9.

ENERGIE

Version validée par la Commission de concertation réunie le 8 juillet 2025

BU UR
Part of Sweco

Table des matières

1 INTRODUCTION 3

2 RESSOURCES 4

2.1 Réseau gaz et électricité 4

2.2 Optimisation de la stratégie énergétique 4

3 BESOINS 6

3.1 Consommations attendues 6

3.2 Conception architecturale 6

4 CONCLUSIONS 8

4.1 Caractéristiques principales 8

4.2 Recommandations 8

1 INTRODUCTION

Le présent chapitre se penche sur les aspects énergétiques selon les différents scénarios à l'étude. Dans le cadre de l'analyse des incidences de l'abrogation du PPAS, selon les scénarios de développement.

L'évaluation de l'incidences des différents scénario est menée ici dans une optique d'application des principes du développement durable et de l'architecture bioclimatique. La recherche met en avant **les dispositions du PPAS** en vue d'une utilisation rationnelle de l'énergie au sein des différentes activités développées au sein du périmètre, selon les angles repris ci-dessous. Elle analyse en quoi les modifications à la situation règlementaire sont susceptibles d'avoir une implication sur le développement du site en matière d'optimisation de la stratégie énergétique.

- **Optimisation des ressources** :
  - Adéquation entre les contraintes d'alimentation et de distribution en gaz et en électricité du site et les scénarios de développement du site ;
  - Optimisation de la stratégie énergétique.
- **Optimisation des besoins**

2 RESSOURCES

2.1 RESEAU GAZ ET ELECTRICITE

Il n'y a pas de contrainte majeure pour se raccorder au réseau existant. Les bâtiments A4 et H peuvent se raccorder directement au réseau public de voirie puisque la proximité des bâtiments avec le réseau public permet une connexion facilitée.

Le bâtiment G peut être raccordé soit sur la rue Montagne de l'Oratoire, soit sur le boulevard Pachéco. Dans les deux cas, il n'y a pas de contrainte majeure à prendre en compte. La zone dans laquelle se trouve le bâtiment G est actuellement en chantier, ce qui signifie qu'aucune construction n'est présente pour l'instant. Cela facilite grandement le processus de raccordement, car il n'y a pas d'obstacles physiques ou de contraintes liées à d'autres structures. Par ailleurs, l'école ne se trouve pas sur le chemin du raccordement et ne présente donc pas un obstacle.

Ainsi, il n'y a pas de différence majeures à faire valoir entre les scénarios à ce sujet.

2.2 OPTIMISATION DE LA STRATEGIE ENERGETIQUE

Directions données par le PPAS

Le PPAS formule plusieurs recommandations liées à la stratégie énergétique. Elles concernent principalement la performance énergétique des bâtiments liée à leur isolation, aux matériaux de construction et à la végétalisation de toits et façades (ce qui sera analysé dans le prochain sous-chapitre). Elles concernent aussi la production énergétique par l'installation de panneau solaire et l'évaluation du potentiel géothermique du site et de la récupération de chaleur.

Ces recommandations sont reprises ci-dessous :

- 1.1f : *« Utilisation de la surface de toiture pour l'installation de panneaux solaires thermiques, dimensionnés à l'optimum économique pour la couverture des besoins en eau chaude sanitaire. Utilisation de la surface de toiture résiduelle pour l'installation de panneaux solaires photovoltaïques dimensionnés pour la couverture »* ;
- 1.1g : *« Au niveau géothermique : si les aménagements en sous-sol (parking) permettent la mise en place des équipements géothermiques, effectuer des sondages de sols pour déterminer les caractéristiques thermiques du sol et l'existence ou non d'un potentiel. »* ;
- 1.1h : *« Etudier la faisabilité de la récupération de chaleur sur les collecteurs d'eaux usées ainsi que la récupération de chaleur de l'air des tunnels ferroviaires proches ou de la cabine de haute tension présente sur le site. »* ;

Le cadre du PPAS n'impose aucune contrainte réglementaire par ses prescriptions mais formule une série de recommandations qui encouragent à optimiser la stratégie énergétique sur le site.

Potentiel renouvelable

Pour rappel, le chapitre Microclimat a mis en avant les conditions d'ensoleillement pour les différents volumes.

Dans les scénarios tendanciel et 1, toutes les toitures sont ensoleillées. Il y a donc une valorisation possible de l'énergie solaire important. Le scénario tendanciel propose 3.411 m² de toiture utilisable pour produire de l'énergie solaire, le

scénario 1 propose 3.128 m².

