle	Typologies prioritaires	Potentiel
Bâtiment	Piscine, Logement ancien et neuf	



# Synthèse

# Potentiel énergie renouvelable

Usage	Solutions	Atouts	Contraintes	Echelle
Eau chaude sanitaire	Solaire thermique	Pérennité de la ressource	Emprise des panneaux en toiture Taux de couverture limité	Bâtiment
	Eaux grises	Pérennité de la ressource	Réseau séparatif pour les eaux grises Taux de couverture limité	Bâtiment
Chauffage & eau chaude sanitaire	Bois	Ressource à proximité	Livraisons Emprise foncière silo	Bâtiment Quartier
	Géothermie basse énergie (Dogger)	Potentiel important Température élevée	Coût élevé	Bâtiment Quartier
Chauffage & eau chaude sanitaire Froid	Géothermie très basse énergie sur nappe	Possibilité de faire du rafraichissement	Mise en place de pompes à chaleurs	Bâtiment Quartier
	Géothermie intermédiaire (Albien)	Possibilité de faire du rafraichissement	Vérification de la faisabilité avec l'ARS et la DRIEE Mise en place de pompes à chaleurs	Bâtiment Quartier
Electricité	Photovoltaïque	Pérennité de la ressource	Emprise des panneaux en toiture	Bâtiment



# Scénarios de confort thermique

# Géothermie très basse énergie

## Boucle d'eau tempérée : « Smart Grid Chaleur »

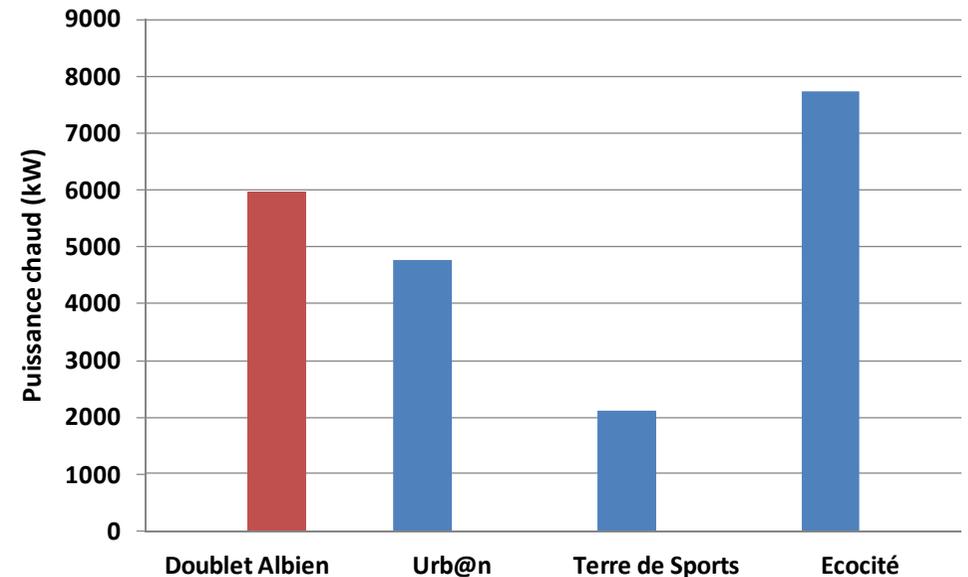
- ▶ Potentiel favorable sur deux nappes (Eocène et Albien)
- ▶ Forage d'un ou plusieurs doublets géothermiques
  - Un forage de production permet de pomper l'eau
  - Après échange thermique, l'eau est réinjectée dans la nappe via un second forage
- ▶ Mise en place d'un réseau très basse température dans lequel de l'eau circule à la même température que la nappe
- ▶ Des pompes à chaleur en sous station permettent de produire le chauffage, l'eau chaude et le froid



