

Contre-expertise de l'évaluation socio-économique
du projet de transformation de l'École polytechnique



Avril 2024

Introduction

L'expertise socioéconomique (ESE) soumise à l'examen des Contre-Experts porte sur un ensemble de quatre opérations qui font partie du projet de rénovation de l'École polytechnique, lequel s'inscrit dans un cadre plus général : celui de l'aménagement du plateau de Saclay et plus particulièrement de l'Institut polytechnique de Paris.

Dans ces conditions, il est apparu nécessaire aux Contre Experts d'exposer le contexte particulier du projet et de son environnement avant de préciser ce qu'il convient d'attendre de la contre-expertise.

1 Présentation générale :

1.1 L'École polytechnique et son environnement

Comme précisé en introduction, le projet d'investissement immobilier qui concerne l'École polytechnique s'insère dans un ensemble plus vaste qu'il convient de présenter en rappelant brièvement le positionnement de l'École, puis en revenant sur l'aménagement du plateau de Saclay sur lequel elle est située et enfin en soulignant la place prise par l'École au sein de l'Institut polytechnique de Paris (IPP).

1.1.1. L'École polytechnique

Fondée en 1794 et à ce titre l'une des plus anciennes écoles d'ingénieur en France, (après l'école des Ponts et chaussées fondée en 1747), l'École polytechnique a été créée pour répondre à la nécessité de former des ingénieurs et cadres supérieurs de haut niveau.

L'École est rattachée à l'armée française depuis 1804, et demeure encore aujourd'hui l'un des rares établissements d'enseignement supérieur et de recherche sous tutelle du ministère des Armées.

Cette école jouit d'une réputation d'excellence, reconnue internationalement, appuyée notamment sur la sélectivité du concours d'entrée au cycle ingénieur. Elle a également su diversifier son offre de formation pour accueillir des apprenants d'âges et d'horizons différents. Le tableau ci-dessous détaille les effectifs actuels de l'École dans les 5 cycles de formation proposés : la formation emblématique (le cycle polytechnicien) accueille principalement des élèves français, tandis que les formations *Bachelor* et *Master of science & technology* (MST) accueillent davantage de profils internationaux.

Cycle	Nombre d'apprenants	% d'apprenants	Dont français	Dont internationaux
Bachelor	393	11%	34%	66%
Cycle polytechnicien	2 182	59%	80%	20%
Master	342	9%	52%	48%
Master of Science & Technology	296	8%	39%	61%
Doctorants	499	13%	53%	47%
Total	3 712	100%	66%	34%

Source : ESE du projet p.9

L'École compte 23 laboratoires réunissant plus de 1 600 chercheurs, principalement dans les sciences « dures » (physique, mathématiques, chimie, matériaux, énergies, climat, IA...) mais

pas seulement, avec par exemple un laboratoire d'économie-statistique et un laboratoire de recherche en sciences humaines.

L'ensemble des équipes de recherche publie de l'ordre de 2 500 articles chaque année, dépose des brevets, et noue des partenariats avec d'autres équipes de recherche (CNRS, INRIA, INSERM...) et des acteurs industriels.

Initialement implantée dans le 5^e arrondissement de Paris, l'École polytechnique a été transférée entre 1974 et 1976 sur le plateau de Saclay/Palaiseau, plus précisément sur la commune de Palaiseau, et sur un terrain de 161 ha à l'origine communément appelé campus de polytechnique.

Elle a bénéficié dans un premier temps des terrains composant son campus par arrêtés interministériels de remise en dotation, puis à partir du 14 décembre 2009 par une convention d'utilisation dans le cadre de l'article R.2313-1 et suivants du code général de la propriété des personnes publiques. Cette convention a fait l'objet d'un avenant le 13 juillet 2016. La convention court jusqu'au 14 décembre 2099.

Dans le but de permettre l'aménagement de la partie Est du plateau de Saclay des transferts fonciers se sont avérés nécessaires au profit de l'Établissement Public d'Aménagement de Paris Saclay (EPAPS). L'école ne dispose plus aujourd'hui que d'un ensemble foncier de 90 ha dont une partie est sous Autorisation d'occupation temporaire du domaine public (AOT).

Elle occupe actuellement une surface bâtie de 195 335 m² répartie sur 63 bâtiments.

1.1.2 L'aménagement du plateau de Saclay

Le plateau de Saclay offrant beaucoup d'intérêt et d'opportunité quant au regroupement possible d'entités scientifiques d'Enseignement et de Recherche, le 3 mars 2009 une Opération d'intérêt national (OIN) fut instituée par le décret 2009-248.

La loi 2010-597 du 3 juin 2010 relative au Grand Paris a créé un Établissement Public National dénommé Établissement Public de Paris Saclay (un EPIC : l'EPPS).

Support opérationnel et exécutif de l'OIN, il a eu pour mission dès sa création, l'impulsion et la coordination du développement du (ou des) pôle(s) scientifique(s) et technologique(s) installés ou devant l'être sur le plateau.

Au terme de la loi 2014-58 du 27 janvier 2014, (loi de modernisation de l'action publique territoriale), l'EPPS a acquis les compétences d'aménageur, il est devenu « l'EPAPS, Établissement Public d'aménagement du Plateau de Saclay », transformation actée par le décret 2015-1927 du 31 décembre 2015.

C'est ainsi que l'EPAPS est aujourd'hui aménageur de trois zones d'aménagement concerté (ZAC) conduisant à l'organisation de deux grands quartiers (*cluster*) scientifiques :

- La ZAC du quartier du Moulon, pôle scientifique (notamment constitué autour de Centrale/supélec, l'ENS -ex Cachan-, l'université de Paris Orsay, le CEA).
- La ZAC du quartier polytechnique : un pôle scientifique organisé en Établissement Public Expérimental « l'Institut polytechnique de Paris », constitué autour de l'X, et qui regroupe également l'ENSAE, TELECOM Paris, TELECOM sud Paris, et l'ENSTA.
- Enfin la ZAC de Corbeville, en articulation entre les deux, doit accueillir essentiellement des activités économiques, des logements, des services, des commerces, et encore quelques activités de recherche sur 45 000m².

Les deux grands pôles ou campus, ont chacun fait l'objet d'un plan directeur de développement sous la maîtrise de l'EPAPS en concertation avec les villes concernées, les différents partenaires d'Enseignement et de Recherche, et avec l'assistance de maîtres d'œuvres urbanistes mis en place par l'EPAPS.

L'institut polytechnique de Paris (IPP) a été créé le 31 mai 2019 dans le but de constituer une institution de science et technologie de rang mondial avec l'X comme pôle central.

