

ETUDE COMPARATIVE MULTICRITÈRES

***PROJET DE CONSTRUCTION D'UN SECOND GRAND SITE
POUR LES MINISTÈRES SOCIAUX***

MAITRISE D'OUVRAGE :



MINISTÈRES SOCIAUX
14 Avenue Duquesne
75350 Paris
01 40 56 60 00



ALTEREA AGENCE DE PARIS
23 avenue d'Italie
75013 Paris
01 46 28 31 89

SUIVI DU DOCUMENT :

Indice	Date	Modifications	Rédaction
1	20/05/2022	Création document	ORGO / TYAN / VZUC / QDAR / ERMA
2	10/06/2022	Modifications et compléments	ORGO / TYAN / VZUC / QDAR / WMIM / TPIN / ERMA
3	24/06/2022	Modifications et compléments	ORGO / TYAN / VZUC / QDAR / WMIM / TPIN / ERMA
4	06/07/2022	Modifications et compléments	ORGO / TYAN / QDAR / WMIM / RBAN
5	19/10/2022	Ajout d'un scénario 3	TYAN / QDAR / VZUC / RBAN
6	18/11/2022	Modifications et compléments surfaces supplémentaires hors parcelle Suppression de la conclusion	QDAR / WMIM / TPIN / VZUC
7	28/11/2022	Modifications et compléments	QDAR / RBAN
8	29/11/2022	Ajustements	QDAR
9	06/12/2022	Précisions secrétariat général	QDAR

contact@alterea.fr – www.alterea.fr

Agence Ouest (siège)
26 bd Vincent Gâche CS 17502
44275 Nantes Cedex 2
T 02 40 74 24 81
f 02 51 84 16 33

Agence de Paris
23 Avenue d'Italie
75013 Paris
T 01 46 28 31 89
f 02 51 84 16 33

Agence Nord
21 rue Pierre Mauroy
59000 Lille
T 03 59 54 21 08
f 02 51 84 16 33

Agence Sud-Ouest
Parvis Louise Armand CS 21912
33082 Bordeaux
T 05 56 64 42 51
f 02 51 84 16 33

Agence Sud – Est
19 Rue de la Villette
69003 Lyon
T 04 87 24 90 75
f 02 51 84 16 33

Agence Est
20, Place des Halles
67000 Strasbourg
T 02 51 84 16 33
f 02 51 84 16 33

Agence Sud
WELLIO – Immeuble Calypso
48 quai du Lazaret
13 002 Marseille

SOMMAIRE

1. CONTEXTE	4
1.1 CONTEXTE DU PROJET	4
1.2 CONTEXTE – ÉTAT DES LIEUX IMMOBILIER	4
1.3 OPPORTUNITÉS D'OPÉRATIONS	5
1.4 PROGRAMME DES MINISTÈRES SOCIAUX	5
2. PRÉSENTATION DES 4 SCÉNARIOS	6
2.1 SCÉNARIO 1	7
2.2 SCÉNARIO 2	8
2.3 SCÉNARIO 2BIS	9
2.4 SCÉNARIO 3	10
3. ANALYSE MULTICRITÈRE	11
3.1 CRITÈRE PATRIMONIAL, ARCHITECTURAL, URBAIN ET PAYSAGER	11
3.2 CRITÈRE FONCTIONNEL	12
3.3 CRITÈRE SOCIAL	13
3.4 CRITÈRE ORGANISATIONNEL	17
3.5 CRITÈRE TECHNIQUE	19
3.6 CRITÈRE ÉNERGÉTIQUE	20
3.7 CRITÈRE ENVIRONNEMENTAL	24
3.8 CRITÈRE ÉCONOMIQUE	28
4. SYNTHÈSE	30
5. GLOSSAIRE DES ACRONYMES	31
6. ANNEXES	32
6.1 LISTE DES DOCUMENTS TRANSMIS	32
6.2 HÉLIODONS ET OMBRES PORTÉES	33
6.3 CONSOMMATIONS ÉNERGÉTIQUES DE BASE	37
6.4 RÉPARTITION PAR LOT DU CONTENU CARBONE SELON L'OBSERVATOIRE E+C-	38
6.5 RÉPARTITION PAR LOT DU CONTENU CARBONE – CONSTRUCTION & DÉCONSTRUCTION	40
6.6 CALCUL DÉTAILLÉ ACV - RE2020	41
6.7 LABEL BBCA RÉNOVATION	38
6.8 ESTIMATIONS PRÉVISIONNELLES DES TRAVAUX DÉTAILLÉES	43
6.9 DONNÉES POUR CALCUL EN COÛT GLOBAL	45

1. CONTEXTE

1.1 Contexte du projet

Les Ministères Sociaux (MS) se sont engagés dans le projet immobilier de « SECOND GRAND SITE DE L'ADMINISTRATION CENTRALE ». Le scénario de référence du projet repose sur :

- Le désamiantage-déplombage et la déconstruction de la tour INSEE occupant actuellement le site,
- La construction d'un nouvel immeuble de bureaux de l'ordre de 36 000 m² de surface de plancher (SDP) en pleine propriété sur l'actuel site de l'INSEE en entrée de ville de Malakoff.

Le montage retenu pour l'opération est un Marché Global de Performance (MGP) avec dialogue compétitif.

Le projet de L'Etat s'intègre dans un projet de ZAC porté par l'EPT "Vallée Sud Grand Paris" et la ville de Malakoff qui prévoit, entre autres, la déconstruction des bâtiments de l'INSEE et la cession d'une partie du foncier de l'Etat à la collectivité pour la construction d'un groupe scolaire, la réalisation d'un mail planté et des élargissements de voiries.

Le jury fixant les axes de dialogue sur la base des offres initiales s'est tenu en septembre 2021 et les offres finales ont été remises le 02 mai 2022.

Parallèlement à cette procédure d'achat public, le projet fait également l'objet d'une procédure de mise en compatibilité du PLU de Malakoff, lequel ne permet actuellement pas à l'opération de se faire.

Cette procédure issue du Code de l'Urbanisme se décompose en 3 étapes successives : déclaration d'intention ; dossier de déclaration et d'enquête publique ; enquête publique.

Dans le cadre de l'étape de « déclaration d'intention », en cours, les Collectivités Territoriales ont exercé leur « droit d'initiative » et les MS ont pu déployer une procédure de concertation préalable.

Cette concertation a amené plusieurs questions et contributions sur le choix de la ville de Malakoff et de l'État de déconstruire les existants pour reconstruire un bâtiment neuf, opposant l'absence d'étude d'un scénario de réhabilitation / restructuration des existants.

Face à ces questionnements d'une partie du public mise en avant notamment lors de la concertation¹, les MS souhaitent documenter plusieurs scénarios par une étude multicritères en missionnant un prestataire extérieur : ALTEREA.

Afin de mener à bien cette analyse multicritère, les Ministères Sociaux ont transmis à ALTEREA les documents suivants :

- **Plans de l'existant et diagnostics** : Permis de construire, Plans de construction, Plans de propriété, diagnostics déchet, étude capacitaire, programme pour le groupe scolaire Fernand Léger.
- **DDOF** : CCTE, Programme des besoins, Programme fonctionnel, Programme Environnemental, Programme Performanciel.
- **Offres initiales** : Plans masse, de niveaux, façades et coupes, Perspectives, Notice architecturale, Tableau de surfaces, Notice descriptive par lots, Notice Qualité environnementale, Rapports STD et SED.
- **Offres finales** : Dossier Architectural et Fonctionnel, Dossier Technique, Dossier Environnemental, Plans et Pièces graphiques

Le détail du contenu de ces dossiers se trouve en Annexe 6.1

1.2 Contexte – état des lieux immobilier

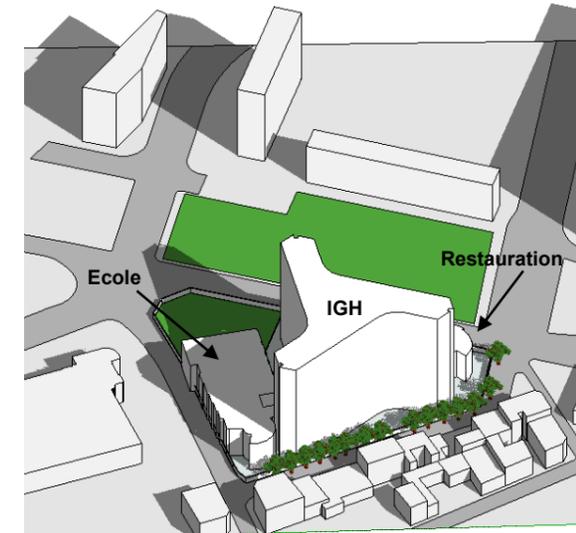
L'Etat est propriétaire d'un ensemble immobilier sur une parcelle d'une surface de 7200 m² environ situé 18 Boulevard Adolphe Pinard à Malakoff.

Cet ensemble immobilier construit en 1974 pour les besoins de l'INSEE par les architectes Serge Lana et Denis Honegger est composé de 3 bâtiments : un IGH, un bâtiment restauration et un bâtiment ancienne école ENSAE.

Surface terrain	7 200 m²
Emprise au sol du bâti	3700m²
IGH - R+14 niveaux	1600m ²
Ecole ENSAE -R+2	750m ²
Bâtiment restauration -R+3	1300m ²
Surface pleine terre	1 480 m ²
Parking	5600m ²

Coefficient d'emprise au sol	52%
% pleine terre / espaces non construits	44%

Surfaces superstructure exploitables (S taxable)	29 000m²
IGH - R+14 niveaux	22 000m ²
Ecole ENSAE -R+2	2 000m ²
Bâtiment restauration -R+3	5 000m ²
Infrastructure Parking	22 000 m²



¹ <https://www.secondsiteministeresociaux-concertation.fr/fr/>

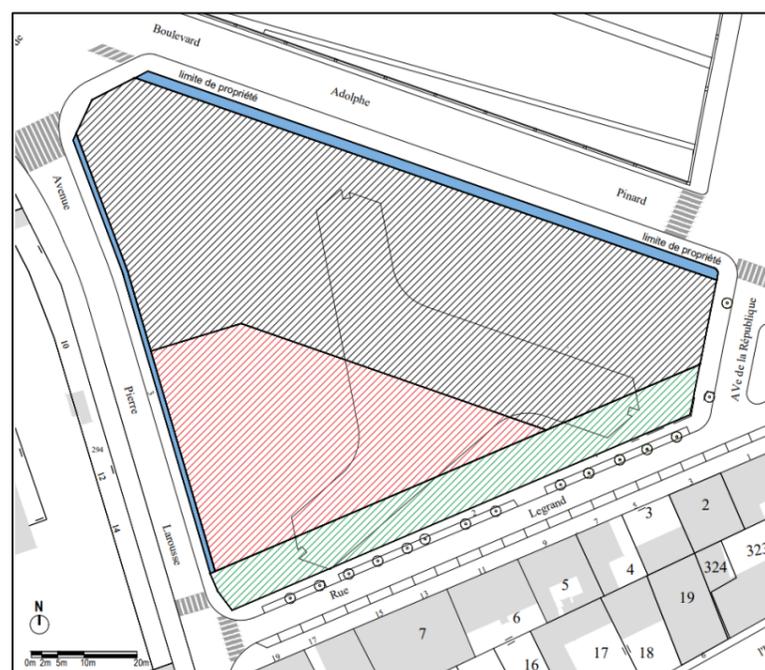
1.3 Opportunités d'opérations

Au-delà de l'intégration de son programme pour les ministères sociaux, les collectivités territoriales concernées prévoient un projet de revalorisation complète à l'échelle du quartier avec la création d'une ZAC avec en particulier sur le terrain de l'Etat :

- L'accueil des Ministères Sociaux 1800 postes de travail (maîtrise d'ouvrage de l'État) ;
- L'accueil d'un Groupe scolaire neuf de 1970 m² ou à défaut la restructuration du groupe scolaire Fernand Léger (maîtrise d'ouvrage de la Ville de Malakoff) ;
- La requalification de la rue Legrand et la création d'un mail vert dans le cadre du renouvellement urbain (MOA EPT Vallée Sud Grand Paris.) ;
- L'élargissement de l'avenue Pierre Larousse ;
- L'élargissement et requalification du boulevard Adolphe Pinard,
-

Le programme de la ZAC n'est à ce jour pas complètement défini.

Ci-dessous la répartition foncière envisagée entre l'Etat et les collectivités territoriales concernées dans le cas d'une démolition de la tour.



LEGENDE

- Parcelle Ministères Sociaux : 4 300 m²
- Rétrocession pour le groupe scolaire 1 800 m²
- Mail vert – Rétrocession pour requalification Rue Legrand 786 m² (8 m de large)
- Rétrocession pour requalification Boulevard Adolphe Pinard 230 m² (2 m de large) et Avenue Pierre Larousse 38 m² (1 m de large)

1.4 Programme des Ministères Sociaux

Le MOA exprime dans son tableau de surfaces son besoin en **Surface Utile** (besoin repris ci-dessous en rouge). À noter que le besoin initial a été revu à la baisse de 4000 m² par le MOA pour permettre une rétrocession d'une partie du terrain aux collectivités.

Afin d'établir une faisabilité en volume, il convient d'estimer les volumes à créer en superstructure et infrastructure correspondant au besoin du MOA.

Cette surface à définir intègre :

- La SUN besoin du MOA
- Les circulations (estimées à 25 / 30% de la SUN)
- Les sanitaires et paliers (estimé à 5% de la SUN)
- Les besoins en locaux techniques (estimés à 5% de la SUN)
- Gaines 5%
- Les besoins en stationnement en sous-sol (estimés en m² par place de stationnement)
- Les besoins en stationnement de surface intégrés dans le volume bâti (estimés en m² par stationnement)

On définit ainsi un besoin en **Surface Taxable** ou **Surface dans œuvre** (SDO) qui correspond à la somme des surfaces de chaque niveau clos et couvert calculée à partir du nu intérieur des façades, sans prendre en compte l'épaisseur des murs entourant les embrasures des portes et fenêtres déduction faite :

- Des vides et trémies
- Des surfaces sous une hauteur de plafond inférieure ou égale à 1m80

La **Surface Utile Brute** (SUB) correspond à la SDO à laquelle on déduit :

- Les circulations verticales
- Les parties communes
- Les locaux techniques

La **Surface de Plancher** (SDP) correspond à la SDO à laquelle on déduit :

- Les surfaces de stationnement des véhicules motorisés ou non, y compris les rampes d'accès
- Les locaux techniques

Besoins en superstructure	SUN	SDO
Espace de travail	19 300 m ²	25 000 m ²
Socle	4 300 m ²	5 700 m ²
Stationnement vélo (300 à 400 unités)	-	700 m ²
Locaux techniques	-	850 m ²
TOTAL superstructure		32 200 m²

Besoins en sous-sol	SUN	SDO
Locaux de fonctionnement (cf. tableau de surface)	1700 m ²	2 200 m ²
Stationnement automobile (125 unités)	2700 m ²	3 500 m ²
Stationnement 2 roues motorisées (125 unités)	1 100 m ²	1 450 m ²
Locaux techniques	-	850 m ²
TOTAL infrastructure		8 000 m²

Densité d'occupation cible pour 1 800 PDT	SUN	SUB
Espace de travail	19 300 m ²	25 000 m ²
	SUN / SUB	
	77%	
Ratios objectifs sur les surfaces espace de travail	SUN / PDT	SUB / PDT
	11m²	14m²

2. PRÉSENTATION DES 4 SCÉNARIOS

La mission confiée à ALTEREA a pour objectif de réaliser une étude comparative multicritères de 4 scénarios de faisabilité sur le périmètre des programmes à réaliser afin de documenter les décisions de l'état.

- L'accueil des Ministères Sociaux 1800 postes de travail (maîtrise d'ouvrage de l'État) ;
- L'accueil d'un Groupe scolaire sur une parcelle de 1800m² (maîtrise d'ouvrage de la Ville de Malakoff) ;
- La requalification de la rue Legrand et la création d'un mail vert dans le cadre du renouvellement urbain (MOA EPT Vallée Sud Grand Paris) ;
- L'élargissement de l'avenue Pierre Larousse et du boulevard Adolphe Pinard.

Il sera étudié les conditions de réalisation de ces 4 programmes qui prendront place ou non dans la parcelle décrite au précédent chapitre.

Chacun des scénarios sera observés sous les angles :

- **Patrimonial, architectural, urbain, paysager** ;
- **Fonctionnel** : adéquation entre les usages prévus et la fonctionnalité du bâtiment existant ;
- **Social** : impact du projet sur la population ;
- **Organisationnel** : Planning, Nuisances
- **Technique** : CVC, Structure ;
- **Energétique** : consommation et production ;
- **Environnemental** : ACV - comparaison des émissions de gaz à effet de serre sur 50 ans. Impact sur la biodiversité
- **Economique** : Investissement, Coût global sur 50 ans ;

Les **critères d'analyse** retenus sont multiples mais limités. Ils doivent faire état de la complexité des décisions tout en restant lisible.

Cette approche multicritère rappelle que pour la Maîtrise d'ouvrage aucun critère ne peut être traité seul et qu'une analyse holistique est nécessaire pour les prises de décision.



Perspectives des soumissionnaires en offre finale

Le scénario 1 correspond au programme projeté par les ministères sociaux et dont la procédure est en cours. Le lauréat du concours a été désigné en novembre 2022 sans que cette présente étude ne l'intègre.

Scénario 1	Scénario 2	Scénario 2bis	Scénario 3
<p><u>Parcelle</u> : Démolition de l'existant et constructions neuves <u>Hors parcelle</u> : Sans objet</p>	<p><u>Parcelle</u> : Restructuration et épaissement de la tour + Construction d'un groupe scolaire <u>Hors parcelle</u> : Complément de surface de bureaux</p>	<p><u>Parcelle</u> : Réhabilitation des bâtiments existants. <u>Hors parcelle</u> : Complément de surfaces de bureaux + Rénovation de l'école existante</p>	<p><u>Parcelle</u> : Restructuration, épaissement et extension de la tour. <u>Hors parcelle</u> : Rénovation de l'école existante.</p>
			
<p>Scénario de référence de l'État, consistant à déconstruire l'ensemble des existants et à reconstruire en neuf le programme des besoins des MS, avec une division foncière de la parcelle pour en céder une partie (40 %) à la mairie de Malakoff dans le but de réaliser une école avec sa cour de récréation dans la partie sud du terrain, un mail vert dans la rue Legrand et un élargissement des voies.</p>	<p>Scénario de restructuration lourde et extension du bâtiment tour, avec démolition des bâtiments annexes et démolition partielle du parking existant sous l'emprise du futur terrain de l'école. La restructuration s'accompagne d'une rénovation thermique du bâtiment. Complément de surfaces tertiaires sur un autre site pour répondre au programme de l'État. Implantation d'une nouvelle école sur une partie de la parcelle.</p>	<p>Scénario de restructuration lourde de tous les bâtiments existants sans aucune démolition. Maintien de l'existant dans toutes ses composantes, changement des façades tout en gardant l'aspect extérieur, dessin des façades et esthétique, volumétrie, etc. Complément de surfaces tertiaires sur un autre site pour répondre au programme de l'État. Le groupe scolaire existant à proximité est restructuré et rénové thermiquement.</p>	<p>Scénario de restructuration lourde et extension du bâtiment tour, avec démolition des bâtiments annexes et démolition partielle du parking existant. La restructuration s'accompagne d'une rénovation thermique ambitieuse du bâtiment. Complément de surfaces tertiaires dans un autre bâtiment (extension tripode) pour répondre au programme de l'État. Le groupe scolaire existant à proximité est restructuré et rénové thermiquement.</p>

2.1 Scénario 1

Le scénario de référence de l'État consiste à déconstruire l'ensemble des existants (super structure comme infrastructure) et à construire un complexe en adéquation avec les besoins de surfaces du **programme des ministères sociaux**.