# Géothermie très basse énergie

## Boucle d'eau tempérée sur l'Albien

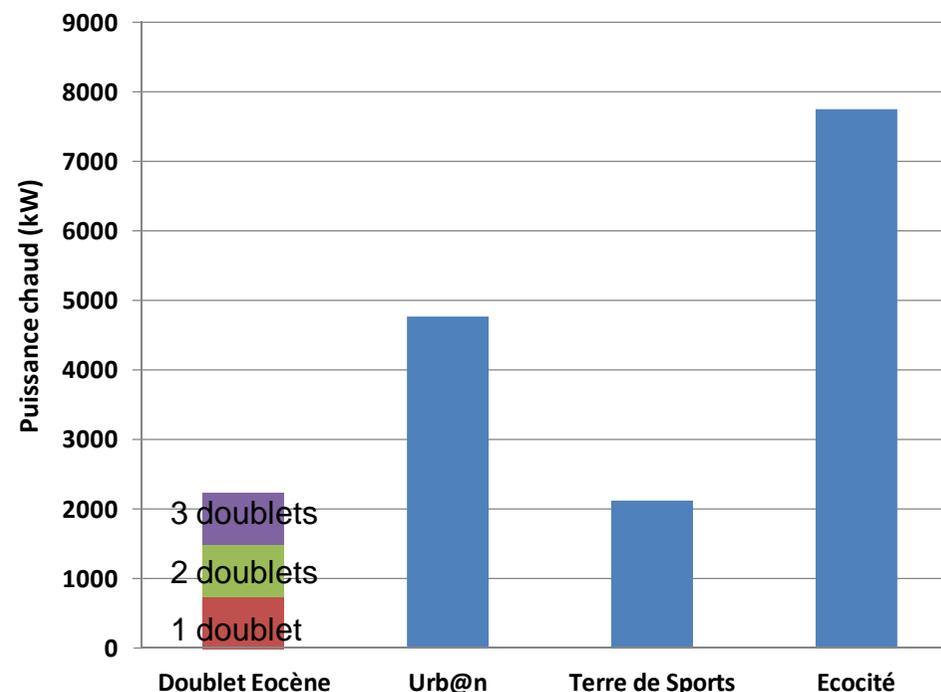
- ▶ Compte tenu des contraintes réglementaires, une seule opération est envisageable
- ▶ Comme les coûts de forages sont très importants, il est plus cohérent de l'envisager sur le secteur où les besoins sont les plus élevés : L'Ecocité
- ▶ L'appoint est réalisé au moyen du réseau de chaleur existant



# Géothermie très basse énergie

## Boucle d'eau tempérée sur l'Eocène

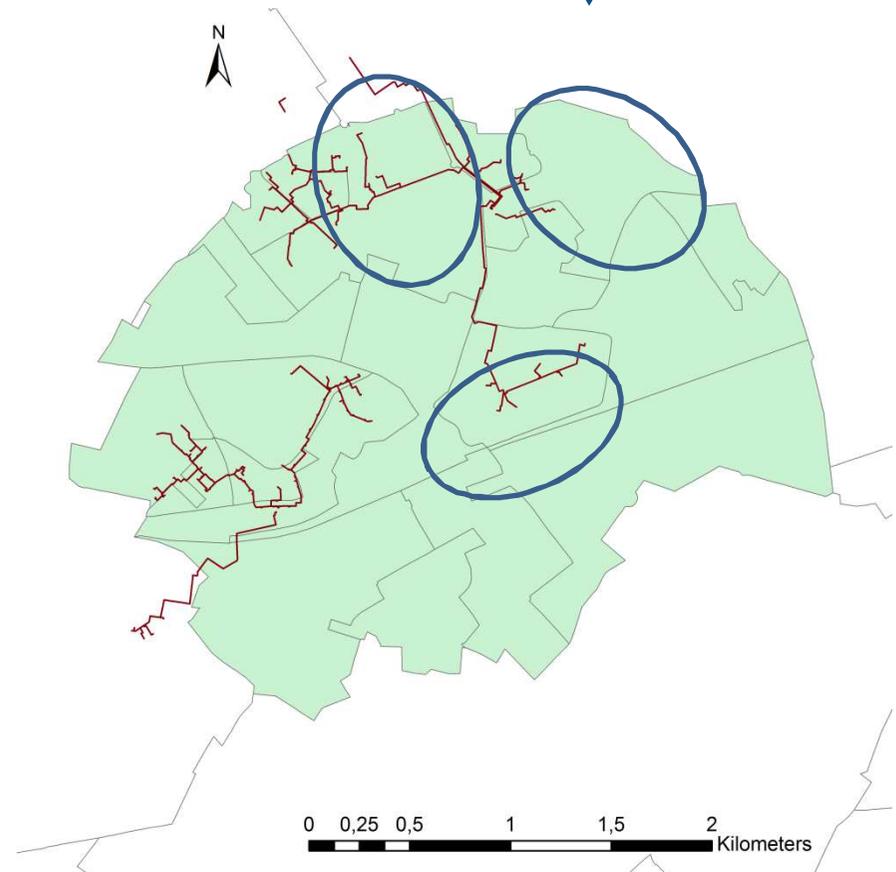
- ▶ La puissance est plus faible pour un doublet géothermique
- ▶ Le nombre de doublet serait trop important pour desservir les secteurs Urb@n ou Ecocité
- ▶ Cette solution sera envisagée sur une partie de la programmation pour chaque secteur
- ▶ Comme la température de la nappe est faible (12°C), cette solution est ciblée sur des programmes avec besoins de froid et de chaud
- ▶ L'appoint est réalisé au moyen du réseau de chaleur existant