A ce stade, il est important de noter que l'École polytechnique dont les bâtiments ont été livrés en 1976, ne dispose pas de moyens actualisés à la différence des autres entités situées sur le plateau de Saclay dont les bâtiments sont de réalisation récente.

Compte tenu des enjeux ciblés par l'IPP sur la scène internationale, il s'est avéré impératif d'envisager une importante opération de mise à jour de son pôle central : l'École polytechnique.

1.1.3 Le plan Directeur de l'IPP

Daté du mois de novembre 2021, le plan Directeur de l'IPP affiche les ambitions communes des différents partenaires pour la réalisation d'un campus exemplaire notamment par sa cohérence urbanistique intégrant notamment :

- Un grand axe Est-Ouest qui fait le lien avec les autres quartiers et facilite les échanges avec les établissements voisins
- Une grande lisibilité grâce à une bonne structuration des espaces
- Des pôles de vie et un cœur de campus organisés pour multiplier les interactions par des allées ou des mails avec des voies piétonnes et cyclables sur lesquels sont adressés les équipements, les bâtiments et les services.
- Un campus exemplaire et démonstrateur en matière de transition écologique et énergétique
- Un campus à l'architecture sobre respectueuse de l'existant et au paysage planté densément et peu minéralisé
- Un campus attractif par son caractère innovant, avec des environnements adaptés aux nouvelles pédagogies d'enseignement et stimulant la créativité des chercheurs, invitant aux rencontres et à la pratique du sport.

Ces intentions sont particulièrement louables, mais demandent à être rapidement mises en œuvre pour construire cette nouvelle image de l'IPP.

En outre, les projets d'aménagement devront tenir compte des équipements existants et des « coups-partis » (opérations réalisées en dehors et antérieurement au Plan Directeur et au SPSI) qu'il s'avère nécessaire de recomposer dans une approche cohérente.

En termes d'urbanisme cela se traduit par deux grandes idées :

- Organiser un axe Est-Ouest véritable ossature, sur lequel doivent être adressés les différents équipements existants ou à réaliser,
- Reconstruire un cœur de campus lieu de rencontre et de vie du campus.

Dans tous les cas, la redéfinition et la recomposition du bâtiment central de l'école polytechnique constitue un enjeu stratégique majeur.

C'est à l'évidence le point le plus important des projets que doivent proposer les concurrents actuellement appelés à répondre à la consultation lancée par l'École sur la réhabilitation de ce bâtiment.

Comment en faire un lieu de vie et de rencontre tout en le rendant transparent pour donner toute sa lisibilité à l'axe Est-Ouest ? La qualité du campus en dépendra.

Ce parti urbanistique implique également de transposer à l'Ouest l'accès à l'école actuellement situé au Nord-Est, pour le rapprocher de la future gare de la ligne 18 d'une part, mais surtout pour l'ouvrir sur le quartier en développement.

Ce nouveau positionnement de l'entrée va notamment nécessiter le déplacement d'un bâtiment de laboratoire.

1.2 Les conditions d'élaboration du projet et son état d'avancement fin mars 2023

Le projet de transformation du campus de l'École polytechnique remonte déjà à plusieurs années. Dans le contexte décrit précédemment, il n'a pas été défini de façon unilatérale. Bien au contraire, il est le fruit d'un travail commun avec tous les partenaires concernés, avec l'établissement Public du Plateau de Saclay, avec la ville, avec les autorités de tutelle, tous partageant les objectifs et les principales actions à mettre en œuvre.

Cinq documents majeurs illustrent les conditions particulières d'élaboration du projet : le protocole foncier, le schéma directeur des Énergies, le schéma pluriannuel de stratégie immobilière (SPSI) et deux contrats d'objectif et de performance (celui de l'IPP et celui de l'X).

1.2.1 Le protocole foncier

Dans le contexte décrit précédemment de la création de la ZAC du secteur EST du plateau, des transferts fonciers se sont avérés nécessaires. Un protocole foncier a été conclu en 2012, entre l'École polytechnique, l'établissement public du plateau de Saclay, l'État représenté par le préfet de l'Essonne et le ministère des Armées. Il a été modifié en 2017, et a fait l'objet en mai 2021 d'un nouvel avenant (l'EPAPS a été substitué à l'EPPS à cette occasion).

Préfigurant la création de l'IPP, l'École polytechnique avait engagé une démarche de fort développement scientifique en accueillant sur son campus, d'autres organismes d'enseignement supérieur, de recherche et d'innovation. Le protocole note que certains projets sont déjà implantés, que d'autres sont en phase de réalisation ou de projet. Dans le cadre de cette démarche, l'École polytechnique a la responsabilité d'assurer une double cohérence : une cohérence scientifique en regroupant géographiquement les acteurs, dans une logique de pôle thématique et une cohérence de fonctionnement collectif entre tous les acteurs, notamment quant à la mutualisation des moyens généraux.

L'objet du dernier avenant au protocole foncier d'origine est de :

- spécifier les éléments du projet d'aménagement intéressant l'École,
- d'identifier les emprises foncières sises sur le site de l'École, nécessaires au projet d'aménagement,
- de prévoir les incidences du projet sur les bâtiments et installations utilisées par l'École, d'anticiper les incidences du projet sur les emprises, faisant l'objet d'autorisation d'occupation temporaire au profit de tiers,
- et enfin de définir les modalités de partenariat entre l'EPA Paris-Saclay et l'École en ce qui concerne les zones d'agrément.

C'est dire que ce protocole foncier approuvé par les différents signataires, vient à l'appui du projet dont l'évaluation socio-économique est soumise à la contre-expertise

1.2.2 Le Schéma directeur énergétique approuvé en novembre 2021

Au-delà du Plan Directeur de l'IPP précité, l'École dans le but d'être exemplaire en matière de Climat, a souhaité mettre en place un Schéma Directeur Energie (daté du 8 août 2022) basé notamment sur les résultats 2019, lesquels ont été enregistrés dans la plateforme OPERAT de

l'ADEME en application du « décret tertiaire ». Son étude a été confiée à un groupement de spécialistes : TILIA, AMOES, ADEXEL.

Ce schéma s'articule sur 4 actions spécifiques, au-delà d'un socle de travaux (constitué par les rénovations engagées et le développement net du patrimoine).

Ces quatre actions concernent :

- Les mesures d'efficacité énergétiques en centrale
- Le renouvellement du réseau
- La récupération de la chaleur fatale des groupes froids
- Des productions EnR centralisées et décentralisées de même que des solutions innovantes.