Pour les scénarios 2 et 3, les toitures des volumes de l'îlot A3 présentent tout autant des opportunités pour l'installation de panneaux solaires et de toitures végétalisées. En revanche, dans les deux scénarios, le volume implanté en prolongation du socle au-devant de l'esplanade ne présente qu'un faible potentiel : l'installation de panneau solaire sur le toit au niveau de l'esplanade semble compromise (préservation du panorama et exposition des panneaux à des risques de vandalisme). Ainsi, le scénario 2 propose 2.570 m² de toiture utilisable pour produire de l'énergie solaire, le scénario 3 propose 2.779 m². **Ces deux scénarios présentent donc des potentiels solaires moindres que les scénarios tendanciel et 1**.

La valorisation d'autres potentiels, notamment avec la placement de pompes à chaleur, potentiel géothermique… sont des pistes à envisager similairement pour les différents scénarios.

Système collectif

De même, la réalisation possible d'un **système collectif** n'est pas impactée par l'abrogation ou non du PPAS Pachéco. Les différents paramètres qui pourraient influer sur ce potentiel sont liées aux conditions de mise en œuvre, aux potentiels constructibles, aux programmations envisagées… Ces paramètres sont équivalents selon les 4 scénarios à l'étude.

Pour information, lors de la demande de permis d'urbanisme déposée en 2018 – dont les bâtiments envisagés correspondent au scénario tendanciel – il était prévu :

- Un système de chauffage centralisé par bâtiment avec des chaudières gaz à condensation avec panneaux solaires photovoltaïques PV (technologie T2) ;
- Ces chaudières étaient aussi utilisées pour l'eau chaude avec un compteur dans toute les unités ;
- Le refroidissement était assuré par l'ouverture des fenêtres de minimum 50% dans tous les appartements ;
- La ventilation était assurée par des groupes de ventilation double flux centralisé avec récupération de chaleur ;
- Une production de 200 Wc de production photovoltaïque par appartement (correspondant à 1,5 m² de PV/appartement).

Cette stratégie reste applicable dans tous les scénarios et répond aux ambitions de privilégier une production d'énergie renouvelable sur le site par un système collectif. L'abrogation n'a pas d'impact sur ce sujet.

Seule la question des évacuations des systèmes d'aération et de chauffage amène des différences entre les scénarios. En effet, les volumes dans le socle au-devant de l'Esplanade des scénarios 2 et 3 ne pourront pas renvoyer les nuisances sonores et les évacuations d'air en toiture. Leur système devra dès lors être couplé avec celui des autres bâtiments plus hauts du site. C'est une contrainte à prendre en compte.

Les conclusions concernant **les ressources** peuvent être résumées comme suit :

9	ENERGIE		PPAS modif	ABRO
9.1	**Ressources**	Le développement du site avec de nouvelles constructions est favorable à la mise en place d'une stratégie d'optimisation de la production d'énergie. La stratégie énergétique pour l'aspect spécifique de l'exploitation du potentiel solaire peut être sous-optimale pour certaines implantations.	**Equivalent** Les exigences en matières de performances énergétiques s'appliqueront quoi qu'il en soit	**Equivalent** Les exigences en matières de performances énergétiques s'appliqueront quoi qu'il en soit

3 BESOINS

3.1 CONSOMMATIONS ATTENDUES

Les besoins induits par les scénarios à l'étude sont déterminés par la programmation et les potentiels constructibles attendus. **Sur ces deux facteurs, les variations entre les 4 scénarios ne sont pas suffisantes pour justifier un besoin énergétique sensiblement différent. Seul le scénario 2 a un besoin plus faible.**

En se basant sur les hypothèses suivantes pour un logement de 100 m²[1] :

- Consommation annuelle moyenne pour le chauffage : 10.542 kWh/an ;
- Consommation annuelle moyenne pour l'eau chaude : 2.054 kWh/an ;
- Consommation annuelle moyenne pour la cuisson : 1.171 kWh/an ;
- Consommation annuelle moyenne pour le reste (éclairage, électronique, électroménager…) : 3.208 kWh/an.

	SCENARIO 0	SCENARIO 1	SCENARIO 2	SCENARIO 3
Chauffage (kWh/an)	5.243.485	5.243.169	4.895.916	5.212.281
Eau chaude (kWh/an)	1.021.639	1.021.577	953.919	1.015.559
Cuisson (kWh/an)	582.444	582.409	543.836	578.978
Autre (kWh/an)	1.595.627	1.595.531	1.489.859	1.586.131
TOTAL (kWh/an)	**8.443.195**	**8.442.686**	**7.883.530**	**8.392.949**

Estimation de la consommation énergétique pour chaque scénario

3.2 CONCEPTION ARCHITECTURALE

La conception architecturale des bâtiments aura une influence sur les besoins en énergie. Les différents éléments pouvant les influer peuvent être identifiés comme suit :

- Mesures de prévention de surchauffe, de protection solaire, de passive cooling, des facteurs solaires des vitrages ;
- Isolation optimale et traitement des toitures ;
- Recours à des matériaux énergétiquement performants ;
- Optimisation des possibilités d'éclairage naturel.