Le programme s'insère dans un bâtiment sur un sous-sol de 3 niveaux dans l'emprise du bâtiment (pas conservation d'une partie du parking + agrandissement). La démolition du parking existant de 4 niveaux correspond à 3000 m² par niveaux.

La réorganisation foncière validée avec les collectivités territoriales concernées est rendue possible et optimisée par la suppression de la tour et de son parking. A noter qu'en phase de programmation de projet la mairie de Malakoff projetait davantage de surfaces à construire ainsi que des mobilités douces.

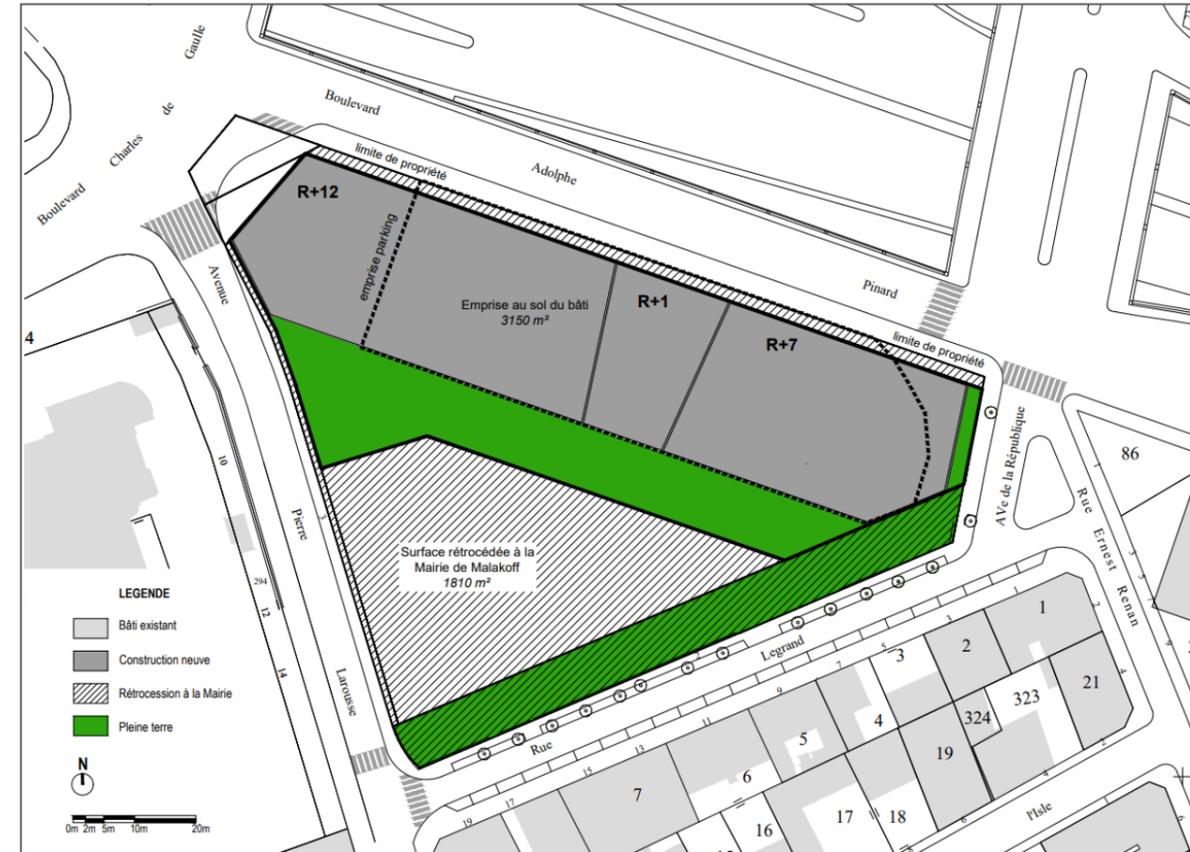
Le Boulevard Adolphe Pinard est élargi de 2 mètres de large soit une rétrocession de 230 m² pour rendre possible les circulations douces et un aménagement planté.

L'Avenue Pierre Larousse est élargie de 1 mètre de large soit une rétrocession de 38 m² pour améliorer les circulations piétonnes

La Rue Legrand est élargie de 8 mètres de large soit une rétrocession de 786 m² destinée à créer un mail planté. Ces parcelles sont livrées en pleine terre à la ville pour son aménagement urbain.

Le bâtiment des Ministère Sociaux doit privilégier une organisation horizontale, augmentant son emprise au sol mais sans augmenter la hauteur du bâtiment afin de répondre aux besoins organisationnels. La volonté de ce programme étant de garantir l'utilisation optimale, par les salariés, de l'infrastructure.

Le scénario 1 correspond donc aux projets neufs moyens des soumissionnaires à l'offre finale. Un projet de mise en conformité du PLU est d'ailleurs en cours pour rendre ce projet compatible aux exigences urbanistiques.



Utilisation du Surface terrain (7 200m²)

Surface parcelle Ministères Sociaux	4 300 m ²
Surfaces terrain rétrocedées pour la requalification voirie	1 054 m ²
Surfaces terrain rétrocedées pour le groupe scolaire	1 810 m ²

Programme ministère sociaux

Emprise au sol du bâti	3 150 m ²
Coefficient d'emprise au sol	73%
Surface pleine terre	1 060 m ²
% pleine terre / espaces non construits	100%



Programme ministère sociaux

Scénario 1

Super structure : programme - 32 200m² SUB

32 200 m² SUB

Rapport SUN/SUB : 77 %

77%

Espace de travail : 25 000 m² SUN

25 000 m² SUN

Socle : 6 400 m² SUB

6 400 m² SUB

Nombre poste de travail (18 m²SUB / PDT) : 1800 pdt

2 niveaux, cis locaux vélos à RDC

Nombre de postes à reloger dans un nouveau bâtiment

1800 pdt

Infrastructure : 8 000 m²

8 000 m²

Nombre de bâtiments

1 bâtiment

2.2 Scénario 2

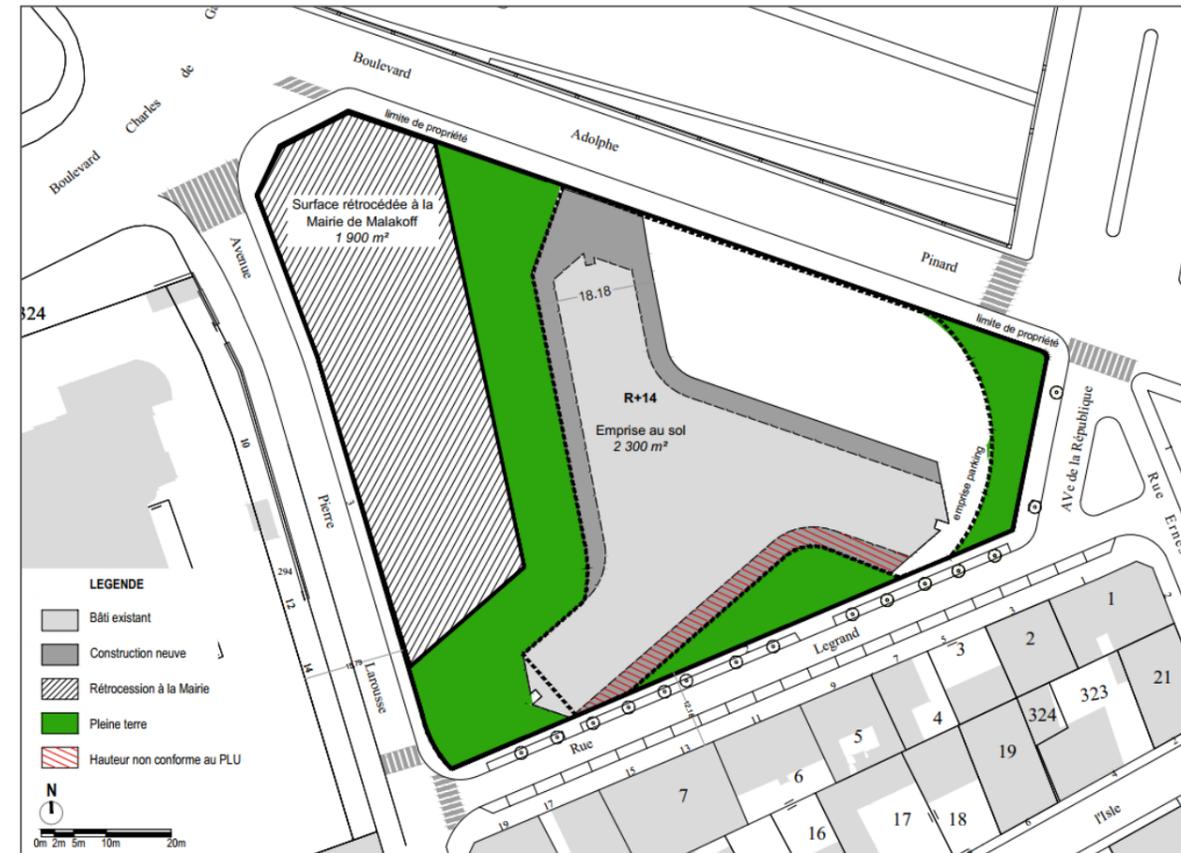
Le Scénario 2 consiste à réaliser une restructuration lourde et agrandissement de surface du bâtiment pour répondre au besoin via un élargissement des ailes de la tour. La tour est conservée avec une extension en périphérie sur une épaisseur de 3 mètres. Le pignon nord reçoit une extension. Le programme des Ministères Sociaux prend place dans 1 bâtiment (15 niveaux en superstructure) sur un sous-sol de 3 niveaux (par conservation d'une partie du stationnement existant).

Le parking existant est démoli en partie pour permettre à la parcelle de retrouver autant que possible une surface de pleine terre.

La réalisation de nouvelles façades permet à l'enveloppe du bâtiment d'atteindre des performances thermiques équivalentes à une construction neuve.

Les bâtiments de l'ENSAE et le bâtiment restauration sont déconstruits.

Ce scénario permet de libérer une emprise foncière de 1900 m² pour le nouveau groupe scolaire Fernand Léger. L'emplacement de la tour ne permet pas l'élargissement de la rue Legrand pour la mise en place d'un mail vert. L'étroitesse de la parcelle résiduelle à rétrocéder ne permet pas d'envisager un élargissement de l'avenue Pierre Larousse.

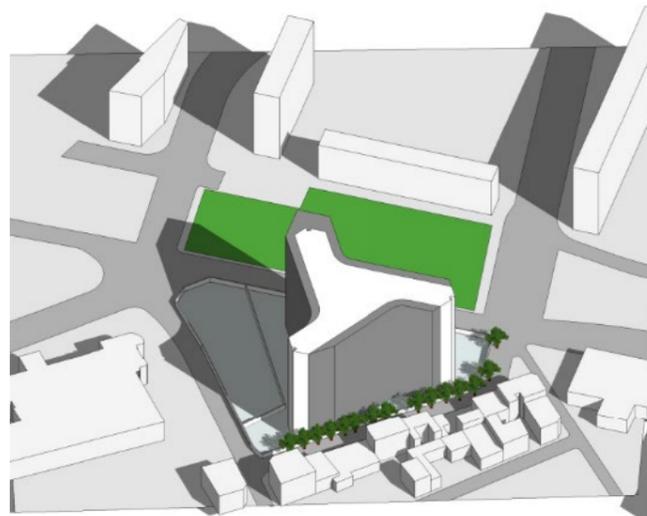


Utilisation du Surface terrain (7 200m²)

Surface parcelle Ministères Sociaux	5 300 m ²
Surfaces terrain rétrocedées pour la requalification voirie	0 m ²
Surfaces terrain rétrocedées pour le groupe scolaire	1 900 m ²

Programme ministère sociaux

Emprise au sol du bâti	2 300 m ²
Emprise parking	3 500 m ²
Coefficient d'emprise au sol	43%
Surface pleine terre	1 700 m ²
% pleine terre / espaces non construits	56%
Nombre de bâtiments	1



Programme ministère sociaux

Scénario 2

Super structure : prog - 32 200m² SUB	32 200 m² SUB
Rapport SUN/SUB : 77 %	69 %
Espace de travail : 25 000 m ² SUN	22 200 m ² SUN
Socle : 6 400 m ² SUB	6 600 m ² SUB
	3 niveaux, cis locaux vélos à RDC
Nombre poste de travail (18 m ² SUB/PDT) : 1800 PDT	1600 PDT
Nombre de postes à reloger dans un nouveau bâtiment	200 pdt pour 3 200 m ² SUB (16 m ² SUB/PDT)
Infrastructure : 8 000 m²	> 8 000 m²

Le scénario 2 répond partiellement aux objectifs de surface du programme, il nécessite un complément de surfaces tertiaires et ne rétrocéde pas de surface à l'élargissement des voiries avoisinantes.

Un terrain pour reloger le groupe scolaire est rétrocedé à l'ouest de la parcelle.

2.3 Scénario 2bis

Le Scénario 2bis consiste à réaliser une réhabilitation de tous les bâtiments (tour, bâtiment commun, bâtiment de l'ENSEA) existants sur la parcelle, en conservant l'architecture existante (façades, matérialité). Les bâtiments existants n'ont pas la capacité à accueillir le programme des Ministères Sociaux. Il n'y a donc pas de réserve foncière complémentaire à attribuer à la Ville de Malakoff.



Utilisation du Surface terrain (7 200m²)

Surface parcelle Ministères Sociaux	7 200 m ²
Surfaces terrain rétrocedées pour la requalification voirie	0 m ²
Surfaces terrain rétrocedées pour le groupe scolaire	0 m ²

Programme ministère sociaux

Emprise au sol du bâti	3 710 m ²
Emprise parking	5 600m ²
Coefficient d'emprise au sol	52%
Surface pleine terre	1 480 m ²
% pleine terre / espaces non construits	43%
Nombre de bâtiments	3



Programme ministère sociaux

Super structure : programme - 32 200m² SUB

Rapport SUN/SUB : 77 %

Espace de travail : 25 000 m² SUN

Socle : 6 400 m² SUB

Nombre poste de travail (18 m²SUB / PDT) : 1800 pdt

Nombre de postes à reloger dans un nouveau bâtiment

Infrastructure : 8 000 m²

Scénario 2bis

29 000 m² SUB

77%

22 300 m² SUN

6 120 m² SUB

2 niveaux pour la tour et l'annexe, 1 niveau pour l'ex-ENSAE, cis locaux vélos

1610 pdt

190 pdt pour 3 000 m² SUB (16 m²SUB/PDT)

22 000 m² (14 400 m² de surfaces hors programme)

Le scénario 2bis ne répond pas aux objectifs de surface du programme et ne rétrocede pas de surface à l'élargissement de la voirie.

La parcelle ne permet pas la construction d'un groupe scolaire neuf et le groupe scolaire existant devra être rénové.

La réaffectation des surfaces d'infrastructure à certains usages prévus en superstructure tes que des salles de réunion n'a pas été retenu dans cette étude.

L'utilisation des espaces spécifiques de l'ENSAE (ses amphithéâtres) ne répond pas aux besoins fonctionnels des Ministères Sociaux.

2.4 Scénario 3

Le Scénario 3 consiste à réaliser une restructuration lourde et agrandissement de surface du bâtiment pour répondre aux objectifs de surface du programme des ministères sociaux via un élargissement des ailes de la tour et une extension.

La tour est conservée avec une extension en périphérie sur une épaisseur de 3 mètres. Le pignon nord reçoit une extension. Le programme des Ministères Sociaux prend place dans 1 bâtiment (15 niveaux en superstructure) sur un sous-sol de 3 niveaux (par conservation d'une partie du stationnement existant).

Le parking existant est démoli en partie pour permettre à la parcelle de retrouver autant que possible une surface de pleine terre.

Cette rénovation des façades permet à l'enveloppe du bâtiment d'atteindre des performances thermiques équivalentes à une construction neuve.

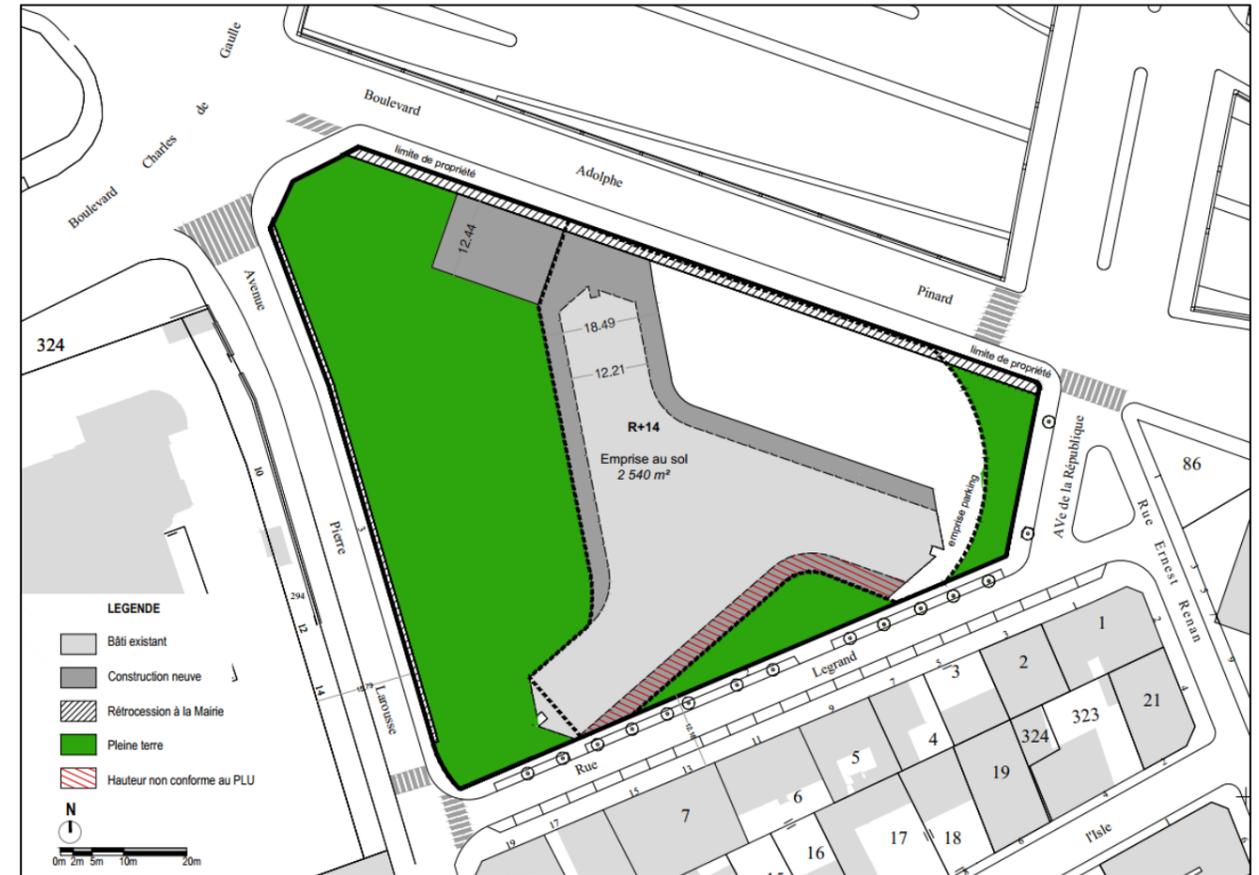
Les bâtiments de l'ENSAE et le bâtiment restauration sont démolis.