Selon les spécialistes mentionnés ci-dessus, l'impact financier des investissements énergétiques à réaliser pour le socle ressortirait à 78 228 706€, arrondi à 80M€ qui serait partiellement financé par les économies d'énergie (réalisées sur 30 ans et évaluées à 17,5 M€). Ce Schéma Directeur des Énergies, notamment au travers des quatre actions, devra permettre d'atteindre notamment les objectifs de décarbonation de l'école à savoir – 60% d'émission de Gaz à effet de serres (GES) à l'horizon 2030 par rapport à la situation de 2019.

Au total, l'impact du SDE devrait conduire à une diminution de 71% des consommations de gaz de chauffage (et donc respecter le décret tertiaire) et à une réduction de 72% des émissions de GES par rapport à 2019.

Bien que les investissements relatifs au schéma directeur énergétique (SDE) ne fassent pas partie de l'ESE (le programme d'investissement de l'ESE n'intègre pas les investissements du SDE), ce schéma constitue l'outil de pilotage stratégique de l'École polytechnique lui permettant de respecter ses engagements dans la réduction des consommations énergétiques et des émissions de Gas à effet de serre.

Ce schéma fait partie intégrante de la stratégie de la gestion patrimoniale de l'École, il est en cohérence avec le Plan directeur immobilier de l'IPP (voir ci-dessus) ainsi qu'avec le Schéma Pluriannuel de Stratégie Immobilière (SPSI) de l'École (voir ci-après).

1.2.3 Un contrat d'objectifs et de performance (signé le 22 avril 2022 avec L'IPP)

Ce contrat d'objectif (COP) signé le 22 avril 2022 entre le ministère des Armées, le ministère de l'Économie, des Finances et de la Relance et l'Institut polytechnique de Paris (IPP) couvre la période 2022- 2026.

Plusieurs des objectifs stratégiques et des indicateurs associés font écho au projet de l'École et de transformation du campus. Il en est ainsi de l'action 1.6 « adapter les surfaces d'enseignement pour permettre d'absorber progressivement la croissance des effectifs étudiants », de l'action 6.7 « mieux accueillir les personnes en situation de handicap », et plus encore de l'objectif 5 « amener le campus de l'Institut polytechnique de Paris aux meilleurs standards internationaux, exemplaire en matière de développement durable ».

1.2.4 Un contrat d'objectifs et de performance (signé le 21 avril 2022 spécifique à l'École)

Ce contrat d'objectifs et de performance (COP signé le 21 avril 2022) entre le ministère des Armées et l'École polytechnique couvre également la période 2022- 2026

Ce COP valide clairement les grandes lignes du projet de l'École polytechnique avec des développements tels que :

- lancer la rénovation des bâtiments de l'École,

- moderniser l'ensemble central historique
- progresser vers la neutralité carbone,
- construire un bâtiment de recherche,
- densifier les activités pour générer des espaces verts,
- lancer la rénovation du centre de recherche historique de l'École (le peigne),
- décarboner la chaufferie centrale,
- développer les bâtiments, en appui de la politique de l'IPP...

Si ce contrat d'objectifs et de performance ne concerne que l'École et son autorité de tutelle, le ministère des Armées, le Schéma Pluriannuel de Stratégie Immobilières (SPSI) de septembre 2021 a été élaboré et validé par la direction de l'immobilier de l'État qui relève du ministère de l'Économie, des Finances et de la Relance.

1.2.5 Le Schéma Pluriannuel de Stratégie Immobilière

Ce Schéma Pluriannuel de Stratégie Immobilière (SPSI) retient les principes directeurs et objectifs de l'École polytechnique et de l'IPP pour un campus « intégré dans son environnement, lisible par la structuration des espaces, interactif, grâce à des pôles de vie, des espaces verts, exemplaire en matière de transition écologique et énergétique, attractif pour tous, car innovant et doté d'équipements de rang mondial ». Le SPSI reconnaît que pour atteindre ces objectifs et respecter les engagements pris dans le cadre du protocole foncier des investissements sont nécessaires :

- une rénovation profonde des infrastructures de l'École polytechnique pour se mettre à niveau avec les installations récentes du plateau de Saclay : un fort enjeu de mise aux normes, de rénovation énergétique et de restructuration fonctionnelles.
- une densification pour permettre d'aménager les grands espaces prévus par l'établissement public d'aménagement Paris Saclay,
- une mise à niveau de sa production, de distribution d'énergie dans l'objectif d'atteindre la neutralité carbone d'ici 2050 conformément aux engagements pris dans le cadre du schéma directeur des énergies (SDE) élaboré en 2021,
- et enfin des besoins de surfaces nouvelles en phase avec les ambitions de développement de l'IPP (nouveaux laboratoires, nouvelles surfaces pour la formation liées à la croissance des effectifs étudiants...).

Ces cinq documents, qui impliquent des autorités différentes sont tous cohérents et conduisent à encadrer le développement du projet de transformation du campus. Ces documents sont pour quatre d'entre eux contractuels et donc s'imposent aux parties. Cette réalité ne peut pas être ignorée des Contre-Experts et n'est donc pas sans conséquence sur l'appréciation qui sera portée sur la comparaison entre l'option de référence et l'option d'investissement.

Dans ce contexte marqué par l'implication de beaucoup de « partenaires » et par la nécessité de recourir à de multiples procédures, l'École polytechnique a cependant omis de respecter la procédure de labellisation de son projet. Cette procédure dépend au niveau national de la Direction de l'Immobilier de l'État et au plan déconcentré de la Responsable régionale de la politique immobilière de l'État (RRPIE).

Dans le cadre de l'exécution des schémas pluriannuels de stratégie immobilière (SPSI), les projets immobiliers sont soumis à une procédure de labellisation, permettant d'objectiver la

décision immobilière et vérifier que le choix du scénario immobilier le plus pertinent a été opéré.

Le dispositif vise à s'assurer de la performance technique, énergétique et financière des projets immobiliers portant sur l'immobilier de bureaux, d'enseignement ou de logement au regard d'une grille de critères de la politique immobilière de l'État (exemplarité, respect des indicateurs de la PIE, notamment en termes d'occupation, de performance énergétique, économique et d'impact budgétaire).

REMARQUE 1

L'École polytechnique a omis de respecter la procédure de labellisation de son projet qui dépend au niveau national de la Direction de l'Immobilier de l'État et au plan déconcentré de la Responsable régionale de la politique immobilière de l'État (RRPIE).

1.2.6 La maîtrise d'ouvrage et les procédures de réalisation

A la connaissance des contre-experts, la maîtrise d'ouvrage est assurée par l'équipe technique de la DPI de l'École excepté pour la réhabilitation du bâtiment central pour la réalisation duquel l'École s'est fait assister de l'EPAURIF par le biais d'une convention de mandat conclue en juillet 2022 entre le ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche, l'EPAURIF et l'École polytechnique.