# Réseau de chaleur existant

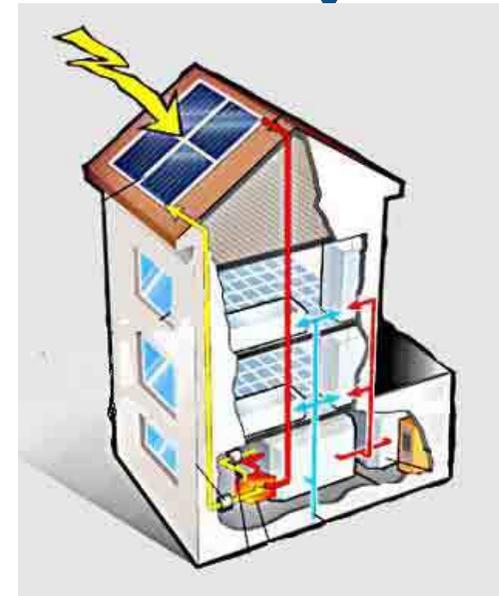
## Raccordement au réseau de chaleur

- ▶ Une étude est en cours pour étudier la possibilité de passer le réseau en basse température et établir un stratégie à moyen terme
- ▶ Possibilité d'intégrer un approvisionnement avec la nappe de dogger en cas de besoin supplémentaire sur un des réseaux de la Ville
- ▶ Les résultats de l'étude sur l'interconnexion des réseaux pourront alimenter la présente étude notamment sur la question des coûts et de l'évolution du mix énergétique



## Gaz et solaire thermique

- ▶ Des panneaux solaires thermiques sont mis en place sur les bâtiments de logement pour couvrir 40% des besoins en eau chaude sanitaire
- ▶ Les autres besoins de chaleur sont assurés par une chaudière gaz



## Gaz et eaux grises

- ▶ Une pompe à chaleur sur eaux grises permet de couvrir les besoins en eau chaude sanitaire des logements
- ▶ Les autres besoins de chaleur sont assurés par une chaudière gaz

# Solutions par bâtiment

## PAC air/eau

- ▶ Possibilité d'installer les unités extérieures en toiture ou en sous-sol.
- ▶ Prévoir une prise d'air et une grille de rejet, ainsi que 30m<sup>2</sup> d'emprise pour une installation des unités en toiture.