Dans ce scénario dérivé du scénario 2, il n'est pas envisagé d'implanter un groupe scolaire neuf sur la parcelle. La proximité à la tour étant jugée trop importante. Le groupe scolaire existant devra donc faire l'objet d'un autre programme de travaux complémentaire.

L'emplacement de la tour ne permet pas l'élargissement de la rue Legrand pour la mise en place d'un mail vert.

L'Avenue Pierre Larousse est élargie de 1 mètre de large soit une rétrocession de 80 m².

Le Boulevard Adolphe Pinard est élargi de 2 mètres de large soit une rétrocession de 220 m².



Utilisation du Surface terrain (7 200m²)

Surface parcelle Ministères Sociaux	6 900 m ²
Surfaces terrain rétrocedées pour la requalification voirie	300 m ²
Surfaces terrain rétrocedées pour le groupe scolaire	0 m ²

Programme ministère sociaux

Emprise au sol du bâti	2 540 m ²
Emprise parking	3 500 m ²
Coefficient d'emprise au sol	37%
Surface pleine terre	3 200 m ²
% pleine terre / espaces non construits	73%
Nombre de bâtiments	1



Programme ministère sociaux

Scénario 3

Super structure : prog - 32 200m² SUB

Rapport SUN/SUB : 77 %

Espace de travail : 25 000 m² SUN

Socle : 6 400 m² SUB

Nombre poste de travail (18 m²SUB / PDT) : 1800 pdt

Nombre de postes à reloger dans extension tripode

Infrastructure : 8 000 m²

35 400 m² SUB

71 %

25 000 m² SUN

6 600 m² SUB

3 niveaux, cis locaux vélos à RDC

1600dt

200

> 8 000 m²

Le scénario 3 répond partiellement aux objectifs de surface du programme mais il nécessite un complément de surfaces tertiaires et ne rétrocede pas de surface à l'élargissement des voiries avoisinantes à l'exception de l'avenue Larousse. Le bâtiment restructuré ne répond pas aux fonctionnalités nécessaires aux Ministères sociaux.

Le groupe scolaire n'est pas relogé en raison de l'emplacement résiduel défavorable des terrains disponibles Il devra donc faire l'objet d'un autre programme de travaux complémentaire.

3. ANALYSE MULTICRITÈRE

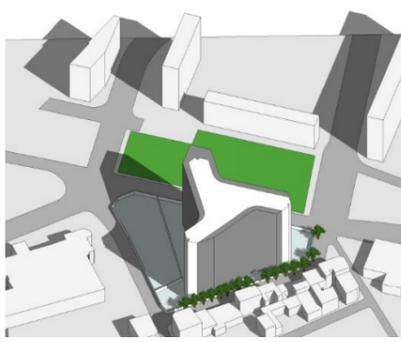
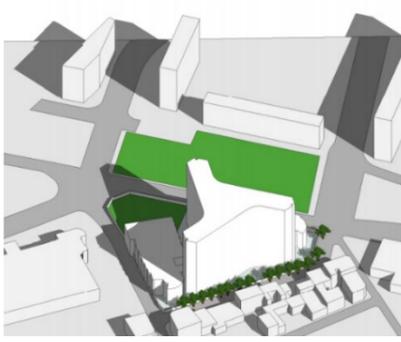
Ce présent chapitre traite et évalue pour les 4 scénarios les critères retenus. Les éléments :

- En **vert** correspondent à des impacts positifs,
- En **noir** correspondent à des impacts neutres,
- En **orange** correspondent à des impacts mitigés
- En **rouge** correspondent à des impacts négatifs.

3.1 Critère patrimonial, architectural, urbain et paysager

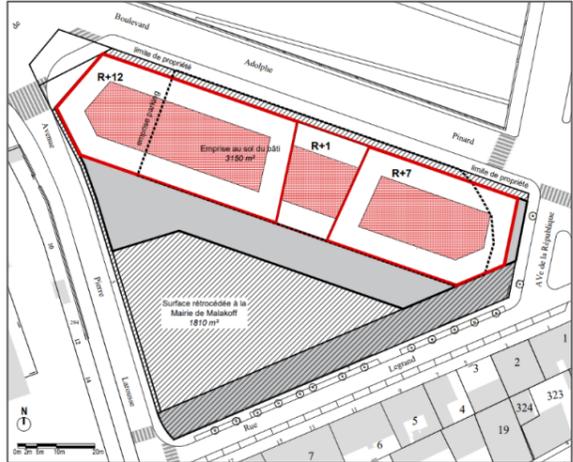
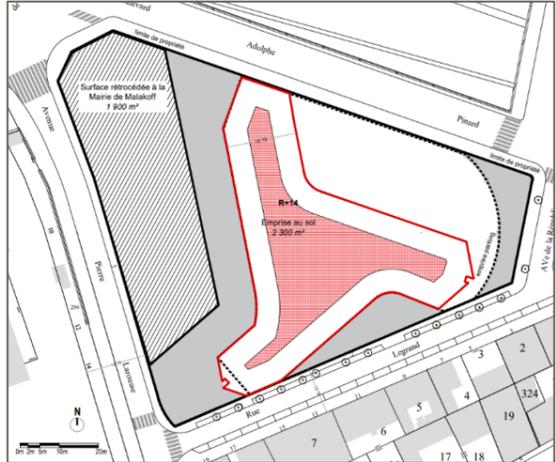
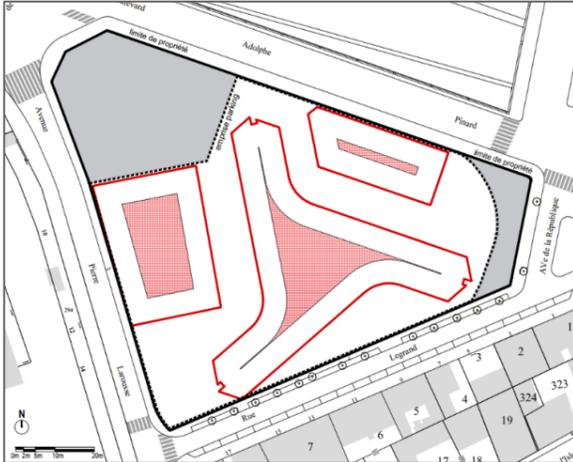
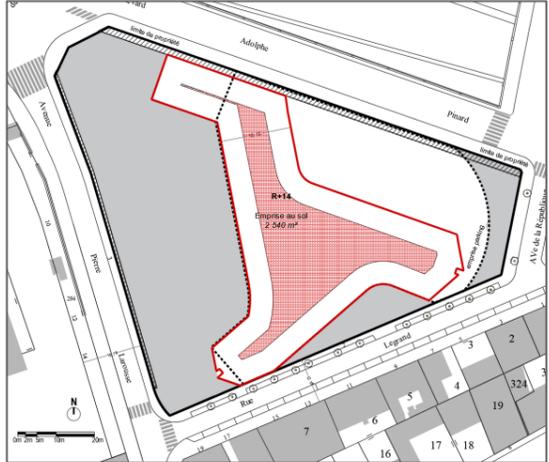
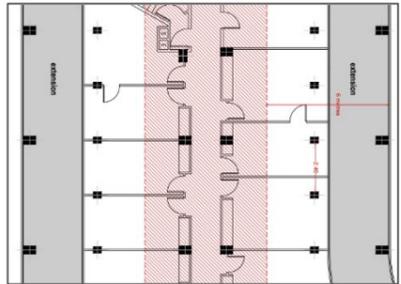
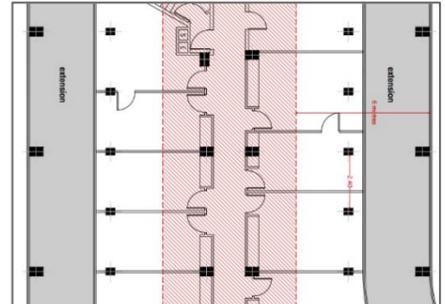
Aucun bâtiment sur la parcelle n'est inscrit au patrimoine des monuments historique, la tour tripode de l'INSEE ne fait pas l'objet d'interdiction à la déconstruction. Au-delà du classement au patrimoine architectural, ce bâtiment a marqué le paysage depuis 50 ans et fait partie de l'histoire du quartier, il est représentatif d'une architecture moderne des années 70.

L'impact dans la vie du quartier est hétérogène. Une partie des habitants exprime un certain attachement à ce bâtiment de 50 ans alors qu'une autre est plus critique sur cette architecture peu compacte et peu poreuse entre Malakoff et Paris.

	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 2bis	Scénario 3
				
Conservation patrimonial	La tour tripode est démolie. Un bâtiment contemporain est construit	La tour tripode est conservée. Les annexes au tripode sont détruites.	La tour tripode et ses annexes sont conservées.	La tour tripode est conservée. Les annexes au tripode sont détruites.
Architecture et volumétrie	Un IGH (50m) à l'ouest, et un bâtiment de 28m à l'est reliés au rez-de-chaussée par un grand hall d'entrée, traversant et transparent, met en relation le jardin Anna Malry avec le Jardin du Ministère et la cour de l'école au sud. Un jeu de volumes et terrasses extérieures en gradins permettent de réaliser l'articulation avec le tissu urbain environnant. Le scénario 1 propose un nouveau signal urbain emblématique de l'architecture tertiaire du 21ème siècle.	La volumétrie et le dessin des façades du bâtiment conçu par les architectes Honegger et Lana dans les années 70 sont remaniés.	Le bâtiment conçu par les architectes Honegger et Lana dans les années 70 qui s'inscrit dans le courant moderne de l'architecture mondiale de l'après-guerre est réhabilité à l'identique. La tour principale marie le béton, l'acier et le verre, selon les principes du Style International né aux États-Unis. Son plan en tripode et les volumes géométriques en béton nu des annexes appartiennent au courant Brutaliste et évoquent l'œuvre de Marcel Breuer.	La volumétrie et le dessin des façades du bâtiment conçu par les architectes Honegger et Lana dans les années 70 sont remaniés.
Insertion dans le paysage urbain	Le scénario 1 répond aux préconisations architecturales et urbaines de l'ABF ainsi qu'aux principales prescriptions urbaines, architecturales et paysagères des collectivités territoriales (projet de ZAC de Malakoff) qui souhaitent réorganiser l'entrée de ville avec des circulations douces et le verdissement du secteur.	Ce scénario ne permet pas de réaliser le projet de rénovation urbaine porté par les collectivités territoriales qui souhaitent réorganiser l'entrée de ville avec des circulations douces et le verdissement du secteur.	L'ensemble immobilier (Tour INSEE et annexes) est conservé à l'identique ne permettant pas de réaliser le projet de rénovation urbaine porté par les collectivités territoriales qui souhaitent réorganiser l'entrée de ville avec des circulations douces et le verdissement du secteur.	Une partie des aménagements des abords inscrits dans le projet urbain des collectivités territoriales peut être envisagée et d'autres peuvent être imaginés sur le Nord-Ouest de la parcelle.
Aménagement, voiries et espaces publics	Le Scénario permet : - L'élargissement du Bd Pinard permettant la création d'une voie cyclable double sens et la plantation d'arbres de moyenne tige - la création d'un mail planté par élargissement de la rue Legrand - L'élargissement du trottoir de l'avenue P Larousse - La création d'un parvis Ouest, entrée secondaire du MS. - La création d'un parvis Est en prolongement du mail planté	Le scénario permet : - la création d'une zone à mobilité douce entre le tripode et le groupe scolaire. - L'aménagement d'un parvis au Nord-Est de la parcelle - Il ne permet pas : - Les élargissements des rues Legrand, Larousse et Bd Pinard et - en conséquence le verdissement et l'apaisement des voies existantes tel qu'envisagés par les collectivités territoriales	Le scénario permet : - L'aménagement d'un parvis au Nord-Est de la parcelle - Il ne permet pas : - la création d'une zone à mobilité douce entre le tripode et le groupe scolaire. - Les élargissements des rues Legrand, Larousse et Bd Pinard et - en conséquence le verdissement et l'apaisement des voies existantes tel qu'envisagés par les collectivités territoriales	Le scénario permet : - L'aménagement d'un parvis au Nord-Est et sur le carrefour Ouest de la parcelle - L'élargissement du trottoir de l'avenue Larousse - L'aménagement d'un secteur verdi à l'Ouest de la parcelle - Il ne permet pas : - Les élargissements des rues Legrand et Pinard - en conséquence le verdissement et l'apaisement des voies existantes tel qu'envisagés par les collectivités territoriales

Création d'une percée visuelle Nord-Sud	Oui, l'immeuble des MS ménage une percée visuelle Nord Sud permettant de créer une porosité entre MLK et Paris	Non	Non	Non
--	--	-----	-----	-----

3.2 Critère fonctionnel

	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 2bis	Scénario 3
Besoins fonctionnels du bâtiment	Le nombre de postes de travail est conforme au programme (1800).	Le nombre de postes de travail est estimé à 1600 soit 200 manquants (postes à reloger sur un autre site)	Le nombre de postes de travail est estimé à 1610 soit 190 manquants (poste à reloger sur un autre site)	Le nombre de postes de travail est conforme au programme (1800 dont 1600 dans le bâtiment tripode et 200 dans une nouvelle extension).
Analyse de la fonctionnalité du bâtiment	La fonctionnalité du bâtiment est satisfaisante pour les services des Ministères Sociaux car horizontale et peu contrainte.	La fonctionnalité du bâtiment sur 3 ailes n'est pas en adéquation avec l'organisation des services de l'état.	La fonctionnalité du bâtiment sur 3 ailes n'est pas en adéquation avec l'organisation des services de l'état. L'organisation sur 3 bâtiments (en particulier celui de l'ENSAE) contraint également le fonctionnement des services.	La fonctionnalité du bâtiment sur 3 ailes n'est pas en adéquation avec l'organisation des services de l'état.
Pourcentage de surface à plus de 6 mètres des façades : Cet indicateur architectural permet de caractériser la fonctionnalité d'un bâtiment.	40% de la surface est à plus de 6 m des façades. Ce pourcentage est moyen et conforme aux constructions neuves.	55% de la surface est à plus de 6 m des façades. Ce pourcentage est élevé et correspond à un bâtiment profond où des espaces de travail peuvent se situer loin des façades.	25% de la surface est à plus de 6 m des façades sur les 3 bâtiments. Ce pourcentage est faible et correspond à un bâtiment étroit où les espaces comme les sanitaires, locaux techniques, circulations ou salles de réunions peuvent se situer à proximité des façades.	38% de la surface est à plus de 6 m des façades. Ce pourcentage est moyen
				
Aménagement intérieur	L'aménagement intérieur du scénario 1 n'est pas contraint.	L'aménagement intérieur du scénario 2 est contraint. Les poteaux actuellement en façade, espacés de 2,40 m, se retrouvent à l'intérieur de l'espace de travail. La profondeur des bureaux est à certains endroits supérieure à 6 mètres ce qui ne permet pas l'installation de poste de travail dans des conditions optimales. Toutefois cette configuration permet l'installation d'espaces communs (réunion, photocopieur ..). La circulation (largeur : 1,44 m) est conservée au même endroit et avec la même largeur.	L'aménagement intérieur du scénario 2bis n'est pas contraint.	L'aménagement intérieur du scénario 3 est contraint. Les poteaux actuellement en façade, espacés de 2,40 m, se retrouvent à l'intérieur de l'espace de travail. La profondeur des bureaux est à certains endroits supérieure à 6 mètres ce qui ne permet pas l'installation de poste de travail dans des conditions optimales. Toutefois cette configuration permet l'installation d'espaces communs (réunion, photocopieur ..). La circulation (largeur : 1,44 m) est conservée au même endroit et avec la même largeur.
				

3.3 Critère social

3.3.1 Vie de quartier

Le tableau ci-dessous présente les évolutions sociales pour le quartier selon les scénarios.