Les quatre opérations objet de l'ESE sont conduites indépendamment les unes des autres dans le cadre de procédures conformes à la loi MOP et de consultations séparées (chacune des opérations listées faisant l'objet d'une consultation).

1.3 Le projet soumis à l'ESE

Le projet soumis à l'ESE s'inscrit donc dans le cadre défini précédemment, son objectif répond aux soucis de respecter les prescriptions du Plan Directeur Immobilier de l'IPP, du Schéma Directeur Énergétique (SDE) de l'École polytechnique, du Schéma Pluriannuel de Stratégie Immobilière et des conventions d'objectifs et de performance, et plus précisément :

- Mettre aux normes un patrimoine immobilier vieillissant, notamment sur le plan énergétique
- Moderniser le campus dans ses usages et ses fonctions pour mettre en cohérence la stratégie immobilière avec les stratégies d'enseignement supérieur et de recherche de l'École.
- Mettre en cohérence excellence scientifique et performance bâtiminaire.

Il comporte quatre opérations :

- **La restructuration de l'ensemble central** (l'enjeu majeur du projet) qui accueille des locaux d'enseignement (amphithéâtres, classes), la Direction des cycles et des scolarités, l'Audiovisuel, des espaces de travail pour les étudiants, la Bibliothèque, le Musée X, la DRH, l'Accueil et des activités évènementielles.
- **Le projet de construction d'un nouveau bâtiment de recherche** pour relocaliser les activités « laboratoires » qui se trouvent dans des bâtiments préfabriqués énergivores

et inadaptés. La destruction de ces bâtiments est obligatoire dans le cadre du protocole foncier entre l'X, l'EPA Paris-Saclay et l'Etat (avenant négocié et signé en août 2012).

- **Le projet de rénovation du centre de recherche** qui porte sur le « peigne », et les laboratoires situés dans les bâtiments 0, 1, 2, 3, 4 et 5. Il intègre une rénovation énergétique et des adaptations fonctionnelles (mise à disposition des chercheurs de plateformes techniques ergonomiques, modulables et adaptées à leurs besoins).
- **La relocalisation du service matériel (SMAT), du Laboratoire Leprince-Ringuet (physique nucléaire) et de la DPI (direction des projets immobiliers).** La relocalisation de ces trois activités situées dans deux bâtiments vieillissants permettra la création d'un espace vert dénommé le « Green ».

Les investissements prévus sont estimés à TDC à 217M€ qui se décomposent comme suit :

Opérations	Budget d'investissement (M€ TDC)
Restructuration de l'ensemble central	130
Construction d'un nouveau bâtiment de recherche	20
Rénovation du centre de recherche	60
Densification des activités	7

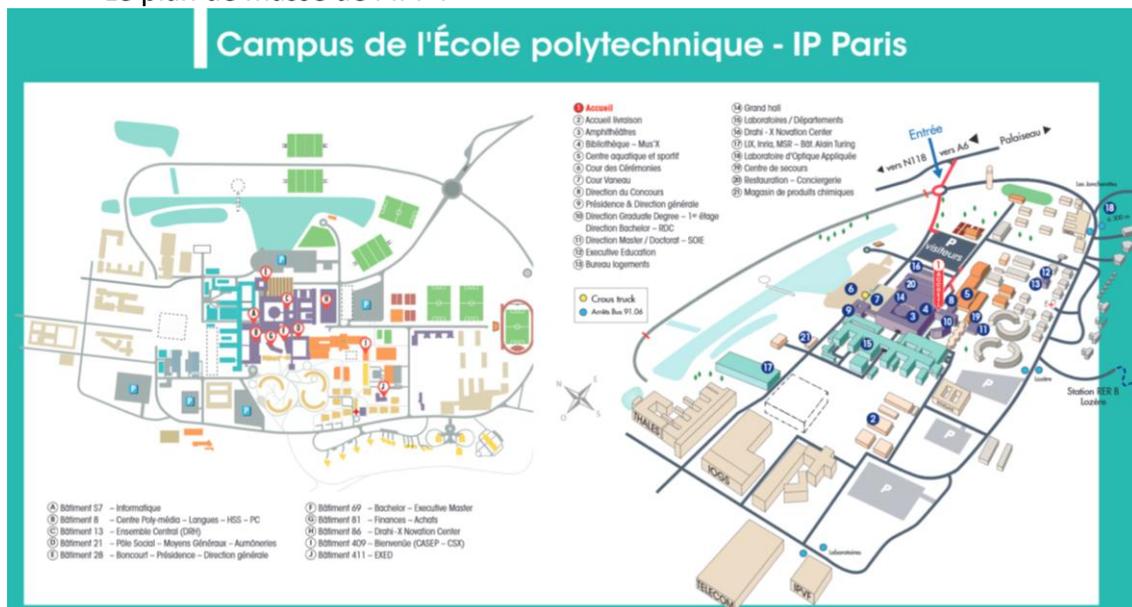
Source : ESE du projet, p.11.

Et selon le calendrier suivant :

	2022				2023				2024				2025				2026				2027				2028				2029			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
Restructuration de l'ensemble central (130 M€)	RENOUVEL. MOE Bourrage financier				CHOIX MOE ETUDES				Démarrage travaux TRAVAUX				Livrables																			
Construction d'un bâtiment de recherche, suppression des modulaires (20 M€)	RENOUVEL. MOE Bourrage financier				CHOIX MOE ETUDES				Démarrage travaux TRAVAUX				Livrables																			
Relocalisations, Densification des activités (7 M€)	RENOUVEL. MOE Bourrage financier				CHOIX MOE ETUDES				Démarrage travaux TRAVAUX				Livrables																			
Restructuration des laboratoires "peigne" (60 M€)	RENOUVEL. MOE Bourrage financier				CHOIX MOE ETUDES				Démarrage travaux TRAVAUX PHASE 1 (aile 3)				TRAVAUX PHASE 2				TRAVAUX PHASE 3				TRAVAUX PHASE 4				TRAVAUX PHASE 5							

Source : SP51 p.38.

- Le plan de masse de l'IPP :



1.4 Remarques générales concernant la contre-expertise

Comme suite aux éléments présentés précédemment, le rapport de contre-expertise s'effectue dans un cadre assez particulier.

En effet, la procédure de labélisation dans le cadre de l'exécution du SPSI n'a pas été effectuée (cf. section 1.2 et remarque 1). Cette procédure distincte de l'ESE comporte cependant beaucoup d'éléments communs. L'École polytechnique aurait pu la respecter, sans retarder le lancement du projet, en réalisant conjointement les deux obligations selon le guide de constitution du dossier unique de validation des opérations immobilières valant dossier d'expertise, dossier de labellisation et dossier d'ESE.