Sur ce sujet le PPAS ne formule pas de prescription spécifique mais offre plusieurs recommandations qui sont reprises ci-dessous :

- 1.1a : *« veiller à disposer les bâtiments de manière à optimaliser l'ensoleillement pour les logements, d'une part, et pour les parties de l'espace public ou privé qui en ont le plus besoin (par exemple, les zones verdurisées, les espaces*

[1] Source : https://www.agence-france-electricite.fr/consommation-electrique/moyenne-par-jour/

de récréation, les terrasses des établissements horeca, etc.), d'autre part. » ;

- 1.1b : *« Veiller à assurer un ensoleillement adéquat pour la crèche et l'école, permettant d'une part d'assurer un éclairage naturel suffisant des locaux et d'éviter les surchauffes en été. »* ;
- 1.1c : *« Veiller à atteindre le standard passif pour les logements et les équipements »* ;
- 1.1d et 1.1e : veiller à *« minimiser les pertes par transmission en privilégiant les mitoyennetés, en prévoyant une masse thermique suffisante pour favoriser l'inertie et via une compacité suffisante »* en ce qui concerne les logements et en ce qui concerne les bureaux *« atteindre le standard 'basse énergie' »*. Pour les deux affectations, il est recommandé de *« favoriser l'éclairage naturel via la configuration »* des unités.
- 1.2c : *« Veiller à équiper toute toiture plate en toiture verte ou en toiture stockante. Du point de vue énergétique, les toitures vertes ont un impact favorable sur le niveau d'isolation thermique du bâtiment et dans la réduction de l'effet d'îlot de chaleur urbain. […] Combiner si possible toiture verte et panneaux solaires. Etant donné que les toitures les plus élevées sont soumises à d'importants déplacements d'air et que seules des toitures vertes extensives peuvent y être prévues, consacrer ces toitures à la récupération d'énergie solaire et verduriser les autres toitures-terrasses de manière intensive. »* ;
- 1.3b : *« Utiliser des matériaux recyclables et de bonne qualité environnementale. La durabilité suppose que le matériau présente des qualités d'isolation thermique et de résistance à l'usure du temps permettant de limiter l'entretien. L'empreinte écologique exprime l'impact de la production, du transport, de la mise en œuvre et du recyclage du matériau en consommation d'eau et d'énergie, en production de pollutions potentielles des eaux, des sols et de l'air. »* ;
- 2.2h : *« Veiller à améliorer l'éclairage nocturne par la disposition judicieuse des points lumineux »*.

Ces différentes recommandations restent d'actualité. Dans l'analyse des scénarios, les partis pris apportent des réponses différentes à ces différents points en particulier :

- Scénario 2 et 3, la réalisation d'un volume mono-orienté, exposé nord-ouest en prolongation de l'Esplanade est une moins-value sur ce point : les besoins en éclairage s'en trouveront augmentés ;
- Les scénario Tendanciel et 1, en prévoyant des activités possible à hauteur d'Esplanade, permettent l'implantation de fonctions actives, dans des conditions d'orientation optimisée par rapport à bloc G (qui lui projette son ombre sur l'esplanade) ;
- Les différents scénarios proposent des volumes relativement compacts.

Ainsi pour ces différentes ambitions les scénarios 2 et 3 sont moins optimaux, en particulier en ce qui concerne les conditions d'éclairage naturel. La valorisation des toitures pour les volumes implantés en prolongation de l'Esplanade ne peut se faire au profit d'installation énergétiques mais peuvent être mobilisées pour le tamponage des eaux de pluie comme mentionné dans le *Chapitre 7 - Eaux usées et eaux pluviales*.

La performance énergétique des bâtiments à atteindre est réglementée par la réglementation PEB et ne dépend donc pas de la présence d'un PPAS.

Les conclusions concernant **les besoins** peuvent être résumées comme suit :

9	ENERGIE		PPAS modif	ABRO
9.2	**Besoins**	La développement de nouveau volumes sur le site permettra de tendre vers une stratégie de minimisation des besoins énergétiques, grâce à une optimisation de la performance des bâtiments. La création de logements orientés principalement nord-ouest n'est pas le plus optimale.	**Equivalent** Les exigences en matières de performances énergétiques s'appliqueront quoi qu'il en soit	**Equivalent** Les exigences en matières de performances énergétiques s'appliqueront quoi qu'il en soit

4 CONCLUSIONS

4.1 CARACTERISTIQUES PRINCIPALES

Le PPAS encourage le développement de toitures et façades végétales et le recours à des énergies renouvelables. En l'absence de PPAS, ces incitations se perdent et amoindrissent les lignes directrices données pour l'optimisation d'une stratégie énergétique résiliente et en partie autonome. Ces directions peuvent toutefois être prises en l'absence de PPAS, dans la lignée des politiques menées par la Région et la Ville.