	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 2bis	Scénario 3
Intégration d'un groupe scolaire	Possible et optimale	Possible mais peu favorable	Impossible	Impossible
Attractivité du quartier	Renouvellement du quartier avec un gain de porosité entre Malakoff et Paris et des espaces de mobilité douce	Conservation du quartier avec un renouveau de dynamisme grâce aux espaces à mobilité douces	Pas de renouvellement de l'aspect du quartier	Conservation du quartier avec un renouveau de dynamisme grâce aux espaces à mobilité douces et aux surface de pleine terre importante pouvant bénéficier aux habitants

3.3.2 Vie des salariés

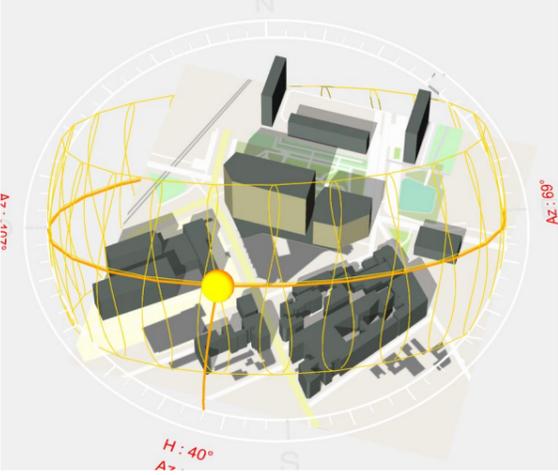
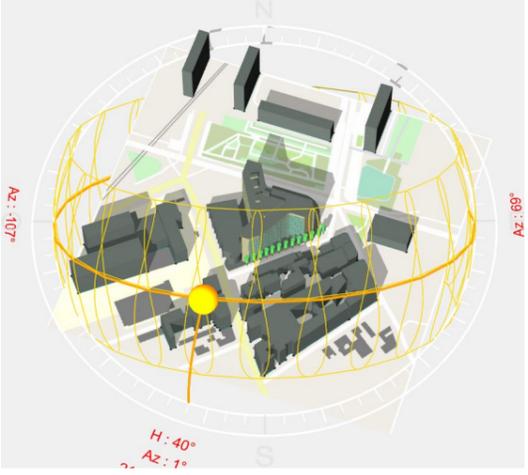
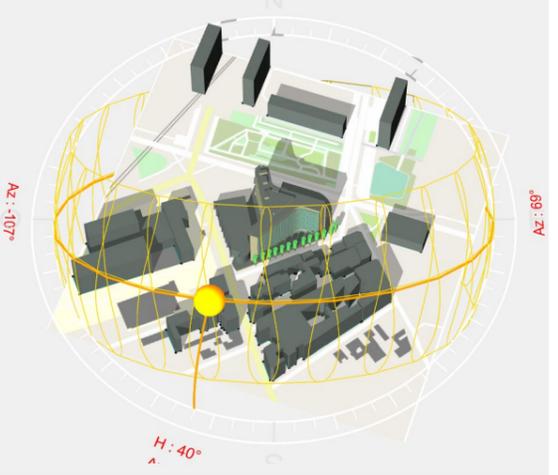
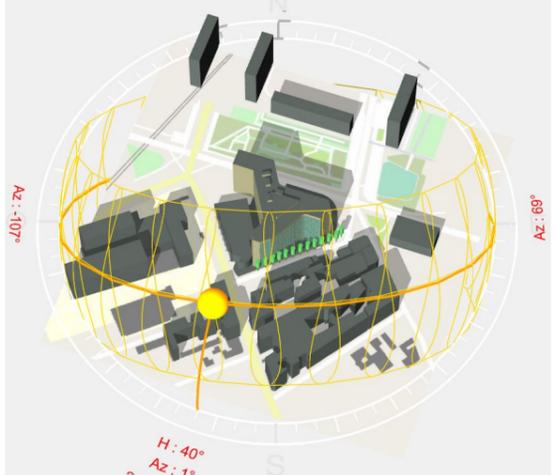
	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 2bis	Scénario 3
Espaces extérieurs	Faibles espaces de dégagement végétalisés, mais circulations douces plantés en périphérie du bâtiment et entre le foncier des Ministères Sociaux et du Groupe Scolaire qui bénéficie également d'une cour intérieure	Espaces extérieurs contraints malgré la possibilité d'aménagement d'un parvis	Peu de possibilités d'aménagement des espaces extérieurs	La surface de pleine terre est importante et aménagement peu contraint de la parcelle (hors tripode)
Espaces intérieurs	Espaces intérieurs qui répondent aux besoins des usagers.	Contrainte importante de l'architecture existante sur les 3 ailes du bâtiment tripode en termes d'usage et moindre proximité aux façades avec l'élargissement de la tour.	Contrainte très importante de l'architecture existante sur les 3 ailes du bâtiment tripode et sur les bâtiments annexes.	Contrainte importante de l'architecture existante sur les 3 ailes du bâtiment tripode en termes d'usage et moindre proximité aux façades avec l'élargissement de la tour.

3.3.3 **Ensoleillement et ombres portées**

L'insertion paysagère de la tour tripode (Scénario 2, 2bis et 3) ou du bâtiment neuf (Scénario 1) est relativement subjective en termes d'urbanisme. Néanmoins, l'impact sur l'ensoleillement des bâtiments environnants est quantifiable et est évalué ci-dessous. Les héliodons et analyses des ombres portées sont réalisés exhaustivement en Annexe 6.2 pour

chaque scénario sur 3 saisons et à 3 heures. Le tableau ci-dessous ne présente que les héliodons le 21/03 à 14h, qui correspond à la représentation la plus neutre en saisonnalité et en heure et les impacts associés pour les autres bâtiments.

Synthèse des impacts à la suite de l'étude des ombres portées et l'analyse des héliodons

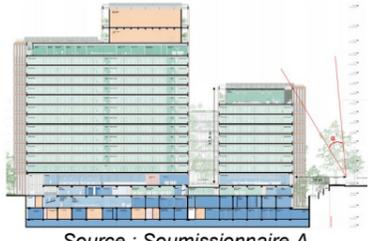
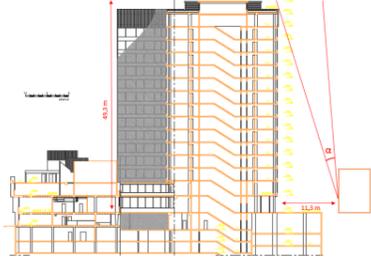
	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 2bis	Scénario 3
21/03 à 14h				
Impact sur Les logements de la rue Legrand	Aucun impact	Impact en fin de journée en mi-saison et en été	Impact en fin de journée en mi-saison et en été	Impact en fin de journée en mi-saison et en été
Impact sur La Faculté de Droit, d'Économie et de Gestion, Av. Pierre Larousse	Faible impact en début de journée l'été	Impact plus important sur l'ensemble de l'année	Impact plus important sur l'ensemble de l'année	Impact plus important sur l'ensemble de l'année
Impact sur Le Groupe Scolaire	Aucun impact	Fort impact en début et milieu de journée	Sans Objet	Sans Objet, ni sur les bâtiments annexes
Impact sur Le square de la Porte de Vanves et les logements parisiens	Impact modéré en hiver et à la mi-saison	Léger impact en milieu de journée l'hiver	Léger impact en milieu de journée l'hiver	Léger impact en milieu de journée l'hiver

3.3.4 **Accès aux vues du ciel**

Les riverains de la rue Legrand sont diversement impactés visuellement par les constructions sur la parcelle. Dans le Scénario 1, la moitié des riverains habitants dans cette rue au nord sont impactés par le bâtiment alors que la quasi-totalité des riverains de cette rue le sont dans les scénarios 2, 2bis et 3. La différence entre le scénario 2/3 et 2bis est quand-à-elle limitée voir négligeable car l'élargissement n'a pas lieu sur les parties de façade les plus contraintes et la hauteur de la tour est inchangée.

Les angles de vue du ciel sont significativement meilleurs pour le scénario neuf avec une moyenne de 29,5° contre 13° pour la tour tripode.

Riverains impactés et accès au ciel selon les scénarios

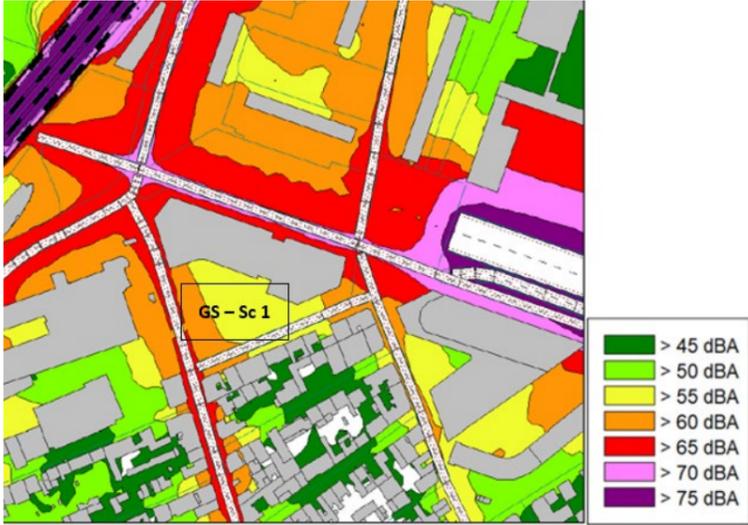
	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 2bis	Scénario 3
Identification des riverains les plus impactés				
Coupe schématisant l'accès au ciel	 <i>Source : Soumissionnaire A</i>			
Angle de vue du ciel depuis le milieu de l'ouverture	Entre 28° et 31° pour 4 bâtiments et pas d'impact pour 5 autres bâtiments	12°	13°	12°

3.3.5 **Nuisances acoustiques relatives au groupe scolaire**

La protection des groupes scolaires vis-à-vis des nuisances sonores des axes routiers est à considérer en milieu urbain dense.

Afin d'évaluer et de comparer les 4 scénarios, la figure ci-contre, issue des données cartographiques de carto.bruitparis.fr, représente les niveaux acoustiques des bruits routiers (L_{den}) sur une journée complète. Les niveaux sonores sont représentés en classes de 5 en 5 dB(A) et selon les couleurs réglementaires conformes à la norme NF S 31 130.

En complément, l'évaluation des nuisances acoustiques du groupe scolaire pour les riverains est évaluée qualitativement.

	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 2bis	Scénario 3
				
Nuisances acoustiques pour le Groupe Scolaire	<p>Faible 55-65 dB(A)</p> <p>Le Groupe Scolaire est intégré de manière satisfaisante sur la parcelle en termes de distance avec le périphérique et protégé acoustiquement par le nouveau bâtiment de bureaux</p>	<p>Fort 70-75 dB(A)</p> <p>Le Groupe Scolaire est localisé le long de l'Avenue Pierre Larousse, plus bruyante que la Rue Legrand</p>	<p>Moyen 60-65 dB(A)</p> <p>Le Groupe Scolaire est maintenu à son emplacement historique à l'Est hors de la parcelle</p>	
Nuisances acoustiques du Groupe Scolaire pour les riverains	<p>Moyen</p> <p>Les riverains de la rue Legrand sont exposés aux bruits de la cour par la faible distance qui les sépare mais la végétalisation qui les sépare atténue les nuisances</p>	<p>Faible</p> <p>Le groupe scolaire fait face à la Faculté de Droit, d'Economie et de Gestion et est éloigné des bâtiments résidentiels</p>	<p>Fort</p> <p>Les riverains de la rue Ernest Renan et les habitants de la barre en « S » sont exposés aux bruits de la cour par la faible distance qui les sépare. La végétalisation atténue peu la transmission acoustique</p>	

3.4 Critère organisationnel

3.4.1 Planning

Le projet de renouvellement urbain pour la parcelle peut être phasé de la manière suivante : Programmation, conception, déconstruction et construction/rénovation.

La présente étude étant réalisée sur le deuxième semestre 2022, le scénario 1 se situe en phase d'analyse des offres finales alors que les programmes pour les projets fictifs 2 et 2bis n'existent pas. En conséquence le délai est nettement plus avantageux pour le projet neuf que rénové.

Par ailleurs, le démarrage de l'opération ne pourra débuter qu'après accord de l'ensemble des parties sur le devenir de la parcelle.

Les scénarios 2 et 2bis sont davantage soumis à des aléas ou imprévus que le scénario 1 qui a déjà fait l'objet de diagnostics.

Un allongement des délais d'environ 35 mois est estimé dans l'éventualité d'une rénovation lourde pour ces phases préliminaires.

Alors que le curage et le désamiantage sont considérés identiques et de mêmes délais entre les 4 scénarios, l'étape de déconstruction du gros œuvre en superstructure est très optimisée pour le scénario 2bis, scénario 2 et 3.

Les travaux de construction pour le scénario 1 intègrent un lot gros-œuvre significativement plus complet que pour le scénario 2bis qui génère un allongement des délais d'environ 6 mois.

Le tableau et frises ci-dessous illustrent ces impacts sur les délais de livraisons.

	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 2bis	Scénario 3
Études programmation		6	6	6
	Consultation pour programmation	6	6	6
	Programmation	12	12	12
	Lancement de la consultation	date jalon	date jalon	date jalon
Phase Candidature (élaboration – analyse – jury)		3	3	3
Elaboration offres initiales		3	3	3
	Analyse – Dialogue – élaboration DDOF	3	3	3
Elaboration des offres finales		2	2	2
Choix - Signature du marché	5	5	5	5
Signature du marché	date jalon	date jalon	date jalon	date jalon
Etude de conception*	12	12	12	12
Désamiantage, curage et/ ou déconstruction	18	14	12	14
Travaux	33	28	27	30
Durée avant réception	56 mois Réception janv.-27	82 mois Réception août-29	79 mois Réception juin-29	84 mois Réception octobre-29

Evaluation (hors aléas et imprévus) de la date et de la durée restante avant la livraison des bâtiments



	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 2bis	Scénario 3
Planning	Maintien du planning en cours Livraison pour janvier 2027	Reprise depuis les études pré opérationnelles, relance d'une consultation Livraison estimée août 2029	Reprise depuis les études pré opérationnelles, relance d'une consultation Livraison estimée juin 2029	Reprise depuis les études pré opérationnelles, relance d'une consultation Livraison estimée octobre 2029

3.4.2 Nuisances de la phase travaux

Les différents scénarios créent des nuisances de diverses natures. Elles vont affecter le voisinage via le bruit, les vibrations, le visuel et les poussières liées à des travaux de déconstruction du gros œuvre d'un bâtiment de 15 étages.

Les méthodes d'émiettement ou de fragmentation à l'aide de pinces ou croqueurs en bout de flèches des pelles ou la brumisation à la source de la déconstruction permettent de limiter les nuisances acoustiques, et de poussière mais ne sont pas pour autant sans impact pour le voisinage.

L'évacuation des déchets, inertes de béton engendre des nuisances visuelles liées aux bennes et de trafic pour l'évacuation sur le boulevard Pinard, non négligeables.

Le sciage et les découpes du gros œuvre génèrent des fortes vibrations.

Bien que non quantifiables, ces nuisances de différentes nature relatives à la déconstruction du gros-œuvre sur une période de plusieurs mois sont à considérer dans l'analyse multicritères.

	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 2bis	Scénario 3
Nuisances acoustiques	Déconstruction du gros œuvre de tous les bâtiments générant des nuisances acoustiques très importantes	Déconstruction du gros œuvre des bâtiments annexes et d'une partie des infrastructures de la tour générant des nuisances acoustiques importantes	Pas de déconstruction significative de gros œuvre. Le curage demeure nécessaire.	Déconstruction du gros œuvre des bâtiments annexes et d'une partie des infrastructures de la tour générant des nuisances acoustiques importantes
Nuisances visuelles	Stockage en benne des gravas béton et flux de camions pour l'évacuation	Stockage en benne des gravas béton et flux de camions pour l'évacuation modéré	Peu de bennes pour le gros œuvre et faible flux de camions pour l'évacuation	Stockage en benne des gravas béton et flux de camion pour l'évacuation modéré
Nuisances liées aux poussières	Déconstruction du gros œuvre de tous les bâtiments générant des poussières très importantes	Déconstruction du gros œuvre des bâtiments annexes générant des poussières importantes	Peu de poussières générées par ce scénario	Déconstruction du gros œuvre des bâtiments annexes générant des poussières importantes

3.5 Critère technique

3.5.1 CVC

Les systèmes CVC sont considérés identiques entre les 4 scénarios. En effet, les caractéristiques géométriques de la tour tripode ne contraignent pas significativement les solutions CVC, ni pour la production ni pour la distribution.

Le mode de production de chauffage se fait en base par le raccordement au réseau de chaleur urbain pour les 4 scénarios.

3.5.2 Structure

L'élargissement du bâtiment prévu dans les scénarios 2 et 3 implique d'importants travaux structurels. En effet, la largeur de cette extension (maximum 3 mètres) ne nous permet pas de la reprendre en porte-à-faux sur la structure existante. Elle nécessitera la création d'une (ou deux) nouvelles files porteuses (poteaux + poutres) à environ 3 mètres de la file porteuse actuelle.

Dans le cadre de la réalisation de cette extension, du béton est imaginé plutôt du bois pour des raisons de sécurité incendie.

La reprise de cette nouvelle structure nécessitera des travaux de restructuration en infrastructure. Ils pourront nécessiter notamment l'ajout de poutres de reprises au niveau du plancher haut du socle, le confortement des poteaux existants par chemisage ainsi que le renforcement des fondations. Des diagnostics structure et géotechnique seront à réaliser afin de définir et quantifier les travaux de renforcement à réaliser.

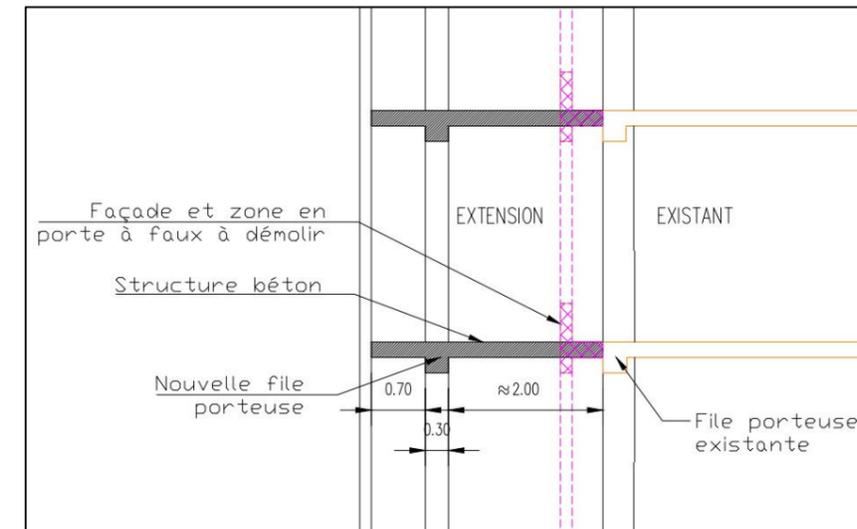
Une partie de la charge de la nouvelle structure sera également reprise par la file porteuse existante (voir coupe type). Néanmoins, la nouvelle file porteuse sera placée de manière que cette charge soit équivalente à la charge de la partie démolie (façade et dalle en porte-à-faux), ce qui permettra de s'affranchir de travaux de confortement sur cette zone.

Dans le cadre des scénarios 2, 2bis et 3, un diagnostic structure des planchers recevant les équipements techniques devra également être réalisé afin de vérifier de la nécessité ou non de travaux de confortement sur ces planchers.

Enfin, dans le cadre de la rénovation des façades du scénario 2bis, une comparaison entre la charge des façades existantes et celle des nouvelles façades devra être réalisée afin de justifier la reprise de celles-ci par la structure existante. En cas de surcharge, un diagnostic du nez de dalle permettra de déterminer la nécessité de prévoir ou non un renforcement de la structure.

Le mode de production de froid est réalisé via des thermo-frigo pompes sur nappe géothermique pour les 4 scénarios. Les forages sont envisageables avec la conservation des bâtiments existants.

Au regard des hauteurs sous plafond de la tour tripode, les réseaux de ventilation ne sont pas contraints pour les scénarios 2, 2bis et 3. Le traitement de la ventilation ne différencie donc pas les scénarios.



Coupe type sur extension avec une nouvelle file porteuse

	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 2bis	Scénario 3
Problématiques structurelles	Les problématiques structurelles sont intégrées intrinsèquement à la conception	Des diagnostics structure et géotechnique du bâtiment existant sont nécessaire afin de confirmer la faisabilité de l'élargissement de la tour tel qu'envisagé ci-dessus	Une comparaison des charges des façades existantes avec celles prévues est nécessaire pour justifier la reprise par la structure existante	Des diagnostics structure et géotechnique du bâtiment existant sont nécessaire afin de confirmer la faisabilité de l'élargissement de la tour tel qu'envisagé ci-dessus

3.6 Critère énergétique

Règlementairement, le scénario 1 est soumis à la RE2020 alors que les scénarios 2, 2bis et 3 sont soumis à la RTex.

Dans une démarche de performance énergétique et au regard de la mise à nu de la tour tripode dans le cas des rénovations, l'application de la RE2020 pour le scénario 2, 2bis et 3 a été un temps envisagé.