Par ailleurs, au cours des auditions, les Contre-Experts ont noté que la consultation des concepteurs concernant le bâtiment central avait déjà été lancée, que trois cabinets d'architecture ont remis leur offre, et que les résultats de ce concours seraient connus de manière concomitante à la remise du rapport de contre-expertise. Au stade actuel, ne disposant pas des résultats de la consultation, les contre-experts seront dans l'impossibilité d'émettre un avis quant à la qualité des projets et à l'atteinte des objectifs du programme. Ils se limiteront à identifier la manière dont l'ESE s'articule avec ces derniers et permet d'éclairer les principes du choix auquel devrait aboutir la consultation. A défaut d'avoir eu communication des offres, les contre-experts notent que dans l'idéal les critères du choix auraient dû apparaître clairement dans l'ESE afin de faire une approche de la valeur socio-économique du projet d'investissements et des risques associés.

2 EXAMEN DE L'ESE

L'examen du document fourni au titre de l'ESE montre que globalement il répond aux conditions formelles de l'exercice, mais que sur bien des aspects, il se limite à ces conditions formelles.

Notamment, la consistance des options de référence et de projet est insuffisamment expliquée. Leur choix ne semble pas cohérent au vu des calculs.

Ceci conduit à penser que les VAN proposées dans l'ESE sont à considérer comme des ordres de grandeurs très certainement « sous-évaluée » pour l'une (solution de référence). Ces considérations ne sont pas de nature à faciliter le travail de la contre-expertise à ce stade de développement du projet (cf. supra, section 1.4) ; il conduit dans bien des cas les Contre-Experts à discuter des éléments présentés dans l'ESE sur la base de leur interprétation au regard des autres documents transmis et de ce qu'il est ressorti des auditions (cf. annexes)

La suite de cette section explique pourquoi il nous semble que l'option de référence en particulier est mal comprise dans son principe et s'avère incomplète (section 2.1). Puis les effets marchands (section 2.2) puis non marchands (section 2.3) sont analysés. Les effets liés à l'enseignement et à la recherche qui constituent le cœur des missions de l'École font l'objet d'une section dédiée (section 2.4).

2.1 Description des options de référence et d'investissement

Dans cette section les Contre-Experts analysent successivement l'option de référence et l'option d'investissement en s'interrogeant sur la pertinence ainsi que la cohérence des hypothèses formulées dans le rapport ESE.

2.1.1 L'option de référence

Comme l'indique le Secrétariat général pour l'investissement (SGPI), la valeur d'un projet n'est pas mesurée dans l'absolu mais en comparaison avec une option de référence qui sert de contrefactuel : que se passerait-t-il raisonnablement si on ne faisait pas le projet ?

L'article 2-III du décret 2013 -1211 précise que « sans préjudice des autres obligations réglementaires, le dossier d'évaluation socio-économique relatif à tout projet d'investissement comporte notamment l'exposé détaillé du projet d'investissement, les variantes et alternative au projet d'investissement... »

Le guide de l'évaluation socio-économique des investissements publics publiés, sous l'égide des services du Premier Ministre et de la direction générale du Trésor consacre des développements importants à la définition de l'option de référence. Il est ainsi précisé que « l'option de référence doit correspondre à la situation la plus probable en l'absence de l'investissement étudié à l'horizon considéré. **L'option de référence n'est pas celle ou absolument rien n'est fait**, et où l'infrastructure se détériore. Il s'agit d'une option prenant en compte les investissements a minima qui serait réalisés pour le maintien des fonctionnalités des infrastructures existantes. Elle peut consister en la réalisation d'investissement de renouvellement et de modernisation et d'investissements peu coûteux sur les infrastructures existantes ou en des dépenses obligatoires, pour des raisons réglementaires ou de sécurité ».

Un exemple est donné sur la modernisation d'un bâtiment, d'une école, d'une université, d'un hôpital ou d'une prison. Dans la situation ou en l'absence d'investissement, l'établissement serait contraint d'offrir un service dégradé, voire de fermer, par exemple pour des questions

de sécurité, il est considéré comme normal, que l'option de référence intègre des coûts d'exploitation, de gros entretiens et de réparation (GER), beaucoup plus lourds que les dépenses d'entretien courantes habituels.

Afin de déterminer la situation la plus probable et de justifier son choix, il est nécessaire de passer en revue largement le champ des options de référence possibles, et de les décrire dans la présentation de l'évaluation.

Lorsque plusieurs options de référence apparaissent envisageables, il appartient au porteur de projet, de n'en choisir qu'une seule et d'expliquer le plus rigoureusement possible, la raison de son choix, quitte à évaluer les autres options possibles par différence avec l'option de référence choisie.

En effet, une grande attention doit être portée à la définition de l'option de référence, car celle-ci conditionne fortement les résultats de l'évaluation socioéconomiques des investissements. Doivent être précisées les évolutions du contexte du fait d'autres investissements déjà décidés ou probables, que le projet soumis à l'évaluation socioéconomique, les investissements de renouvellement, de mise aux normes ou de sécurité inéluctables, considérés comme réalisés à l'horizon de l'évaluation, ainsi même que les évolutions anticipées de la réglementation.

Dans le cas présent, l'option de référence est présentée et justifiée très succinctement..

Au chapitre IV du rapport en page 26 sous l'intitulé du coût d'investissement, les auteurs indiquent que l'option de référence retenue « est celle d'une poursuite des travaux d'entretien-maintenance du site, sans rénovation, ni modernisation des bâtiments ou des usages.

Ce choix pour l'option de référence et le contenu qui lui est donné est regrettable à deux titres.

En premier lieu, il contredit la définition de l'option de référence telle qu'elle résulte du guide de l'évaluation socio-économique des investissements publics, comme cela vient d'être exposé ci-dessus.

A l'horizon de réalisation et de vie du projet de transformation du campus, l'option de référence retenue maintient les bâtiments et leurs occupants dans une certaine irrégularité pour ne pas dire une irrégularité certaine au regard de plusieurs dispositions législatives ou réglementaires. Notamment, il s'agit du respect de l'obligation du décret tertiaire de réduction de la consommation d'énergie finale d'au moins 40 % en 2030, 50 % en 2040 et 60 % en 2050, par rapport à une consommation de référence (dans le cas présent celle de 2019). Certes, le décret tertiaire ne prévoit pas de sanctions financière ou pénales fortes pour les propriétaires qui ne respecteraient pas dans le temps, les obligations prévues. Toutefois, la sanction principale encourue ne manquerait pas d'aller à l'encontre des objectifs de l'École polytechnique, en termes d'exemplarité, car il est prévu, en cas de défaillance de faire figurer le contrevenant sur un site internet des services de l'État, suivant la pratique « *name and shame* ».