© Xpair

## Chaudières bois granulés

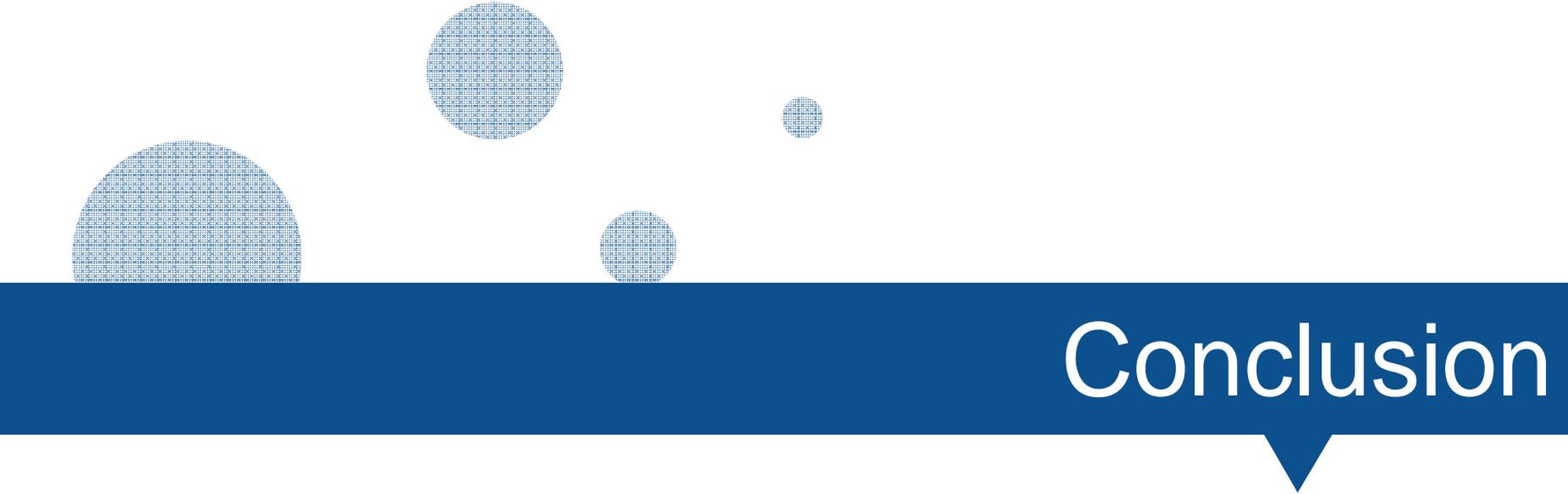
- ▶ Mise en place de chaudières bois par bâtiment
- ▶ Le combustible est stocké dans un silo à proximité de la chaudière
- ▶ Livraisons par camion souffleur