Néanmoins, dans le cadre de cette étude d'analyse comparative, une approche réelle en relatif sur les postes de consommation a été privilégiée. Cette approche se justifie par peu ou pas de différence de conception entre un projet neuf

3.6.1 Chauffage

Toutes choses égales par ailleurs, les consommations de chauffage et la compacité sont directement corrélées. La compacité (S/V) d'un bâtiment est dépendante de deux paramètres : son facteur de taille ($1/V^{1/3}$) et son facteur de forme ($S/V^{2/3}$). Le tableau ci-dessous compare les compacités des différents scénarios.

Calcul de la compacité des 4 scénarios

	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 2bis	Scénario 3
	Les 3 bâtiments proposés pour le scénario 1 sont orientés Nord/Sud sur 2 ou 3 blocs. Cette morphologie simple est favorable au bio-climatisme et légèrement mieux adaptée que la tour tripode de 3 orientations principales et 2 orientations secondaires.	L'étanchéité à l'air d'un bâtiment lourdement rénové peut être aussi performante que celle d'un bâtiment neuf. En rénovation les défauts d'étanchéité se trouvent aux liaisons des éléments de construction (jonctions murs et planchers, menuiseries, réseaux). Pour les scénarios 2, 2bis et 3, seul le gros œuvre est conservé ainsi les liaisons peuvent être parfaitement traitées. <i>Nota : les bâtiments complémentaires ne sont pas pris en compte dans les calculs de compacité</i>		
Surface planchers bas [m ²]	3150	2300	1660	2300
Surface façades [m ²]	9399	11700	10800	11700
Surface toitures [m ²]	3150	2300	1660	2300
Volume [m ³]	91392	103500	74700	103500
Compacité [m²/m³]	0,172	0,157	0,189	0,157

et un projet de rénovation sur de nombreux aspects et elle permet ainsi d'éviter l'obtention de résultats de calculs différents pour des données d'entrée identiques que nous ne pourrions pas justifier. Ci-après le scénario 1 est considéré comme le scénario de référence avec les ambitions programmatiques de hautes performances des Ministères Sociaux. Les 3 autres scénarios sont imaginés avec les mêmes ambitions énergétiques avec les contraintes de la rénovation.

Les tableaux suivants permettent de donner un panorama de cette comparaison au ratio de surface par poste de consommation puis en fonction des surfaces des projets.

La performance de l'enveloppe est considérée identique entre tous les scénarios mais moins bonne pour le scénario 2bis avec les difficultés de traitement de certains ponts thermiques et autres contraintes architecturales.

Au regard de ces éléments, nous considérons que les surconsommations équivalentes de chauffage au ratio de surface par rapport au scénario 1 sont de **10 %** pour le scénario 2 et 3 et **50 %** pour le scénario 2bis.

	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 2bis	Scénario 3
Chauffage	Référence	Orientations moins favorables. Compacité plus favorable.	Orientations moins favorables. Performance de l'enveloppe moins bonne. Moins bonne compacité.	Orientations moins favorables. Compacité plus favorable.

3.6.2 ECS

Le mode de production de l'ECS est indépendant du scénario. Une production centralisée (RCU ou PAC avec source amont géothermique) alimente le socle (réfectoire, vestiaires, cafétéria), alors qu'une production décentralisée (ballons électriques dans les blocs sanitaires) permet d'alimenter les étages.

Les linéaires de distribution d'ECS sont également estimés comme très semblables entre un projet neuf et un projet de rénovation.

	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 2bis	Scénario 3
ECS	Référence	Aucun impact	Aucun impact	Aucun impact

3.6.3 Refroidissement

La limitation des consommations de froid repose principalement par une maîtrise des apports de chaleurs (solaires et internes), une sobriété d'usage et une régulation de la ventilation et du froid performante. Des solutions complémentaires telles que l'usage de brasseurs d'air ou autres solutions adaptatives frugales du confort sont également très efficaces mais dans certains cas incompatibles avec des usages ministériels.

L'ensemble des mesures permettant la limitation des consommations de refroidissement doit être traité pour les 4 scénarios.

	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 2bis	Scénario 3
Refroidissement	Référence	Aucun impact si le recours à la géothermie est confirmé Des dispositifs d'occultation peuvent être installés sur les façades afin de limiter les apports solaires. Les apports internes sont identiques.	Dans le scénario 2bis, l'aspect architectural est strictement conservé. En conséquence, la limitation des apports solaires ne peut être réalisée que par des stores intérieurs (ou des films solaires) dont l'efficacité est moindre. Les ratios de consommations de froid pour ce scénario 2bis sont donc estimés comme plus élevés de 100 % par rapport aux scénarios 1 et 2 et 3. La part de la géothermie est moins importante dans ce scénario.	Aucun impact si le recours à la géothermie est confirmé Des dispositifs d'occultation peuvent être installés sur les façades afin de limiter les apports solaires. Les apports internes sont identiques.

3.6.4 Eclairage

La consommation en éclairage artificiel est dépendante de l'éclairage naturel et des équipements (technologie, gestion et gradation). La profondeur des bureaux est d'environ 5,5 m pour le scénario, 1,8 m pour le scénario 2 et 5,2 m pour le scénario 2bis.

On considère dans cette étude que les équipements d'éclairage artificiels sont identiques pour les 4 scénarios. Les ratios de consommations d'éclairage sont considérés plus élevés de **25 %** pour le scénario 2 et moins élevés de **5 %** pour le scénario 2bis.

	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 2bis	Scénario 3
Eclairage	Référence	Profondeur des bureaux plus élevée donc consommation d'éclairage plus importante.	Profondeur des bureaux moins élevée donc consommation d'éclairage moins élevée.	Profondeur des bureaux plus élevée donc consommation d'éclairage plus importante.

3.6.5 Auxiliaires de distribution et de ventilation

Les systèmes de distribution de chaleur, de froid et de ventilation sont identiques pour les 4 scénarios. Les hauteurs de niveau de dalles à dalles sont suffisantes pour le cheminement des réseaux de ventilation dans le cas des scénarios rénovés.

	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 2bis	Scénario 3
Auxiliaires de distribution et de ventilation	Référence	Aucun impact	Aucun impact	Aucun impact

3.6.6 Puissance dissipée

La puissance dissipée de bureautique est identique pour les 4 scénarios. Elle est principalement dépendante de l'intensité d'usage et du matériel informatique.

	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 2bis	Scénario 3
Puissance dissipée	Référence	Aucun impact	Aucun impact	Aucun impact

3.6.7 ENR

Les possibilités d'exploiter l'énergie solaire pour produire de l'eau chaude ou de l'électricité sont envisagées sur le scénario neuf et peuvent l'être tout autant dans le cadre d'une rénovation lourde de la tour tripode.

À l'instar du scénario 1, les toitures des scénarios 2, 2bis et 3 peuvent être équipées à minima de 50 % de photovoltaïque et être végétalisées comme l'exige la loi climat et résilience.

La tour étant plus large dans le scénario 2 et 3 que 2bis, la surface de photovoltaïque en toiture du tripode est donc supérieure. Elle est de 1150 m² pour le scénario 2 et 3 et 830 m² pour le scénario 2bis.

Alors que des modules photovoltaïques en façade ont un temps été envisagés tant sur le scénario 1 équivalent que les scénarios rénovés, aucune production d'énergie en façade n'est finalement conservée.

À horizon 2024-2025 le RCU de Malakoff sera accessible pour l'ensemble des scénarios.

L'exploitation de la géothermie en rénovation semble possible mais reste à confirmer par des études spécifiques complémentaires. En effet, le projet de création d'un triplet de puits géothermiques (un puit d'exhaure et deux puits de réinjection) peut être contraint avec la conservation des fondations et de l'infrastructure et méritera d'être évalué plus finement bien que sa faisabilité soit considérée comme très probable à ce stade.

La production photovoltaïque est estimée **40 %** inférieure pour le scénario 2bis au regard de la moindre surface de production et des contraintes techniques.

	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 2bis	Scénario 3
ENR	Référence	Aucun impact	Surface de toiture moindre qui permet une production énergétique moindre que sur les 3 autres scénarios	Aucun impact

3.6.8 Bilan thermique

Les tableaux ci-dessous quantifient les différences entre scénarios en ratios de consommation/production d'énergie et en consommations/productions énergétiques finales totales.

Les ratios de consommations du Scénario 1 sont issus de l'analyse de consommations énergétiques d'opérations similaires également très ambitieuses énergétiquement. L'Annexe 6.3. documente ce travail amont.

Les consommations énergétiques sont comparables en ordre de grandeur pour les 4 scénarios mais le scénario 1 apparaît tout de même moins énergivore.

Les consommations énergétiques sont présentées sur le périmètre de la parcelle et à isopérimètre c'est-à-dire pour un nombre de postes de travail identique. Ces consommations de surfaces hors périmètre sont estimées sur la base des ratios de consommation du scénario 1.

Les consommations énergétiques d'un groupe scolaire de même surface pour tous les scénarios sont également intégrées avec un ratio de consommation correspondant à un niveau performant énergétiquement. On considère les consommations du groupe scolaire rénové plus importantes de 20 % qu'un groupe scolaire neuf.

Evaluation des consommations énergétiques des 4 scénarios

Ratio de consommation et production [kWhEF/m²SDP]	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 2bis	Scénario 3
Chauffage	10,0	11,0	15,0	11,0
ECS	9,0	9,0	9,0	9,0
Froid	10,0	10,0	20,0	10,0
Éclairage	15,0	18,8	14,3	18,8
Auxiliaires de distribution	5,0	5,0	5,0	5,0
Auxiliaires de ventilation	15,0	15,0	15,0	15,0
Puissance dissipée	25,0	25,0	25,0	25,0
Production photovoltaïque	-10,0	-10,0	-6,0	-10,0
Total bureaux [kWhEF/m²SDP]	79,0	83,8	97,3	83,8
Total Groupe Scolaire [kWhEF/m²SDP]	50,0	50,0	60,0	60,0

Surface superstructure sur la parcelle [m²SUB]	32200	32200	29000	35400
Surface infrastructure exploitée sur la parcelle [m²SUB]	8000	8000	8000	8000

Surface superstructure (hors parcelle) [m²SUB]	0	3200	3000	0
Surface Groupe Scolaire [m²SDP]	1970	1970	1970	1970

Consommations et productions totales [MWhEF]	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 2bis	Scénario 3
Chauffage	402	442	555	477
ECS	362	362	333	391
Froid	402	402	740	434
Éclairage	603	754	527	814
Auxiliaires de distribution	201	201	185	217
Auxiliaires de ventilation	603	603	555	651
Puissance dissipée	1005	1005	925	1085
Production photovoltaïque	-402	-402	-222	-434
Groupe Scolaire	99	99	0	0
Total parcelle [MWhEF]	3274	3465	3598	3635
Consommations bureaux (hors parcelle)	0	261	343	0
Consommations groupe scolaire (hors parcelle)	0	0	118	118
Total isopérimètre [MWhEF]	3274	3726	4079	3753
Total relatif isopérimètre	Référence	14%	25%	15%

3.7 Critère environnemental

Le critère environnemental se limite dans cette section à l'évaluation des émissions de carbone et de la biodiversité.

L'évaluation des émissions de carbone se décompose dans cette étude entre d'une part la déconstruction/construction (matériaux et équipements) et d'autre part l'énergie consommée en exploitation.

3.7.1 Indicateur carbone Construction

L'évaluation des émissions de carbone en phase de travaux intègre :

- La **déconstruction**, avec une méthodologie qui s'inspire du label **BBCA** et
- La **construction** (ou rénovation), avec une méthodologie qui s'inspire de la **RE2020**.

La somme de ces émissions carbone est estimée comme l'indicateur de comparaison le plus représentatif du critère environnemental.

- **Déconstruction** - Label « **BBCA Rénovation** »

Le label BBCA Rénovation complète le calcul RE2020 du contenu carbone de la construction en évaluant le contenu carbone de la déconstruction. Celui-ci est dépendant de l'ancienneté des éléments déposés, de leurs durées de vie conventionnelles et de leurs éventuels réemplois, mais indépendant du recyclage ou valorisation de la matière (comme cela est prévu pour le scénario 1 avec le concassage hors site des bétons en bétons recyclés).

Le référentiel BBCA rénovation utilisé est le V1.0. Le détail des prises en compte des émissions associées est présenté en Annexe 6.4. Les lots de gros œuvre (lots 2 et 3) sont considérés comme amortis à 47 % (47 ans sur une durée de vie de 100 ans) et les lots de second œuvre et équipements sont considérés comme amortis à 75 %.

Le contenu carbone des déconstructions totales ou partielles par bâtiment et par scénario sont évalués dans les tableaux ci-contre.

A noter que ces contenus carbone font porter 100 % du poids carbone de la déconstruction sur le projet de l'Etat. Dans les faits cette déconstruction bénéficie également aux projets des collectivités (groupe scolaire et renouvellement urbain).

Contenu carbone [kgCO2/m²]	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 2bis	Scénario 3
Tripode	249	168	168	168
Bâtiment restauration	357	357	168	357
Bâtiment ENSAE	345	345	155	345

Surfaces déconstruites entièrement ou partiellement [m²]	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 2bis	Scénario 3
Tripode	44 000	44 000	44 000	44 000
Bâtiment restauration	5 000	5 000	5 000	5 000
Bâtiment ENSAE	2 000	2 000	2 000	2 000

Contenu carbone [tCO2]	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 2bis	Scénario 3
Tripode	10 966	7 381	7 381	7 381
Bâtiment restauration	1 786	1 786	839	1 786
Bâtiment ENSAE	690	690	310	690
Total	13 443	9 857	8 530	9 857
Total relatif	Référence	-27%	-37%	-27%

Evaluation du contenu carbone des déconstructions totales ou partielles des 4 scénarios

• **Construction neuve (/ Rénovation) - RE2020 :**

L'évaluation du contenu carbone des constructions est réalisée selon deux approches. Une première approche de synthèse (ascendante) issue de la base de données de l'observatoire E+C- et une seconde approche d'analyse (descendante) réalisée par le calcul ACV, soit réalisé par les soumissionnaires pour le scénario 1 soit réalisé par ALTEREA pour les scénarios 2, 2bis et 3.

Dans le cadre de notre projet de comparaison de scénarios, le tableau ci-contre offre un panorama des calculs/approches par scénario.

	Scénario 1		Scénario 2		Scénario 2bis		Scénario 3	
	Bureaux	Groupe scolaire	Bureaux	Groupe scolaire	Bureaux	Groupe scolaire	Bureaux	Groupe scolaire
E+C- Observatoire	Données disponibles	Données disponibles	Données disponibles avec des lots 2 et 3 faibles ou nuls	Données disponibles	Données disponibles avec des lots 2 et 3 nuls	Données disponibles mais Hors parcelle	Données disponibles avec des lots 2 et 3 faibles ou nuls	Données disponibles mais Hors parcelle
RE2020 (Soumissionnaires)	Calculs ACV réalisés par les soumissionnaires	/	/	/	/	/	/	/
RE2020 – AMO (ALTEREA)	/	/	Calculs ACV réalisés par ALTEREA	/	Calculs ACV réalisés par ALTEREA	/	Calculs ACV réalisés par ALTEREA	/

Panorama des méthodologies d'évaluation des émissions de carbone en phase de construction

Les données de l'observatoire E+C-² permettent d'évaluer le contenu carbone des constructions neuves datant d'après 2016 pour les bureaux et pour les groupes scolaires. L'Annexe 6.5 présente le contenu carbone moyen des bâtiments de l'observatoire par lot des bureaux et du groupe scolaire pour la zone climatique de Malakoff.

Ainsi, selon l'observatoire E+C-, les contenus carbone moyens des bureaux et du groupe scolaire sont respectivement de 961 kgCO₂/m² et 1109 kgCO₂/m² sur 50 ans.

Les calculs ACV des soumissionnaires sont réalisés avec des logiciels certifiés par le CSTB. Les calculs ACV ALTEREA pour les scénarios de rénovation 2 et 2bis sont réalisés avec le logiciel Pléiades. Pour tous ces calculs, les FDES de la base INIES sont utilisées.

Le contenu carbone des constructions neuves ou des rénovations, selon la méthode RE2020 par bâtiment et scénario, se trouve dans les tableaux ci-dessous :

Contenu carbone [kgCO ₂ /m ²]	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 2bis	Scénario 3
Bâtiment neuf	949			949
Tripode		696	705	696
Bâtiment ENSAE			725	
Bâtiments restauration			725	
Groupe scolaire	1 109	1 109		
Bâtiment de bureaux (hors parcelle)		949	949	
Groupe scolaire (rénovation hors parcelle)			739	739

Surfaces construites ou rénovées [m ²]	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 2bis	Scénario 3
Bâtiment neuf	40 200			3 200
Tripode		40 200	30 000	40 200
Bâtiment ENSAE			2 000	
Bâtiments restauration			5 000	
Groupe scolaire	1 970	1 970		
Bâtiment de bureaux (hors parcelle)		3200	3000	
Groupe scolaire (rénovation hors parcelle)			1970	1970

Contenu carbone [tCO ₂]	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 2bis	Scénario 3
Bâtiment neuf	38 150			3 037
Tripode		27 964	21 150	27 964
Bâtiment ENSAE			1 450	
Bâtiments restauration			3 625	
Groupe scolaire	2 185	2 185		
Total (sur parcelle)	40 335	30 149	26 225	31 001
Bâtiment de bureaux (hors parcelle)		3 037	2 847	
Groupe scolaire (rénovation hors parcelle)			1 456	1 456
Total (iso-périmètre)	40 335	33 186	30 528	32 457
Total relatif (iso-périmètre)	Référence	-18%	-24%	-20%

Évaluation du contenu carbone des constructions ou rénovations des 4 scénarios

Le détail de ces calculs carbone par lot se trouve en Annexe 6.6 et 6.7.

A l'échelle de la parcelle comme à isopérimètre, le scénario de construction est très largement plus carboné que tous les scénarios de rénovation. Cela s'explique principalement par la différence de contenu carbone du gros œuvre.

² L'observatoire E+C- permet de piloter l'expérimentation de la nouvelle réglementation environnementale RE2020. <http://www.batiment-energiecarbone.fr/>

- Total : Déconstruction + Construction :

Le contenu carbone total estimé est présenté dans le tableau ci-dessous :

La différence de 14 000 tonnes de CO2 qui sépare les scénarios 1 et 2bis à isopérimètre représente l'émission annuelle d'environ 1 400 français de 2022 et de 7 000 français de 2050 si l'accord de Paris est respecté et d'environ 0,012 % du carbone émis en Ile de France en 2022.