Au-delà du décret tertiaire, l'option de référence ne permet pas la mise en conformité des bâtiments concernés avec la réglementation relative aux personnes à mobilité réduite (PMR), à la sécurité et à la sûreté des chercheurs.

Enfin, concernant l'amiante, le rapport mentionne que le projet d'investissement prévoit le désamiantage complet des bâtiments comportant de l'amiante, sans que l'on puisse soutenir que l'option de référence pourrait dans la durée éluder tout ou partie de certains travaux¹.

Dans le dialogue entre les Contre-Experts et les auteurs du rapport, la question d'une option de référence respectant les réglementations existantes a été posée, et la réponse fut la suivante : « oui, l'option de référence ne comprend pas d'investissement immobilier, mais un

¹ Cf. également section 2.3.1.

rehaussement des dépenses de fonctionnement ». Ce qui n'est pas très clair au vu des calculs de la VAN.

Ce qui est évident en revanche, c'est que si l'option de référence comportait des travaux leur coût conduirait à un montant très peu différent de celui de l'option projet. L'écart de VAN entre les deux options en serait réduit.

En revanche, « ce rapprochement » entre les deux options ne ferait pas disparaître, comme l'évoque les auteurs du rapport dans leur réponse, le bénéfice de la qualité d'usage.

Le rapport d'évaluation socio-économique compare finalement une option de référence qui n'est pas vraiment crédible ou soutenable à un projet d'investissement dont le véritable contour reste à définir, situation que les contre-experts relèvent avec quelques regrets.

En effet, à ce stade concernant l'option de référence, les Contre-Experts se sont interrogés sur son véritable contour, est-ce :

- une option au terme de laquelle aucun travail n'est réalisé concernant les bâtiments *dans leur ensemble*. Les calculs (tableur Excel onglet indexation) indiquent qu'aucun investissement n'est programmé. Les calculs n'intéressent à priori que les travaux objets de l'ESE ?
- Une option qui se limiterait aux seuls bâtiments objets de l'étude et sur lesquels il ne serait fait aucun travail, mais des travaux seraient fait par ailleurs, notamment ceux concernant la partie « actions » du SDE, ce qui pourrait peut-être permettre de respecter le décret tertiaire (ce serait alors à vérifier et à préciser dans le rapport ESE) ?
- Une option dans laquelle on considère que le schéma directeur des énergies poursuit son cours indépendamment, sachant toutefois qu'il comporte un « socle » bâtementaire qui intéresse également les bâtiments concernés par les opérations objets de l'études ? En effet le SDE comporte des travaux baptisés « socle » consistant essentiellement en l'isolation des bâtiments anciens et la mise à niveau des équipements qu'ils comportent et quatre « actions » complémentaires.

Dans le dernier cas, il faudrait alors proratiser l'estimation du budget concernant le « socle bâtementaire » tel qu'il apparait dans le schéma directeur des énergies : 78 M€2019 (cf. p.45 du SDE), pour le réduire aux seuls bâtiments concernés par l'opération (le peigne et le bâtiment central). La solution de référence comporterait alors un minimum de travaux permettant une mise aux normes énergétiques et pouvant conduire au respect du décret tertiaire. Les contre-experts n'ont pas les éléments de calcul (surface des bâtiments restructurés rapportés à la surface totale des bâtiments anciens) pour pouvoir en faire une évaluation précise, mais vraisemblablement elle est de l'ordre de 30%, soit des travaux à hauteur d'environ 25M€.

Les calculs de VAN pour l'option de référence ne prennent en compte aucune économie d'énergie, dès lors les Contre-experts ont considéré qu'il s'agit bien de la première hypothèse évoquée ci-dessus.

Les trois approches ne seraient toutefois pas suffisantes sur le plan règlementaire notamment quant à l'accès aux PMR et la mise en sécurité des bâtiments.

Plusieurs options de références étaient envisageables, il appartenait au porteur de projet d'en faire l'inventaire et d'expliquer son choix ce qui aurait permis une analyse plus fine du projet en évitant de se limiter à un exercice formel.

REMARQUE 2

L'option de référence retenue maintient les bâtiments et leurs occupants dans une irrégularité certaine au regard de plusieurs dispositions législatives ou réglementaires.

Les contre-experts regrettent que d'autres options de référence n'aient pas été proposées à leur analyse.

Il serait utile de revoir l'option de référence en y introduisant en premier lieu des coûts d'investissement pour la mise aux normes en matière d'environnement, de sécurité, d'accueil des personnes à mobilité réduite, et des provisions pour travaux de désamiantage.

En second lieu, n'intégrer dans l'option de projet que les seuls impacts énergétiques des travaux qui sont dans le champ de l'ESE.

2.1.2 L'option d'investissement :

Le choix de l'option d'investissement n'est pas suffisamment expliqué. Certes des travaux sont programmés et pris en compte sur les bâtiments concernés par le projet, mais comme dans le cas précédent, qu'en est-il du reste du campus ? Doit-on notamment considérer que le schéma directeur des énergies est conduit par ailleurs de façon exogène à notre opération auquel cas nous ne serions pas dans une situation comparable à celle choisie pour l'option de référence, ou ne doit on prendre en compte que les impacts et les externalités liées aux seuls travaux de l'opération ?

Seul un examen détaillé des calculs de VAN peut nous éclairer sur ce point.

2.2 Les effets marchands :

Les effets marchands sont essentiellement liés aux coûts d'investissement (section 2.2.1), aux coûts de consommation des fluides (section 2.2.2), de fonctionnement et de GER (section 2.2.3).

2.2.1 les investissements :

Les hypothèses retenues par l'ESE sont en valeur euros 2020 toutes dépenses confondues, à savoir :

- Aucun investissement dans la solution de référence mais un renforcement du GER par rapport aux années antérieures
- Dans la solution de projet :
 - o La restructuration de l'ensemble central pour 130 M€
 - o La rénovation des laboratoires pour 60 M€ bien que le calcul semble avoir été basé sur un montant de 53,5 M€
 - o La construction du bâtiment de recherche pour 20 M€
 - o La densification des activités 7 M€

Soit un total de **210,5 M€** qui correspond à 174,8 M€ en valeur actuelle.

On notera que ces valeurs sont celles annoncées dans le SPSI à l'**exception de la rénovation des laboratoires** pour lesquels le montant était affiché à 60 M€.

Compte tenu du stade d'avancement des opérations lors de la réalisation de l'ESE (programme), donc en l'absence de projet, il est difficile de fiabiliser des estimations. Tout au

plus peut-on raisonner sur des ordres de grandeur par référence à des opérations similaires et toutes choses égales par ailleurs.