© Bioénergies

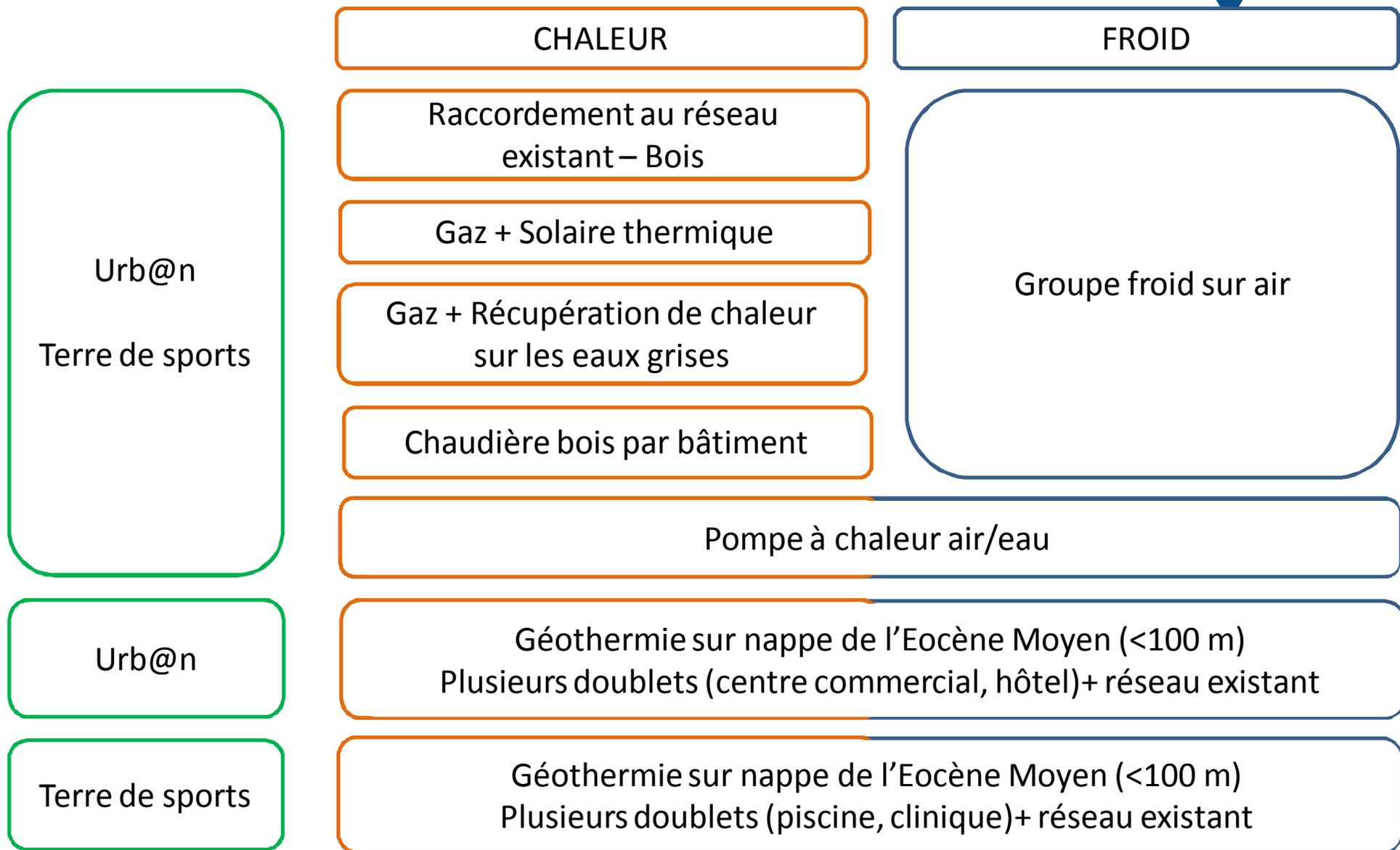


© Valpellets

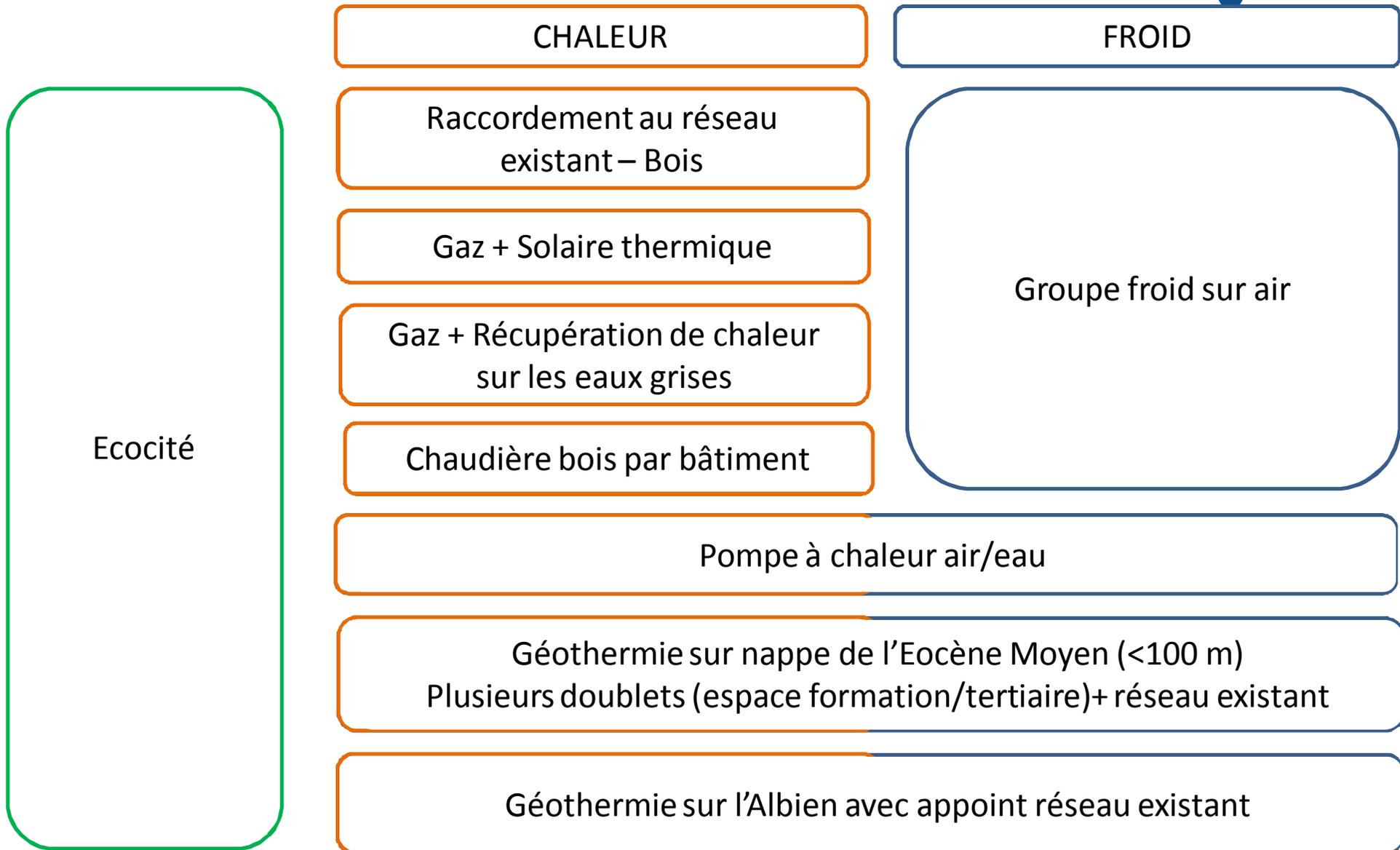


# Conclusion

# Synthèse des scénarios



# Synthèse des scénarios



## ETAPE 2

### Pré-dimensionnement des scénarios