Contenu carbone [tCO2]	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 2bis	Scénario 3
Déconstruction	13 443	9 857	8 530	9 857
Construction (sur parcelle)	40 335	30 149	26 225	31 001
Total (sur parcelle)	53 777	40 006	34 755	40 858
Construction (isopérimètre)	40 335	33 186	30 528	32 457
Total (isopérimètre)	53 777	43 043	39 058	42 315
Total relatif (isopérimètre)	Référence	-20%	-27%	-21%

Evaluation du contenu carbone total des 4 scénarios

3.7.2 Indicateur carbone Exploitation

L'indicateur carbone de l'énergie correspond à l'impact sur le changement climatique, à l'horizon 50 ans, des émissions de gaz à effet de serre relatives aux consommations d'énergie du bâtiment pendant son exploitation. Comme dans la méthode de calcul RE2020, il peut être calculé avec la méthode dynamique à partir des consommations d'énergies finales de chaque vecteur énergétique sur 50 ans. Pour cela, il faut multiplier l'énergie finale consommée par le facteur d'émission associé, le tout multiplié par le coefficient moyen de pondération de l'impact sur le changement climatique (l'ACV dynamique) égal à 0,79.

Le facteur d'émission de 0.154 kgCO2/kWhEF correspond au contenu carbone du CPCU en 2020.

Le facteur d'émission de 0.064 kgCO2/kWhEF correspond au contenu carbone de l'électricité pour l'ECS selon la RE2020.

Le facteur d'émission de 0.065 kgCO2/kWhEF correspond au contenu carbone de l'électricité autre selon la RE2020.

Le facteur d'émission de 0.085 kgCO2/kWhEF correspond à la moyenne pondérée du contenu carbone du scénario 1 pour application équivalente aux émissions hors parcelle.

Les écarts entre les différents scénarios sont expliqués par les différences de consommations du bilan énergétique.

A noter que pour des bâtiments très performants énergétiquement, le contenu carbone de la phase de chantier est généralement significativement plus élevé que celui en exploitation.

Emission carbone [tCO2 sur 50 ans]	Facteur d'émission [kgCO2/kWhEF]	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 2bis	Scénario 3
Chauffage	0,154	2445	2690	3376	2904
ECS	0,065	929	929	855	1003
Froid	0,064	1016	1016	1871	1097
Éclairage	0,064	1524	1905	1333	2057
Auxiliaires de distribution	0,064	508	508	468	549
Auxiliaires de ventilation	0,064	1524	1524	1403	1646
Puissance dissipée	0,064	2541	2541	2338	2743
Total (sur parcelle)		10488	11114	11644	11998
Emission carbone bureaux (hors parcelle)	0,085	0	876	1152	0
Emission carbone groupe scolaire (hors parcelle)	0,085	0	0	331	331
Total isopérimètre		10488	11990	13127	12329
Total relatif isopérimètre		Référence	14%	26%	18%

Evaluation du contenu carbone en exploitation sur 50 ans des 4 scénarios

3.7.3 Biodiversité

La biodiversité se définit par la variété d'espèces vivantes présentes dans un milieu. La volonté de maintenir une biodiversité minimale sur une parcelle répond notamment aux enjeux d'amélioration du microclimat, d'infiltration des eaux pluviales afin d'alimenter la nappe phréatique ainsi que la création et la valorisation d'espace vital pour la faune et la flore.

Le **coefficient de biotope de surface (CBS)** est défini comme la proportion de toutes les surfaces (ou éco-aménageables) accueillant la biodiversité sur la parcelle divisée par la surface totale de cette dernière. Chaque type de surface composant la parcelle est pondérée par un ratio défini selon ses qualités environnementales. Un objectif de coefficient de biotope CBS supérieur ou égal à 0,30 est recherché.

Dans le cadre de cette étude plusieurs tentatives de calcul du CBS ont été faites, néanmoins les résultats ne sont pas présentés ici. Cette approche qualitative plutôt que quantitative est motivée par des hypothèses trop importantes sur les aménagements paysagers des projets rénovés et en conséquence une trop faible fiabilité dans les résultats.

Nous pouvons tout de même indiquer qualitativement que le scénario 2bis est très contraint pour traiter la biodiversité et apparaît *a priori* comme le moins performant sur ce point. Au contraire, le scénario 3 est le moins contraint avec des surfaces à aménager généreuses qui peuvent être exploitées de diverses natures d'un point de vue paysager. Le scénario 1 permet d'intégrer des éléments favorisant la biodiversité.

3.8 Critère économique

3.8.1 Coût des travaux

Données MOA scénario 1 :

SDP : 34 000 m² (les projets reçus sont plus performants que le programme en termes de SDP initialement envisagée à 36 000 m²)
 Coût déconstruction : 14 M€
 Coût travaux neufs : 140 M€
 Ces coûts sont HT et sans honoraires de conception
 Charges locatives : Dépense de loyer 400 €/HT/m² à prendre en compte au regard de l'analyse technique et de la livraison)

Approche financière d'ALTEREA :

D'un point de vue financier, le scénario 1 est le plus couteux avec un total de 145.9 M€ quand le scénario 3, qui présente les mêmes capacités d'accueil et plus de surface de plancher, est à 127.9 M€.

Les scénarii 2 et 2bis sont nettement moins cher mais ne permettent pas d'atteindre les objectifs de capacité d'accueil souhaités dans le cadre du projet.

Ils permettent d'accueillir respectivement 1 600 et 1610 postes de travail sur 30 800 m² de surface de plancher.

Les surfaces complémentaires sont considérées comme des locations et intégrées au coût global du chapitre suivant.

Le détail des hypothèses relatives au coût travaux se trouve en Annexe 6.8.

	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 2bis	Scénario 3
Surface superstructure sur la parcelle [m ² SUB]	32200	32200	29000	35400
Postes de travail	1800	1600	1610	1800
Surface infrastructure exploitée sur la parcelle [m ² SUB]	8000	8000	8000	8000
Surface superstructure (hors parcelle) [m ² SUB]	0	3200	3000	0
Surface Groupe Scolaire [m ² SDP]	1970	1970	1970	1970
	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 2bis	Scénario 3
Travaux préparatoires	11 713 000	8 688 000	7 293 000	8 688 000
Clos couvert	64 667 000	38 378 000	23 177 000	45 229 000
Aménagement intérieur	22 981 000	23 342 000	22 373 000	25 721 000
Systèmes et corps d'état techniques	24 565 000	24 565 000	23 546 000	26 894 000
Espaces extérieurs	201 000	428 000	581 000	545 000
Installation chantier	7 448 000	5 724 000	4 618 000	6 425 000
Divers et aléa	6 579 000	7 584 000	6 119 000	8 513 000
Groupe scolaire	7 800 000	7 800 000	5 900 000	5 900 000
TOTAL TRAVAUX (€ HT)	145 954 000	116 509 000	93 607 000	127 915 000

Estimations prévisionnelles de travaux en € HT des 4 scénarios de projet

3.8.2 Approche en coût global

L'approche en coût global du projet sur une période de 50 ans intègre :

- L'investissement,
- Les indemnités des candidats du projet neuf abandonné
- Le coût de l'énergie,
- Le coût d'exploitation maintenance,
- Le coût du gros entretien et du renouvellement,
- Le coût locatif compensatoire

Le graphique ci-dessous trace le cumul du coût global des 4 scénarios de travaux sur une période de 50 ans.

Une première lecture du graphique permet de mettre en avant 5 périodes significatives d'augmentation du coût global. La première est la période représentée sur les 8 premières années correspondant aux loyers compensatoires en période de chantier, avant mise en service des bâtiments du projet.

Les autres périodes d'augmentations significatives, sont plus ponctuelles et représentent les principales années de renouvellement selon le cycle de vie des matériaux, soit 20 ans, 30 ans, 35 ans et 40 ans.

Une deuxième lecture du graphique permet d'analyser les croisements de courbes et de constater que le coût global du scénario 1 qui présente l'investissement initial le plus élevé est à isocoût sur l'année 6 avec les scénarios 2 et 3 et sur l'année 15 avec le scénario 2bis.

L'équilibrage des coût globaux entre les 6 et 15 premières années est principalement dû aux montants des loyers compensatoires avant mise en service des bâtiments.

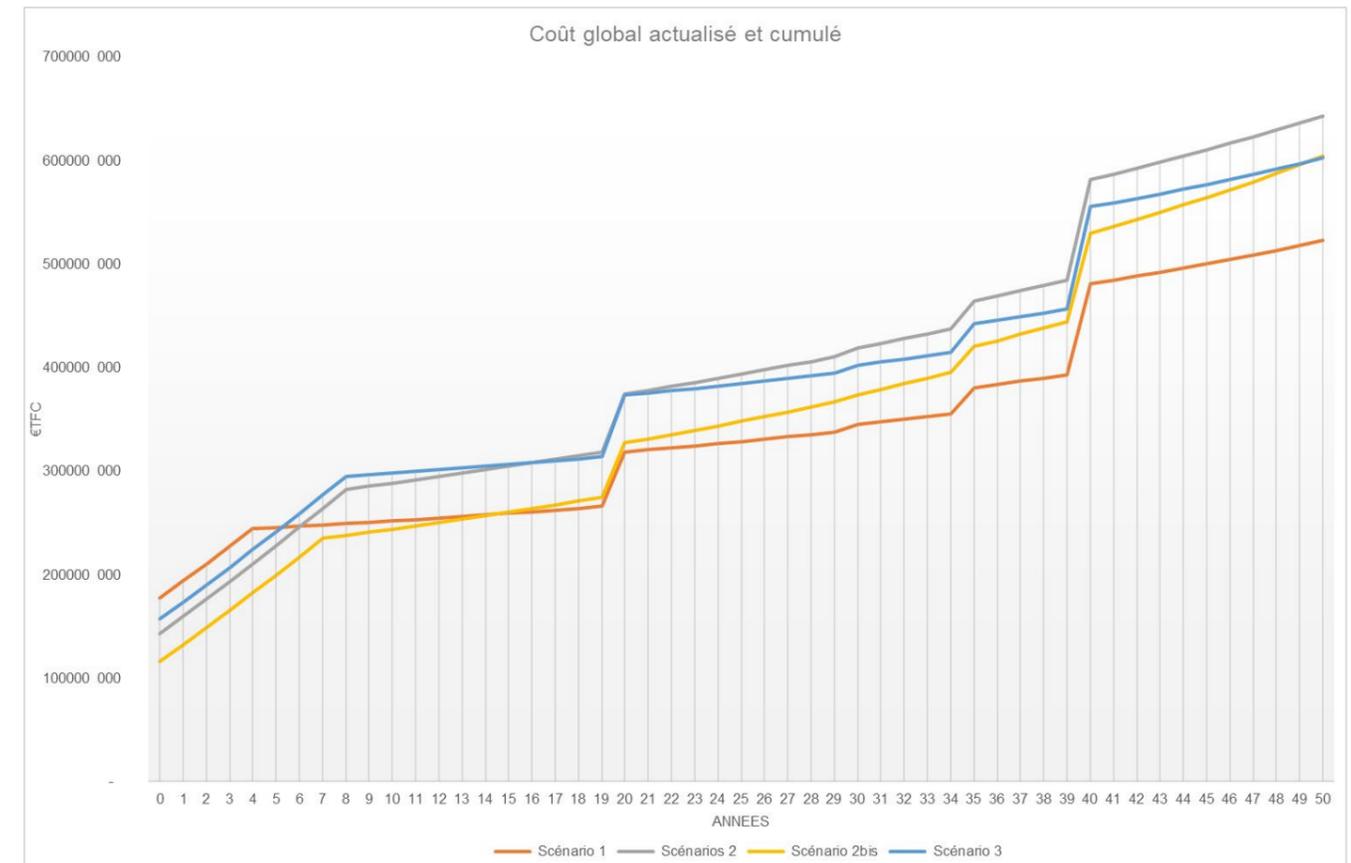
Les loyers compensatoires sont écourtés sur le scénario 1 permettant une économie de loyers dès la 5^{ème} année. Les autres scénarii, nécessitent 2 à 3 années de loyers compensatoires pendant la phase travaux.

Pour les scénarii 2 et 2 bis, des loyers compensatoire permanents s'ajoutent pour pallier le manque de postes de travail et permettre un relogement sur un site externe.

A terme des 50 ans de la période analysée, nous constatons que le coût global du scénario 1 est nettement moins élevé que les scénarios 2, 3 et 2bis.

Le coût global sur 50ans du scénario 1 est approximativement 522M€ HT quand ceux des scénarios 2, 2 bis et 3 sont respectivement 642M€ HT, 603M€ HT et 601M€ HT. L'écart moyen constatés entre le scénario 1 et les scenarios 2, 3 et 2 bis sur le coût global sur 50 ans est d'environ compris entre 79 et 120 M€ HT.

Le détail des hypothèses relatives au calcul en coût global se trouve en Annexe 6.9.



4. SYNTHÈSE

La synthèse de la présente étude comparative est proposée dans le tableau ci-dessous avec un rappel des éléments principaux par critère et par scénario et avec une évaluation à base de *smiley*. Aucune pondération des critères n'est proposée ici.

	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 2bis	Scénario 3
Critère patrimonial, architectural et paysager	Le tripode ne fait pas l'objet d'interdiction de déconstruction. Ce scénario permet une architecture contemporaine, un réaménagement de la parcelle de ses abords et génère de la porosité entre Malakoff et Paris. 	La forme du tripode est conservée mais les ailes sont modifiées (élargissement). Les reculs de voiries ne sont pas envisagés mais la parcelle peut être largement réaménagée. 	Le patrimoine est parfaitement respecté et conservé. Le traitement de l'aménagement paysager est très contraint par la stricte conservation des bâtiments existants. 	L'aspect et la volumétrie de la tour est modifiée avec l'élargissement des ailes et l'extension de l'aile Nord. Les reculs de voiries ne sont pas envisagés mais la parcelle peut être largement réaménagée. 
Critère fonctionnel	Les besoins fonctionnels du bâtiment et de la parcelle sont parfaitement respectés. 	Les besoins fonctionnels du bâtiment ne sont pas respectés car 200 postes de travail sont nécessaires sur un autre site. Les besoins fonctionnels de la parcelle sont globalement respectés à l'exception du recul des voiries. 	Les besoins fonctionnels du bâtiment ne sont pas respectés avec un manque de 190 postes de travail (à installer dans un autre bâtiment). Les besoins fonctionnels de la parcelle ne sont pas respectés car ils ne permettent pas la construction du Groupe Scolaire et le réaménagement urbain. 	Les besoins fonctionnels du bâtiment sont respectés mais non optimaux en termes d'usage. Le groupe scolaire ne peut être intégré à la parcelle. 
Critère social	L'impact pour les bâtiments environnants est modéré. Le Groupe Scolaire est attenant à une rue peu soumise aux nuisances acoustiques et protégé des nuisances du périphérique. Il bénéficie également d'une très bonne exposition. 	Les riverains sont significativement impactés par le tripode et son élargissement. Le Groupe Scolaire est construit le long d'une rue davantage contrainte aux nuisances routières. 	Les riverains sont significativement impactés par le tripode. La construction du Groupe Scolaire ne peut pas se faire sur la parcelle 	Les riverains sont significativement impactés par le tripode et son élargissement. Le groupe scolaire ne peut être intégré à la parcelle, mais une surface importante de la parcelle peut être dédié à un aménagement paysager qualitatif. 
Critère organisationnel	Le planning initial n'est pas modifié et la livraison pour 2027 est envisageable. Les travaux de gros œuvre génèrent des nuisances en phase de chantier importants. 	Les phases de programmation et consultation doivent être reprises. La durée de chantier est légèrement inférieure au Scénario 1. Les travaux de gros œuvre sont à nuisances réduites. La livraison du bâtiment n'est pas envisageable avant 2029. 	Les phases de programmation et consultation doivent être reprises. La durée du chantier est notablement plus courte. Les nuisances de chantier sont réduites et quasiment inexistantes pour le gros-œuvre. La livraison du bâtiment n'est pas envisageable avant 2029. 	Les phases de programmation et consultation doivent être reprises. La durée de chantier est légèrement inférieure au Scénario 1. Les travaux de gros œuvre sont à nuisances réduites. La livraison du bâtiment n'est pas envisageable avant 2029. 
Critère technique	Il n'y a pas de contraintes techniques majeures. 	Les extensions génèrent des contraintes structurelles. L'aménagement intérieur est fortement contraint. 	Les contraintes techniques sont limitées pour un projet de rénovation lourde. L'aménagement intérieur est fortement contraint. 	Les extensions génèrent des contraintes structurelles. L'aménagement intérieur est fortement contraint. 
Critère énergétique	La performance énergétique des constructions neuves est exemplaire. 	La performance énergétique de la rénovation lourde de la tour est très comparable à celle des projets neufs exemplaires. 	Les contraintes architecturales de ce scénario génèrent des performances énergétiques légèrement moins bonnes que les autres projets au regard des postes chauffage, refroidissement et production photovoltaïques. 	La performance énergétique de la rénovation lourde de la tour est très comparable à celle des projets neufs exemplaires. 
Critère environnemental	L'impact carbone de la déconstruction et de la reconstruction lié notamment au gros-œuvre de la tour est le plus élevé. Le contenu carbone en phase exploitation est toutefois le moins élevé. Le traitement de la biodiversité est totalement libre et le potentiel élevé. 	L'impact environnemental de la rénovation est modéré. Les impacts des lots gros œuvre sont relativement faibles. La biodiversité peut être traitée au niveau d'un projet neuf. 	L'impact environnemental des lots gros-œuvre est extrêmement faible sur l'ensemble des bâtiments. La biodiversité peut être largement traitée mais est plus contrainte que sur les autres scénarios. 	L'impact environnemental du chantier est le plus faible et le contenu carbone en exploitation est légèrement plus élevé que le projet neuf. La biodiversité peut être mise à l'honneur au regard de la surface de pleine terre 
Critère économique	L'investissement initial est le plus élevé. Néanmoins en coût global sur 50 ans ce scénario est le plus intéressant financièrement notamment grâce à la prise en compte des loyers compensatoires en période de chantier. 	Ce scénario est moins cher à l'investissement. En coût global sur 50 ans ce scénario est le plus cher notamment à cause de la prise en compte des loyers compensatoires en période de chantier et pour reloger les postes de travail manquants. 	Ce scénario est moins cher à l'investissement. En coût global sur 50 ans il apparaît de moins en moins intéressant notamment au regard d'une performance énergétique moindre et des coûts d'entretien maintenance plus élevés et des coûts de relogement des postes de travail manquants. 	Ce scénario est moins cher à l'investissement. En coût global sur 50 ans ce scénario est plus cher que le scénario 1 notamment à cause de la prise en compte des loyers compensatoires en période de chantier. 