Pour la restructuration du bâtiment central, en particulier compte tenu des ambitions affichées par l'École concernant cet ouvrage, l'estimation est à l'évidence difficile en l'absence de références à des opérations similaires, s'agissant de surcroît d'une réhabilitation.

A ce stade, il est en temps normal difficile d'estimer les travaux à moins de 15 à 20% près, ce qui conduit à devoir faire preuve d'une grande prudence lors de la définition des budgets à mettre en place pour être en cohérence avec les ambitions du programme. Par ailleurs, les Contre-Experts ignorent si les concurrents ont eu la possibilité dans le cadre du concours, de proposer de nouvelles activités à accueillir au sein de l'espace central. Ce qui peut être de nature à devoir moduler le budget.

Ce premier volet de l'opération va de plus nécessiter la réalisation de 8 473 m² de structures provisoires pour permettre des relocalisations temporaires pendant les travaux.

Les contre-experts n'ont pas eu connaissance des esquisses remises au concours pour émettre un avis plus fiable sur ce budget, mais à priori 130 M€ TDC leur semble suffisamment dimensionné.

En revanche le budget concernant la réhabilitation du peigne : 1400€/m² peut sembler sous dimensionné compte tenu des enjeux annoncés.

Pour la réhabilitation du bâtiment peigne, à l'instar de ce qui a été fait pour la restructuration de l'espace central, il serait utile que le maître d'ouvrage se fasse assister par l'EPAURIF.

REMARQUE 3

Il est à noter que les calculs ne font pas apparaître l'impact de l'inflation liée à l'évolution de l'indice BT01 (voir onglet « indexation » du tableur Excel). Il est vrai qu'il a très peu évolué (environ 1,5% par an) ces derniers temps et que la précision des budgets n'est pas à l'échelle.

2.2.2 Les consommables (fluides) :

Les hypothèses retenues par l'ESE sont basées sur les ratios de consommation au m² constatés en 2021 affectés d'un taux d'inflation de 2% par an pour la solution de référence et la même chose jusqu'en 2028 pour la solution de projet, puis un abattement de 40% à partir de 2029 qui correspond à l'impact des travaux d'économies d'énergie. Ce taux de 40% correspond aux obligations résultant du décret tertiaire à l'horizon 2030. Cependant on remarquera que **ce taux de réduction prend nécessairement en compte des actions du SDE** autres que les seuls travaux objets des quatre opérations (cf. également section 2.1).

En effet par rapport au SDE, les travaux de l'opération objets de l'ESE ne peuvent interférer qu'avec les travaux du socle et ne concernent que 3 bâtiments (certes importants en surface, mais au mieux 30% comme vu précédemment, cf. section 2.1) sur l'ensemble des bâtiments anciens du site. Or la rénovation de l'ensemble du site autorisera au mieux 28% d'économie de consommation de fluide (SDE p.18). Les travaux du projet examinés participeraient tout au plus à 8-10%, soit une part sensiblement différente des 40% pris en compte dans les calculs. Le bénéfice tiré des économies d'énergie se trouveraient de ce fait ramené à 25% du montant annoncé. Le différentiel de VAN quant à lui serait ramené à 10M€ au lieu de 40 sur ce poste.

2.2.3 le fonctionnement et le GER (gros entretien et réparations) :

Au vu des calculs les hypothèses de fonctionnement sont identiques dans les deux options :

- Pour le fonctionnement l'étude est basée sur les ratios du SPSI 8€/m² en 2021 puis une augmentation de 10% par an pour atteindre 12€/m² en 2026 et prise en compte d'un taux d'inflation de 2%/an par la suite.
Dans les deux cas l'étude est basée sur une hypothèse de maintien des surfaces qui ne seront pourtant pas tout à fait identiques dans les deux cas, du fait de la suppression des bâtiments préfabriqués et de la construction du nouveau bâtiment de recherche (3-500 +5 000 m²).
- Pour le GER l'étude prend en compte le ratio 2021 du SPSI : 22€/m² affecté d'un taux d'inflation de 2%/an par la suite et de façon identique dans les deux options (contrairement à ce qui est annoncé).

Le traitement identique de ces deux postes de dépenses entre les deux options est une approximation car nous l'avons vu, les surfaces seront légèrement différentes. Cependant cette approximation reste acceptable dans la mesure où elle reste mineure. En effet, dans l'option d'investissement le fonctionnement s'en trouve sous-estimé. Le GER peut à contrario être considéré comme surestimé sur les premières années dès lors qu'il s'applique à des bâtiments rénovés. En revanche l'impact du GER est sous-estimé dans l'option de référence. Cette approximation peut donc être considérée comme prudentielle.

En termes de VAN

Comme nous avons pu le voir précédemment les résultats annoncés dans la comparaison entre l'option de projet et l'option de référence ne sont pas parfaitement cohérents, dès lors que les simulations prennent en compte pour l'option d'investissement des effets non directement liés aux travaux objets de l'étude, ce qui n'est pas le cas dans l'option de référence.

Sous cette réserve, donc légèrement sous-estimé concernant les fluides, l'écart en défaveur de l'option d'investissement est annoncé à 104 M€.

REMARQUE 4

Les calculs des effets sur la VAN-SE du projet passant par les consommables, le GER ne sont pas cohérents entre le choix de l'option de référence et celui de l'option de projet. Ce qui conduit vraisemblablement à une surestimation de la VAN-SE.

2.3 Les effets non marchands bâtimentaires :

Au sein des effets non marchands bâtimentaires (les effets plus directement liés à l'activité d'enseignement et de recherche sont analysés dans la section 2.4), on peut distinguer les effets liés à l'émission des GES, les effets liés à l'amiante.

Les effets liés à l'émission des GES

Les effets non marchands bâtimentaires se traduisent essentiellement par des émissions de gaz à effet de serre (GES), couramment appelées « empreinte carbone ».

Concernant l'option de référence, vu qu'il n'est pas envisagé de travaux autres qu'un renforcement des conditions d'entretien, les consommations énergétiques restent sur leurs

trajectoires, sauf si le SDE est quand même mise en place, mais les calculs ne le prennent pas en compte dans l'option de référence (cf. onglet « paramètres » du tableur Excel).

Les émissions de GES de cette option sont basées sur le total des émissions résultant du calcul fait dans le SDE : 8127 T/CO2/an.

La valorisation quant à elle est faite sur la base des recommandations de France Stratégie.