Les scénarios 2 et 3, en plus de ne pas être soumis aux recommandations du PPAS, présentent des potentiels pour le photovoltaïque plus faibles puisque le volume dans le socle au-devant de l'Esplanade ne le permet pas. De plus, la situation de ce volume implique la réalisation potentielle de logements mono-orientés, moins favorables à la réalisation d'une architecture climatique.

Dans l'ensemble, bien que l'analyse pointe des configurations plus favorables que d'autres, ce sont les réglementations PEB qui seront en tous les cas d'application, et l'abrogation n'aura que peu d'impact.

Ces conclusions et leur impact en cas de PPAS modificatif ou d'abrogation peuvent être résumées comme suit :

9	ENERGIE	PPAS modif	ABRO
9.1	**Ressources**	Equivalent	Equivalent
9.2	**Besoins**	Equivalent	Equivalent

4.2 RECOMMANDATIONS

Les différentes recommandations suivantes sont à considérer :

Optimisation de la production

- Optimiser la stratégie énergétique à l'échelle du site. Etudier l'intégration d'un système collectif de chauffage et de refroidissement à l'échelle du périmètre, les potentiels pour des pompes à chaleur, l'optimisation possible en matière d'exploitation de l'énergie solaire, l'exploitation possible d'un potentiel géothermique… ;
- Privilégier des pompes à chaleur en collectif afin de limiter les nuisances sonores induites ;
- Etudier la faisabilité de la récupération de chaleur sur les collecteurs d'eaux usées ainsi que la récupération de chaleur de l'air des tunnels ferroviaires proches ou de la cabine de haute tension présente sur le site ;
- Optimiser l'ensoleillement pour les logements, d'une part, et pour les parties de l'espace public ou privé qui en ont le plus besoin (par exemple, les zones plantées, les espaces de récréation, les terrasses des établissements horeca, etc.), d'autre part ;

- Assurer un ensoleillement adéquat pour les équipements d'accueil, permettant d'une part d'assurer un éclairage naturel suffisant des locaux et d'éviter les surchauffes en été ;
- Equiper toute toiture plate en **toiture végétalisée ou en toiture stockante.** Du point de vue énergétique, les toitures végétalisées ont un impact favorable sur le niveau d'isolation thermique du bâtiment et dans la réduction de l'effet d'îlot de chaleur urbain. Les toitures stockantes permettent de ralentir l'écoulement des eaux pluviales. Combiner si possible toiture végétale et panneaux solaires. Etant donné que les toitures les plus élevées sont soumises à d'importants déplacements d'air et que seules des toitures vertes extensives peuvent y être prévues, consacrer ces toitures à la récupération d'énergie solaire et végétaliser les autres toitures-terrasses de manière intensive.

Optimisation de la demande

- Viser le standard passif pour les logements et les équipements ;
- Dans l'optique d'une conception optimisée des bâtiments de logement, il faut veiller à :
    - Minimiser les pertes par transmission en privilégiant les mitoyennetés, en prévoyant une masse thermique suffisante (murs de refend, plafonds ou planchers lourds) pour favoriser l'inertie et via une compacité suffisante ;
    - Favoriser l'éclairage naturel via la configuration des unités de logement ;
- Dans l'optique d'une conception optimisée des bâtiments de bureau, veiller à :
    - Atteindre le standard « basse énergie » ;
    - Favoriser l'éclairage naturel via la configuration des zones de travail et sans dépasser les besoins (contenir la taille des baies) ;
    - Maximiser les gains internes :
        - Equipements électriques efficaces ;
        - Eclairage : Prescrire des équipements efficients : puissance/luminosité, régulation en fonction de la présence de personnes et éventuellement du niveau d'éclairement naturel… adaptés aux zones individuelles ou collectives ;
    - En cas de mise en place de systèmes de refroidissement actif des bureaux, prévoir la récupération de la chaleur pour les besoins en eau chaude sanitaire dans le périmètre du PPAS, voire au-delà ;
- Utiliser des matériaux recyclables et de bonne qualité environnementale. La durabilité suppose que le matériau présente des qualités d'isolation thermique et de résistance à l'usure du temps permettant de limiter l'entretien. L'empreinte écologique exprime l'impact de la production, du transport, de la mise en œuvre et du recyclage du matériau en consommation d'eau et d'énergie, en production de pollutions potentielles des eaux, des sols et de l'air ;
- Améliorer l'éclairage nocturne par la disposition judicieuse des points lumineux.