 : avis très satisfaisant  : avis satisfaisant  : avis moyennement satisfaisant  : avis non satisfaisant  : avis réhibitoire

5. GLOSSAIRE DES ACRONYMES

Acronyme	Définition
ACV	Analyse du Cycle de Vie
BBCA	Bâtiment Bas Carbone
CBS	Coefficient de Biotope de Surface
CLT	<i>Cross Laminated Timber</i>
CPCU	Compagnie Parisienne de Chauffage Urbain
CTA	Centrale de Traitement de l'Air
CVC	Chauffage, Ventilation et Climatisation
DDOF	Dossier de Demande d'Offre Finale
DDOI	Dossier de Demande d'Offre Initiale
ECS	Eau Chaude Sanitaire
ENR	Energie Renouvelables
ENSAE	École Nationale de la Statistique et de l'Administration Economique
EPT	Établissement Public Territorial
FDES	Fiches de Déclaration Environnementale et Sanitaire
GIEC	Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat
GO	Gros Œuvre
GS	Groupe Scolaire
IGH	Immeuble de Grande Hauteur
INSEE	Institut National de la Statistique et des Études Économiques
MGP	Marché Global de Performance
MS	Ministères Sociaux
PAC	Pompe à Chaleur
PLU	Plan Local de l'Urbanisme
RCU	Réseau de Chaleur Urbain
RE2020	Règlementation Environnementale 2020
SDP	Surface de Plancher
SED	Simulation Énergétique Dynamique
SUB	Surface Utile Brute
SUN	Surface Utile Nette réservée aux espaces de travail
STD	Simulation Thermique Dynamique

6. ANNEXES

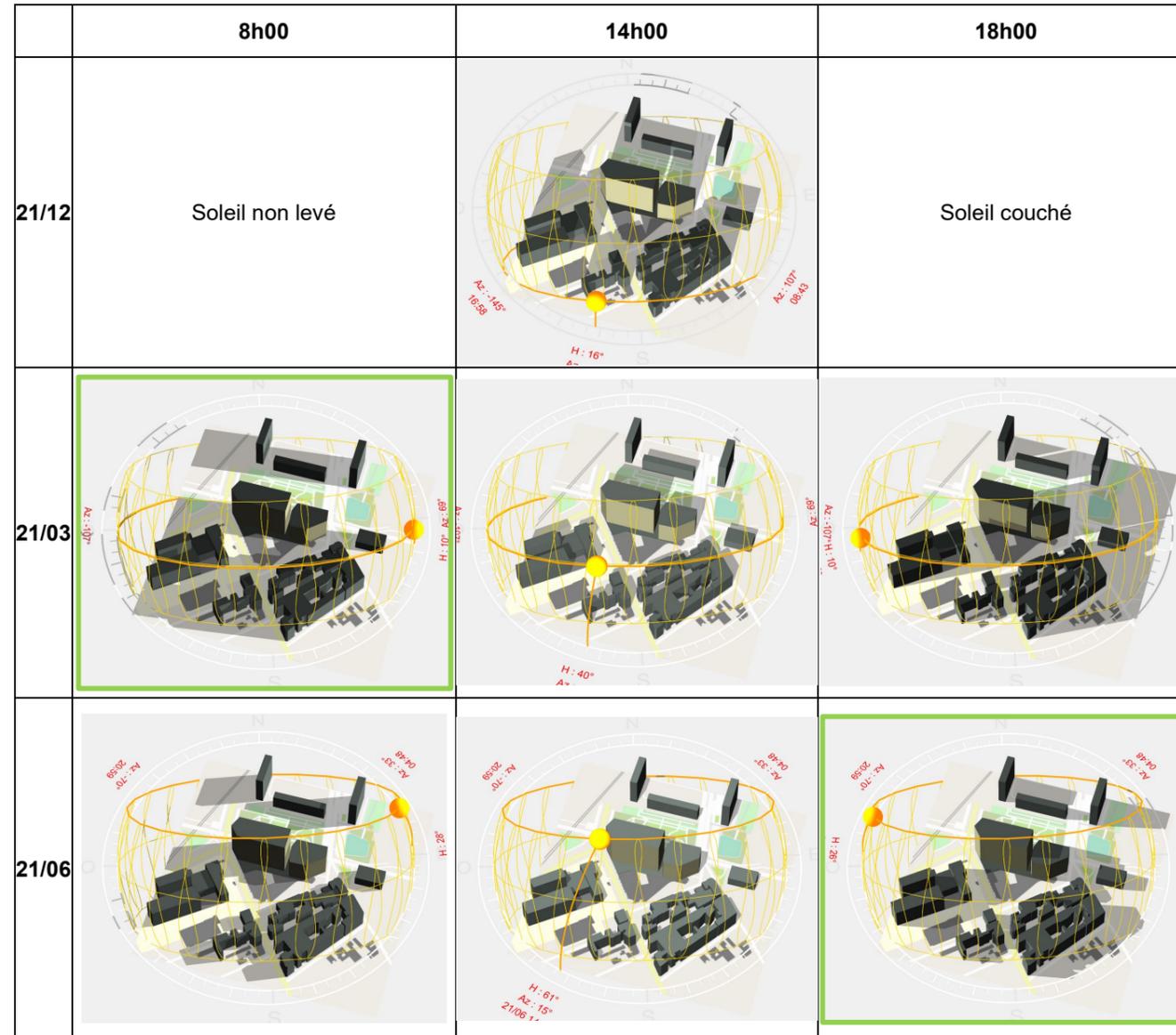
6.1 Liste des documents transmis

Afin de réaliser cette analyse comparative multicritères, la MOA d'ouvrage a transmis à ALTEREA des diagnostics techniques ou études passées, quelques éléments des offres initiales/finales et quelques éléments du DDOF.

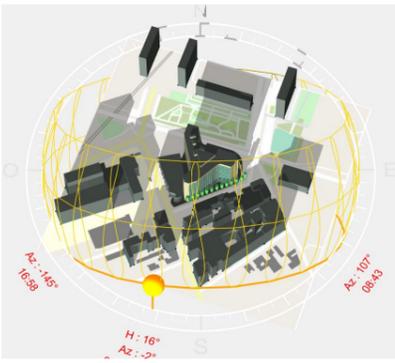
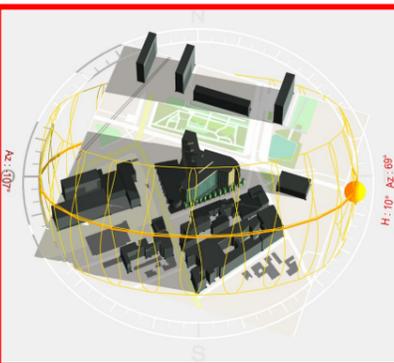
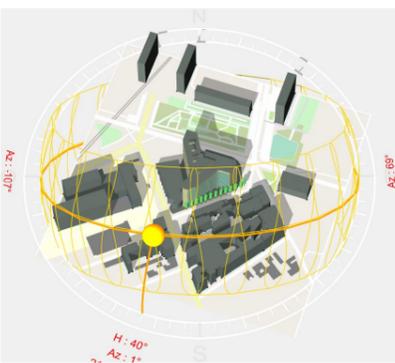
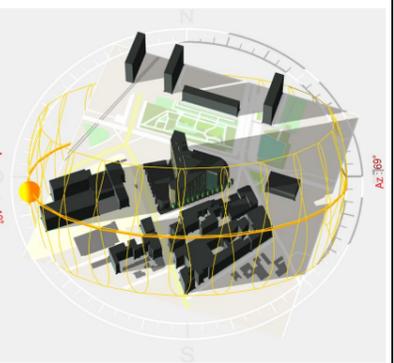
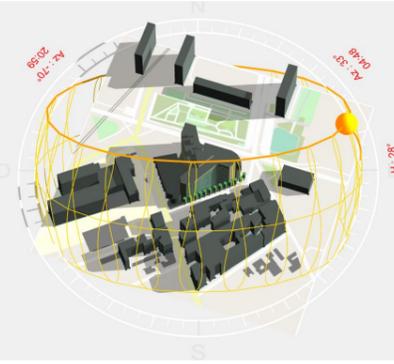
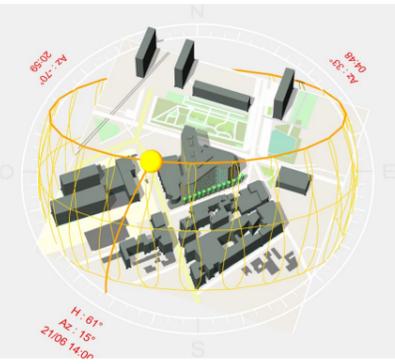
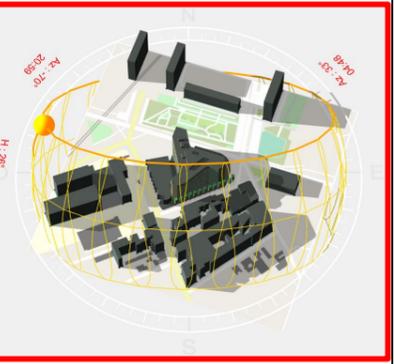
	Intitulé	Date	Auteur	Contenu	Principales conclusions
Programme	Programme de la mission	Janvier 2022	Ministères sociaux - DFAS	Programme relatif à l'étude comparative entre un scénario neuf et un scénario de rénovation	Eléments de contexte / Cahier des charges
	Dossier d'intervention ALTEREA	Février 2022	ALTEREA	Mémoire technique	Présentation de la méthodologie et de l'équipe projet
DIAG	Synthèse GS Fernand Léger	NC	Ville de Malakoff	Besoins pour le groupe scolaire	Superficie de projet : 1970 m ² 10 classes
	Stratégie de valorisation de l'immobilier et du foncier de l'Etat	Mai 2017	Ministères	Evaluation financière du potentiel de densification du site	La densification du site est possible en conservant la tour tripode et en atteignant 1900 postes de travail
	Etude capacitaire	Janvier 2020	BlueBird	Etude sur la capacité des bâtiments existants à accueillir les services des MS	La seule tour tripode ne permet pas d'accueillir tous les postes
	Diag Déchet (ENSAE, IGH, Sous-sol, Bâtiment commun)	Décembre 2021	DEKRA	Diagnostic relatif à la gestion des produits, matériaux et déchets issus des travaux de déconstruction	Evaluation des déchets par bâtiments
	Plans de propriété, Plan cadastral, Plan de PC, plans et coupe de construction	2016-2021	SO	Pièces graphiques	SO
	Note sur les œuvres architecturales de S. Lana	NC	Ministères	Présentation des œuvres de l'architecte de la tour tripode	SO
OI	Dossier Offres initiales	Avril 2021	Soumissionnaires	Pièces utiles pour la présente mission : - Notice de qualité environnementale - Notice environnementale - Notice descriptive - Plans, coupes, élévations et perspectives - Rapport STD	SO
DDOF	DDOF	Février 2022	Ministères sociaux - DFAS	- CTE - Programme Général d'Opération - Programme Fonctionnel - Programme Environnemental - Programme Performancier - Dossier de site	SO
OF	Dossier Offres finales	Mai 2022	Soumissionnaires	Pièces utiles pour la présente mission : - Notice de qualité environnementale - Notice environnementale - Notice descriptive - Plans, coupes, élévations et perspectives - Rapport STD	SO

6.2 Héliodons et ombres portées

L'analyse détaillée des héliodons et des ombres portées pour les 4 scénarios se trouve ci-dessous.



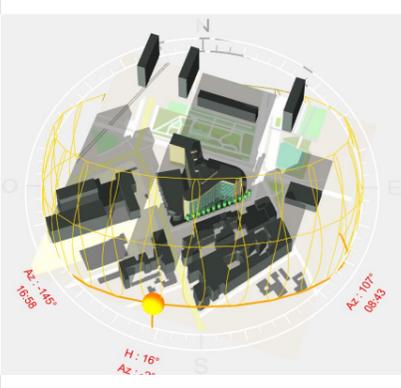
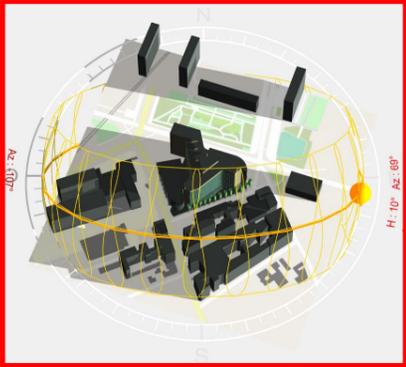
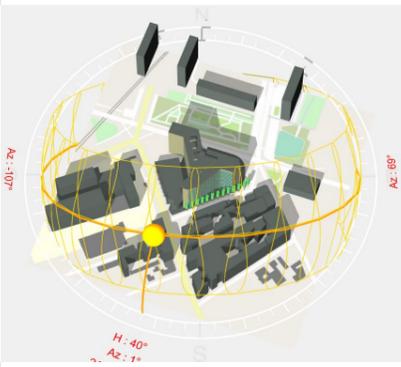
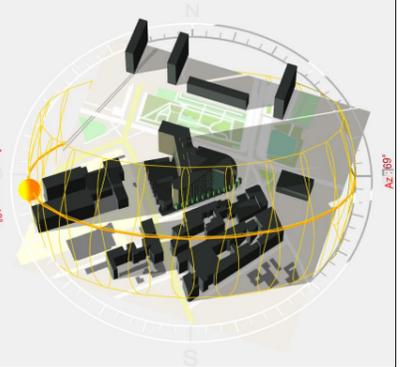
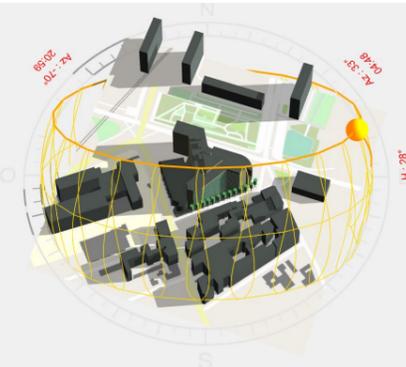
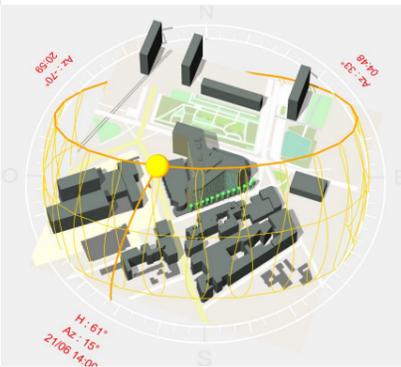
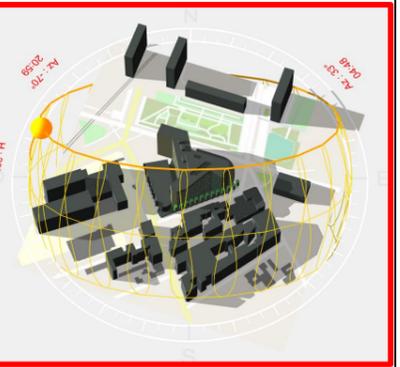
Héliodons et ombres portées – Scénario 1

	8h00	14h00	18h00
21/12	Soleil non levé		Soleil couché
21/03			
21/06			

Héliodons et ombres portés – Scénario 2

	8h00	14h00	18h00
21/12	Soleil non levé		Soleil couché
21/03	 Red border		
21/06			 Red border

Héliodons et ombres portés – Scénario 2 bis

	8h00	14h00	18h00
21/12	Soleil non levé		Soleil couché
21/03			
21/06			

Héliodons et ombres portés – Scénario 3

6.3 Consommations énergétiques de base

Les consommations énergétiques de base (Scénario 1) sont définies sur la base de la base de données CASPER de MANEXI et de différentes opérations de bureaux performants. Le tableau ci-dessous synthétise cette analyse.

Consommations totales [kWh _{EF} /m ²]	CASPER	Post Tower, Bonn	Tour Elithis, Dijon	Hélianthe, Lyon	Woop, Vaulx en Velin	Valeur retenue Scénario 1
Chauffage	126,0	60,0	6,3	17,6	19,0	10,0
ECS	NC	NC	NC	4,0	1,6	9,0
Froid	22,1	0,9	0,9	11,8	NC	10,0
Éclairage	27,9	4,6	3,7	13,2	3,6	15,0
Auxiliaires de distribution	NC	NC	6,5	NC	7,3	5,0
Auxiliaires de ventilation	31,0	3,1		NC		15,0
Puissance dissipée	34,1	21,1	22,6	11,5	NC	25,0
Total	241,1	89,7	39,9	58,1	31,4	89,0

Consommations énergétiques de plusieurs opérations

Casper est une base de données développée par MANEXI sur la base de 588 bâtiments audités lors des 10 dernières années.

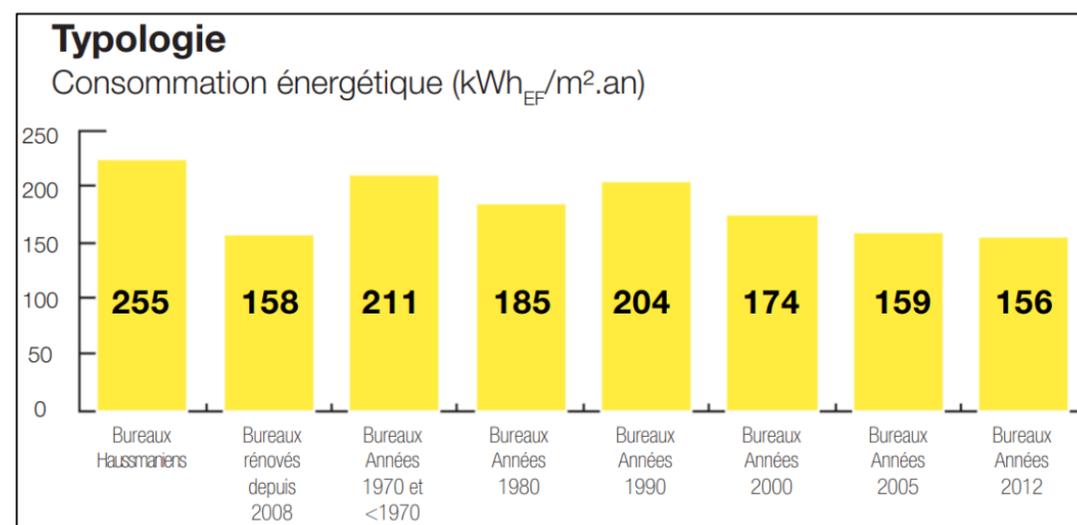
Post Tower est une tour de bureaux de 41 étages à Bonn en Allemagne conçue par Transolar et considérée comme la tour la moins consommatrice du monde.

La tour **Elithis** est une tour de bureaux de 10 étages à Dijon et est considéré comme un modèle en matière d'énergie positive.

Elianthe est un bâtiment de bureaux de 6 étages à Lyon, 1^{er} lauréat du trophée Constructeo, 1^{er} bâtiment BBC du groupe Eiffage et certifié BBC-Effinergie et HQE.

Woop est un bâtiment de bureaux de 8 étages à Vaulx en Velin à énergie positive tous usages.

La consommation énergétique globale retenue pour le scénario 1 est de **89.0 kWh_{EF}/m²**. Cette consommation est nettement plus faible que les bâtiments de bureaux existants comme le confirme la base de données CASPER et la répartition des consommations énergétiques de bureaux selon le Baromètre de la performance énergétique et environnementale des bâtiments tertiaires 2018 de l'OID.