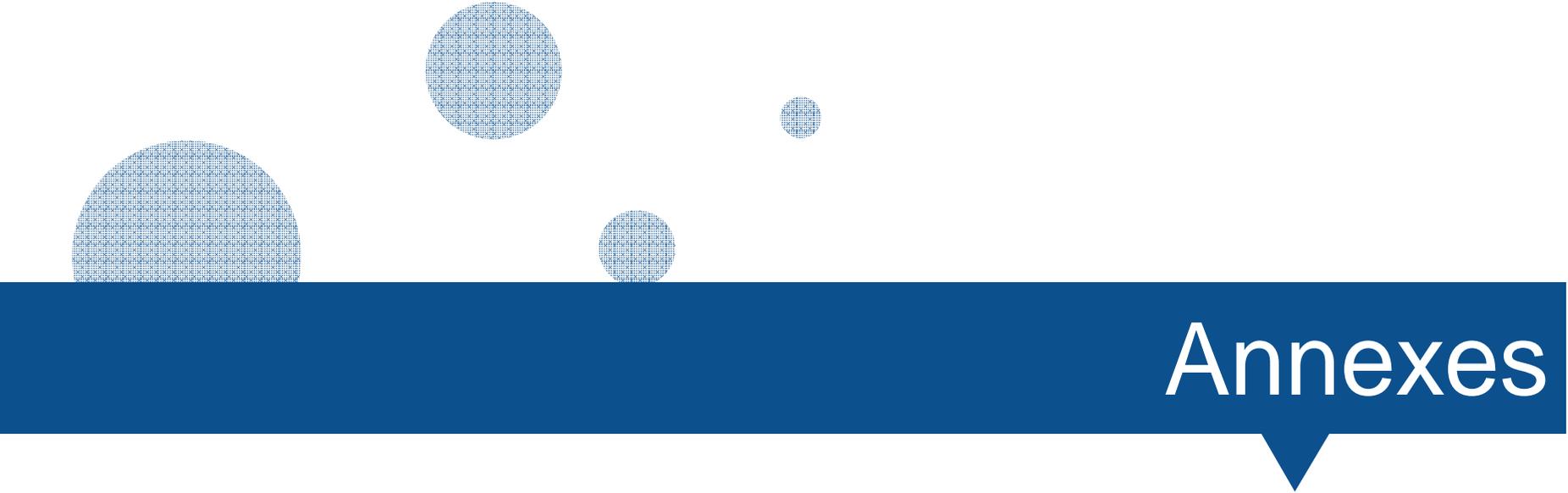
### Comparaison des scénarios

Analyse multicritères :

- technique
- environnementale
- économique (coût global)

## ETAPE 3

### Etude de l'impact sur la courbe de charge électrique



# Annexes