Consommations énergétiques totales par typologie de bureaux – Source : OID

6.4 Label BBCA rénovation

Ce label considère que la contribution aux émissions de GES de tout produit de construction ou équipement :

- **Conservé ou amorti** est égal à : $E_{ges} = 0$
- **Evacué non amortis et traité en filière** est égal à : $E_{ges_{PCENA}} = \sum_{k=1}^{14} I_{lot\ k}$

Où $I_{lot\ k}$ = Impact carbone du lot k non amorti

a) Méthode détaillée :

Et où $I_{lot\ k} = \sum I_{pna} = (Q_{pna} * DE_{pna} * DVR / DVE)$

Où :

I_{pna} = Impact carbone du produit de construction ou équipement non amorti

Q_{pna} = Quantité de matériau ou équipement non amorti issue du Diag déchets réglementaire

DE_{pna} = Impact issu de la donnée environnementale du matériau ou équipement non amorti

DVE = Durée de vie estimée du produit ou équipement en années telle que définie dans la donnée environnementale utilisée

DVR = Durée de vie résiduelle du produit ou équipement en années. Elle correspond à la différence entre la durée de vie estimée (DVE) et la durée de vie réalisée du produit de construction ou de l'équipement considéré.

-> Si la durée de vie réalisée est supérieure à la durée de vie conventionnelle, alors la durée de vie résiduelle est égale à zéro.

-> Si la date à laquelle le produit ou équipement a été remplacé pour la dernière fois n'est pas connue, on considérera que $DVR = 0,5 * DVE$

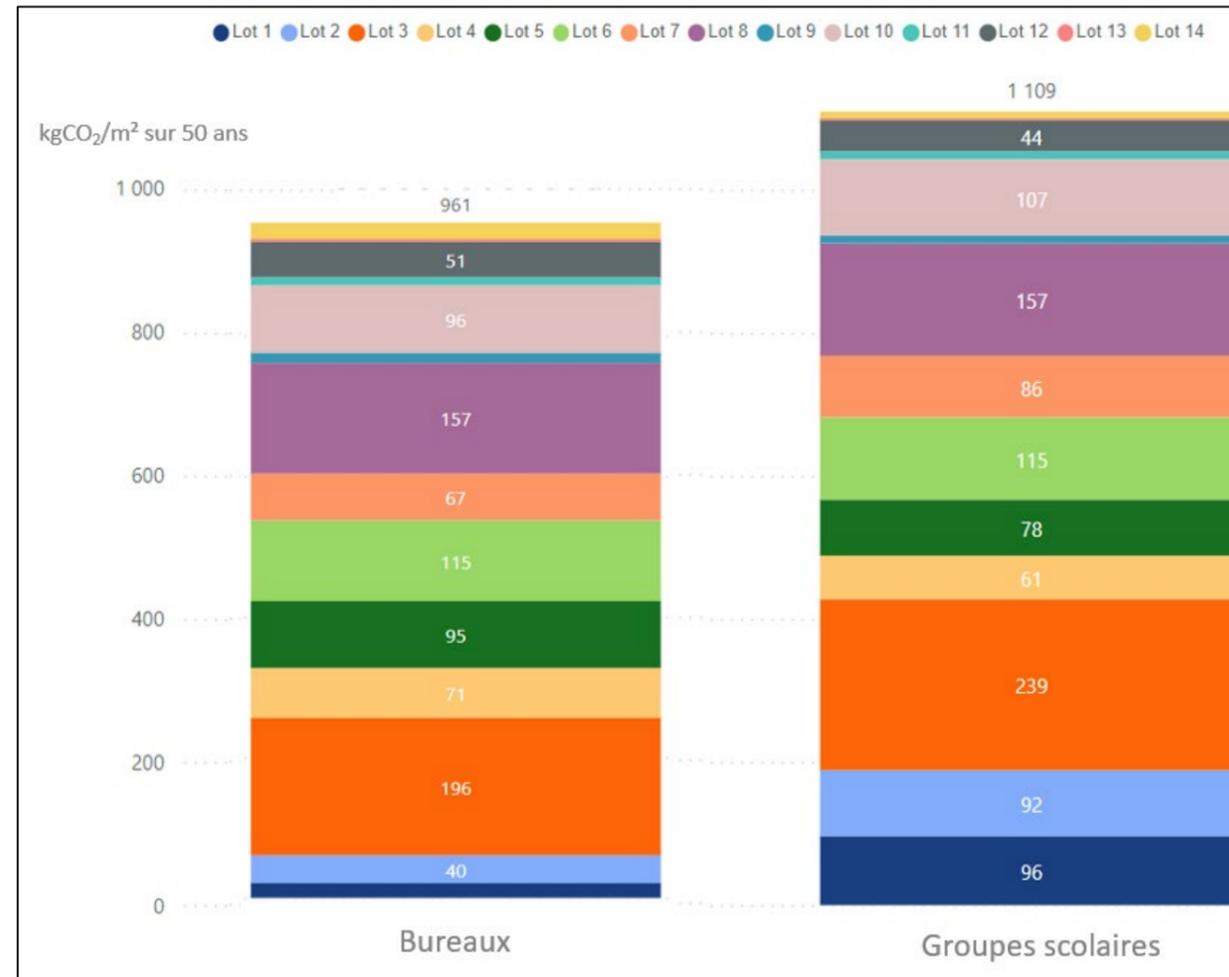
b) Méthode simplifiée :

Et où $I_{lot\ k}$: Impact carbone par défaut lot non amorti.

- **Non amortis et réemployés sur place ou par un tiers** est égal à : $E_{ges} = 0$

6.5 Répartition par lot du contenu carbone selon l'observatoire E+C-

Les données de l'observatoire E+C- permettent d'évaluer le contenu carbone des constructions neuves datant d'après 2016 pour les bureaux et pour les groupes scolaires. La figure ci-dessous présente le contenu carbone par lot des bureaux (échantillon de 19 bâtiments) et groupes scolaires (échantillon de 13 bâtiments) pour la zone climatique de H1a.



Répartition et contenus carbone des bureaux et groupes scolaires de l'observatoire E+C-

6.7 Calcul détaillé ACV - RE2020

Le tableau ci-dessous recense les données d'entrées des calculs ACV pour les scénarios 2, 2bis et 3.

Données		Scénario 2		Scénario 2bis		Scénario 3	
Num	Lot	Quantité	Unité	Impact CO2 dyn	Impact CO2 stat	Impact CO2 total	Commentaire
1	1.1 Réseaux	100 m	100 m	3943	0,00	4170	0,00
2	1.1 Réseaux	100 m	100 m	1051	0,00	1110	0,00
3	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
4	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
5	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
6	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
7	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
8	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
9	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
10	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
11	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
12	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
13	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
14	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
15	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
16	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
17	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
18	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
19	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
20	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
21	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
22	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
23	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
24	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
25	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
26	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
27	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
28	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
29	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
30	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
31	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
32	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
33	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
34	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
35	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
36	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
37	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
38	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
39	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
40	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
41	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
42	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
43	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
44	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
45	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
46	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
47	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
48	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
49	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
50	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
51	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
52	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
53	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
54	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
55	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
56	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
57	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
58	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
59	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
60	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
61	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
62	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
63	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
64	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
65	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
66	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
67	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
68	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
69	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
70	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
71	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
72	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
73	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
74	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
75	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
76	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
77	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
78	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
79	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
80	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
81	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
82	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
83	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
84	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
85	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
86	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
87	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
88	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
89	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
90	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
91	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
92	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
93	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
94	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
95	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
96	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
97	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
98	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
99	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00
100	1.1 Réseaux	100 m	100 m	0,00	0,00	0,00	0,00

6.8 Estimations prévisionnelles des travaux détaillées

SCENARIO 1 - Démolition / Reconstruction		
Date de valeur de l'estimatif : Juin 2022		
N°	INTERVENTIONS	Prix total HT
	Installation chantier	7 448 000 €
	Sous Total Installation chantier	7 448 000 €
	Désamiantage - Curage	7 293 000 €
	Démolition	4 420 000 €
	Sous Total Travaux préparatoires	11 713 000 €
	Terrassement - Structure	44 371 000 €
	Façades	19 231 000 €
	Plancher hauts	1 065 000 €
	Sous Total Cios couvert	64 667 000 €
	Aménagement intérieur	22 981 000 €
	Sous Total Aménagement intérieur	22 981 000 €
	Installations techniques	23 442 000 €
	Energies renouvelables	1 123 000 €
	Sous Total Systèmes et corps d'état techniques	24 565 000 €
	Voirie et Réseaux Divers	105 000 €
	Espaces verts	96 000 €
	Sous Total Espaces extérieurs	201 000 €
	Divers et aléa (5%)	6 579 000 €
	Sous Total Divers et aléa (5%)	6 579 000 €
	TOTAL € HT	138 200 000 €

SCENARIO 2 - Epaissement de la tour		
Date de valeur de l'estimatif : Juin 2022		
N°	INTERVENTIONS	Prix total HT
	Installation chantier	5 724 000 €
	Sous Total Installation chantier	5 724 000 €
	Désamiantage - Curage	7 293 000 €
	Démolition	1 395 000 €
	Sous Total Travaux préparatoires	8 688 000 €
	Terrassement - Structure	18 370 000 €
	Façades	19 231 000 €
	Plancher hauts	777 000 €
	Sous Total Cios couvert	38 378 000 €
	Aménagement intérieur	23 342 000 €
	Sous Total Aménagement intérieur	23 342 000 €
	Installations techniques	23 442 000 €
	Energies renouvelables	1 123 000 €
	Sous Total Systèmes et corps d'état techniques	24 565 000 €
	Voirie et Réseaux Divers	273 000 €
	Espaces verts	155 000 €
	Sous Total Espaces extérieurs	428 000 €
	Divers et aléa (7,5%)	7 584 000 €
	Sous Total Divers et aléa (7,5%)	7 584 000 €
	TOTAL € HT	108 709 000 €

SCENARIO 2bis - Réhabilitation et restructuration des bâtiments existants		
Date de valeur de l'estimatif : Juin 2022		
N°	INTERVENTIONS	Prix total HT
	Installation chantier	4 618 000 €
	Sous Total Installation chantier	4 618 000 €
	Désamiantage - Curage	7 293 000 €
	Sous Total Travaux préparatoires	7 293 000 €
	Terrassement - Structure	4 004 000 €
	Façades	18 396 000 €
	Plancher hauts	777 000 €
	Sous Total Cios couvert	23 177 000 €
	Aménagement intérieur	22 373 000 €
	Sous Total Aménagement intérieur	22 373 000 €
	Installations techniques	22 423 000 €
	Energies renouvelables	1 123 000 €
	Sous Total Systèmes et corps d'état techniques	23 546 000 €
	Voirie et Réseaux Divers	446 000 €
	Espaces verts	135 000 €
	Sous Total Espaces extérieurs	581 000 €
	Divers et aléa (7,5%)	6 119 000 €
	Sous Total Divers et aléa (7,5%)	6 119 000 €
	TOTAL € HT	87 707 000 €

SCENARIO 3 - Epaissement de la tour		
Date de valeur de l'estimatif : Juin 2022		
N°	INTERVENTIONS	Prix total HT
	Installation chantier	6 425 000 €
	Sous Total Installation chantier	6 425 000 €
	Désamiantage - Curage	7 293 000 €
	Démolition	1 395 000 €
	Sous Total Travaux préparatoires	8 688 000 €
	Terrassement - Structure	23 236 000 €
	Façades	21 143 000 €
	Plancher hauts	850 000 €
	Sous Total Cios couvert	45 229 000 €
	Aménagement intérieur	25 721 000 €
	Sous Total Aménagement intérieur	25 721 000 €
	Installations techniques	25 771 000 €
	Energies renouvelables	1 123 000 €
	Sous Total Systèmes et corps d'état techniques	26 894 000 €
	Voirie et Réseaux Divers	254 000 €
	Espaces verts	291 000 €
	Sous Total Espaces extérieurs	545 000 €
	Divers et aléa (7,5%)	8 513 000 €
	Sous Total Divers et aléa (7,5%)	8 513 000 €
	TOTAL € HT	122 015 000 €

Groupe Scolaire - Démolition / Reconstruction		
Date de valeur de l'estimatif : Juin 2022		
N°	INTERVENTIONS	Prix total HT
	Installation chantier	420 000 €
	Sous Total Installation chantier	420 000 €
	Désamiantage - Curage	0 €
	Infrastructure (parking en sous-sol)	
	Superstructure (Socles et étages courants)	
	Sous Total Désamiantage - Curage	0 €
	Construction groupe scolaire	6 997 000 €
	Gros Œuvre	
	Elanchété	
	Traitement des façades	
	Menuiseries extérieures & Occultations	
	Menuiseries intérieures (préciser dimension et localisation de tous les ouvrages)	
	Métallerie / Serrurerie	
	Cloisons - Doublage - Faux plafonds	
	Revêtements de sols - faïence	
	Peinture	
	Electricité CFC/CFa	
	Plomberie	
	Chauffage et ECS	
	Ventilation	
	GTB	
	Ascenseur	
	Equipements de cuisine	
	Signalétique / Enseigne	
	VRD	
	Espaces verts	
	Sous Total Construction groupe scolaire neuf	6 997 000 €
	Divers et aléa (5%)	371 000 €
	Sous Total Divers et aléa (5%)	371 000 €
	TOTAL € HT	7 800 000 €

Groupe Scolaire - Réhabilitation		
Date de valeur de l'estimatif : Juin 2022		
N°	INTERVENTIONS	Prix total HT
	Installation chantier	318 000 €
	Sous Total Installation chantier	318 000 €
	Désamiantage - Curage	564 000 €
	Infrastructure (parking en sous-sol)	
	Superstructure (Socles et étages courants)	
	Sous Total Désamiantage - Curage	0 €
	Réhabilitation groupe scolaire	4 742 000 €
	Gros Œuvre	
	Elanchété	
	Traitement des façades	
	Menuiseries extérieures & Occultations	
	Menuiseries intérieures (préciser dimension et localisation de tous les ouvrages)	
	Métallerie / Serrurerie	
	Cloisons - Doublage - Faux plafonds	
	Revêtements de sols - faïence	
	Peinture	
	Electricité CFC/CFa	
	Plomberie	
	Chauffage et ECS	
	Ventilation	
	GTB	
	Ascenseur	
	Equipements de cuisine	
	Signalétique / Enseigne	
	VRD	
	Espaces verts	
	Sous Total Réhabilitation groupe scolaire	4 742 000 €
	Divers et aléa (5%)	281 000 €
	Sous Total Divers et aléa (5%)	281 000 €
	TOTAL € HT	5 900 000 €

6.9 Données pour calcul en coût global

	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 2bis	Scénario 3	
kWhE/an	Chauffage	402 000	442 000	555 000	
	ECS	362 000	362 000	333 000	
	Froid	402 000	402 000	740 000	
	Éclairage	603 000	754 000	527 000	
	Auxiliaires de distribution	201 000	201 000	185 000	
	Auxiliaires de ventilation	603 000	603 000	555 000	
	Puissance dissipée	1 005 000	1 005 000	925 000	
	Production photovoltaïque	402 000	402 000	222 000	
	Groupe Scolaire	99 000	99 000	118 000	
					477 000
COUT DE L'ENERGIE [€TTC/kWhE]	Chauffage	0,15	0,15	0,15	
	ECS	0,15	0,15	0,15	
	Froid	0,15	0,15	0,15	
	Éclairage	0,15	0,15	0,15	
	Auxiliaires de distribution	0,15	0,15	0,15	
	Auxiliaires de ventilation	0,15	0,15	0,15	
	Puissance dissipée	0,15	0,15	0,15	
	Production photovoltaïque	0,10	0,10	0,10	
	Groupe Scolaire	0,15	0,15	0,15	
					0,15
€TTC/an	Chauffage	60 300	66 300	83 250	
	ECS	54 300	54 300	49 950	
	Froid	60 300	60 300	111 000	
	Éclairage	90 450	113 100	79 050	
	Auxiliaires de distribution	30 150	30 150	27 750	
	Auxiliaires de ventilation	90 450	90 450	83 250	
	Puissance dissipée	150 750	150 750	138 750	
	Production photovoltaïque	40 200	40 200	22 200	
	Groupe Scolaire	14 850	14 850	17 700	
					71 550
Total HT Exp. Maint. Annuel	Clos couvert	32 000	32 000	30 800	
	Aménagement intérieur	60 300	63 900	61 500	
	Systèmes et corps d'état techniques	226 900	226 900	217 400	
	Espaces extérieurs	10 100	20 100	25 600	
	Divers et aléa	14 900	25 800	25 200	
	Groupe Scolaire	23 000	23 000	14 500	
	Coût total Exp. Maint. Annuel en €HT	367 200	391 700	375 000	
					35 300
					70 700
					248 300
Total HT GE Annuel	Clos couvert	16 100	16 100	15 400	
	Aménagement intérieur	21 300	22 000	21 200	
	Systèmes et corps d'état techniques	68 200	68 200	65 300	
	Espaces extérieurs	3 300	7 100	10 200	
	Divers et aléa	4 700	8 600	8 300	
	Groupe Scolaire	7 700	7 700	6 000	
	Coût total GE Annuel en €HT	121 300	129 700	126 600	
					17 800
					24 300
					74 700
Total HT des travaux initiaux	Travaux préparatoires	11 713 000	8 688 000	7 293 000	
	Clos couvert	64 667 000	38 378 000	23 177 000	
	Aménagement intérieur	22 981 000	23 342 000	22 373 000	
	Systèmes et corps d'état techniques	24 565 000	24 565 000	23 546 000	
	Espaces extérieurs	201 000	428 000	581 000	
	Installation chantier	7 448 000	5 724 000	4 618 000	
	Divers et aléa	6 579 000	7 584 000	6 119 000	
	Groupe Scolaire	7 800 000	7 800 000	5 900 000	
	Coût total des travaux en €HT	145 954 000	116 509 000	93 607 000	
	Indemnisation des 3 candidats €HT	1 313 586	2 320 669	2 320 669	
Coût de l'ingénierie d'études en €HT	29 190 800	23 301 800	18 721 400		
Coût total de la construction en €HT	176 458 386	142 131 469	114 649 069		
				127 915 000	
				2 320 669	
				25 583 000	
				155 818 669	
Loyers et charges HT annuels	Loyer hors charges (locaux période travaux)	12 880 000	12 880 000	12 880 000	
	Loyer hors charges (locaux surface compensatoire)	-	1 280 000	1 200 000	
	Charges locatives (locaux période travaux)	-	-	-	
	Charges locatives (locaux surface compensatoire)	-	-	-	
	Charges de fonctionnement (locaux période travaux)	2 157 400	2 157 400	2 157 400	
	Charges de fonctionnement (locaux surface compensatoire)	-	214 400	201 000	
				-	
				-	
				-	
				-	
				-	
				-	
TAUX D'ACTUALISATION	Chauffage	4%	4%	4%	
	ECS	4%	4%	4%	
	Froid	4%	4%	4%	
	Éclairage	4%	4%	4%	
	Auxiliaires de distribution	4%	4%	4%	
	Auxiliaires de ventilation	4%	4%	4%	
	Puissance dissipée	4%	4%	4%	
	Production photovoltaïque	4%	4%	4%	
	Exploitation Maintenance	2%	2%	2%	
	Gros entretien	2%	2%	2%	
Renouvellement	2%	2%	2%		
Loyers et charges	1,6%	1,6%	1,6%		
				4%	
				4%	
				4%	
				4%	
				4%	
				4%	
				4%	
				4%	
				4%	
				2%	
				2%	
				2%	
				1,6%	
				1,6%	