Concernant l'option de projet, au vu de l'onglet indexations du tableur Excel, nous pouvons déduire que :

- La construction va générer 5880 TCO2 en 2025.
- Les émissions de CO2 dues aux travaux de réhabilitation n'ont pas été quantifiées et valorisées.
- Les valeurs retenues pour les émissions de GES en fonctionnement sont identiques à celles de l'option de référence (8127 TCO2/an) jusqu'en 2026, puis elles sont diminuées de 62% par la suite (objectif affiché par l'École).

Cela suppose la réalisation de l'ensemble des actions du SDE, au sein desquelles les travaux prévus sur les quatre opérations objet de l'étude ne participent que partiellement (à titre de travaux embarqués) et à hauteur d'environ 8% (voir SDE p.18 travaux du socle 25% d'économie sur les émissions de GES).

REMARQUE 5

Les calculs de VAN ne font pas apparaître les émissions de GES liées aux travaux de restructuration des bâtiments, seules les constructions neuves ont été comptées.

Amiante

Selon l'ESE p.31, le dossier technique amiante fait état de présence d'amiante dans de nombreux bâtiments du campus. Au cours des entretiens avec les représentants de la DPI (cf. annexe), il nous a été signalé qu'il subsistait de l'amiante sous forme captif dans les joints, les colles et les dalles vinyle.

Le rapport ESE cite p.6 l'avis de 2008 de la Haute Autorité de Santé soulignant qu'il n'est pas possible, en l'état des connaissances, de mesurer le risque pour la santé associé à l'exposition environnementale à l'amiante. En effet, la réglementation n'impose pas le retrait systématique de l'amiante, s'il est encapsulé ou captif. Lorsque l'amiante était présent sous forme flochage, calorifugeage ou de matériaux et produits contenant de l'amiante (MPCA) dégradé, le retrait ou l'encapsulage devait être réalisé avant le 1^{er} janvier 2005. En fait dès lors que la réglementation est respectée, on peut estimer que le risque est sous contrôle.

En revanche des contrôles périodiques de l'état de l'encapsulage doivent être réalisés et des dispositions (coûteuses) doivent être adoptées dès lors que des travaux vont devoir concerner ces matériaux. Le coût éventuels de ces travaux n'a pas été pris en considération par une augmentation possible de GER dans l'option de référence.

REMARQUE 6

L'impact financier des dispositions concernant le suivi et les travaux sur les produits amiantés auraient pu être valorisés dans le GER.

En termes de VAN

Comme nous avons pu le voir précédemment pour les effets marchants, les résultats annoncés dans la comparaison ne sont pas cohérents, dès lors que les simulations prennent en compte pour l'option d'investissement des effets non directement liés aux travaux objets de l'étude. A dire d'Expert, l'écart en faveur de l'option d'investissement annoncé à 77 M€ devrait rester malgré tout positif.

2.4. Les effets sur l'enseignement et la recherche

Pour un établissement d'enseignement supérieur, les effets des réussites étudiantes liés à un projet d'investissements sont par définition particulièrement importants. L'état de l'art, insiste sur l'importance d'introduire les bénéfices de la diplomation dans le calcul de la VAN-SE (Quinet, 2019), mais il insiste également sur l'idée qu'il ne s'agit que d'une des dimensions des réussites étudiantes et que d'autres aspects liés aux usages des bâtiments sont à prendre en compte sans nécessairement intégrer une estimation monétaire de leurs effets sur la VAN-SE² (Quinet et al. 2024). Les effets présentés dans l'ESE du projet d'investissement sont de deux ordres : des effets pour lesquels il est fourni une valorisation en termes de VAN et des effets dont l'ESE considère qu'ils ne sont pas chiffrables ou ne propose pas de chiffrage. Nous commençons par analyser ces effets non monétisables (section 2.4.1) avant de revenir sur les effets monétisables valorisés dans la VAN-SE, ceux (absents de l'ESE) relevant de la diplomation (section 2.4.2) et les autres (section 2.4.3). Enfin quelques éléments plus généraux sur les valeurs d'usage de bâtiments par les personnels et les apprenants sont précisés (section 2.4.4).

2.4.1. Les effets non monétisables de l'ESR

Un certain nombre d'effets non monétisables sont pointés dans le rapport ESE (p. 8) et dans la synthèse de l'ESE. Tels qu'ils sont décrits, ces effets ne sont pas très clairs et on a du mal à voir s'il s'agit d'effets qui peuvent être mis en lien avec les divers stratégies et plans en cohérence avec lesquels doit s'élaborer le projet, ou s'il s'agit *in fine* d'effet inclus dans la VAN (c'est-à-dire monétisés) mais qui seraient susceptibles d'être plus étendus. Nous en proposons la contre-expertise dans ce qui suit.

Tout d'abord l'ESE mentionne un effet sur les conditions de travail des étudiants et des enseignants ayant accès à des espaces neufs et plus modulables sur les « réussites étudiantes ». Sur ce point on peut s'étonner que la diplomation qui, compte tenu de l'état de l'art, constitue l'une des rares valeurs potentiellement monétisables des réussites étudiantes, ne soit pas incluse dans le calcul de la VAN-SE (cf. infra, section 2.4.2 pour une analyse plus détaillée de ce point). Mais on est un peu plus étonné de ne pas trouver dans l'ESE une liste un peu plus précise des réussites étudiantes dont il est question et un état des lieux de la performance de l'école en la matière ainsi que quelques éléments sur ses objectifs pour les prochaines années. En effet, pour identifier « les réussites étudiantes » le rapport Quinet et al.

² Notamment l'accès aux soins, restauration, bibliothèques, administrations publiques et services divers mais également aux zones économiques permettant de trouver des petits boulots.

(2024) recommande de bien préciser les publics étudiants visés. Or ici on ne sait pas quels sont les publics étudiants visés par l'amélioration des qualités d'usage³.

Pour donner un exemple, la mise aux normes des bâtiments est susceptible d'améliorer l'accès et la traversée du campus pour des étudiants en situation de mobilité réduite. Où en est l'école en termes d'inscription d'élèves à mobilité réduite dans ses différentes formations ? A-t-elle des ambitions en la matière qui permettraient de valoriser le projet d'investissement ? Est-ce que cette accessibilité est susceptible de bénéficier aux étudiants en situation de mobilité réduite inscrits sur d'autres écoles membres de l'IPP et/ou du plateau de Saclay ? Ceci constitue bien une amélioration de la valeur d'usage qu'il est difficile de monétiser. En ne présentant pas ce point, l'ESE laisse à penser que les performances de l'École ne sont pas bonnes et que le projet n'accompagnera pas une réflexion de l'École dans ce sens.

Au-delà du « pur » gain de temps, la facilité de la traversée du bâtiment central (axe Est-Ouest) devrait permettre aux étudiants inscrits en bachelor et aux élèves ingénieurs logés à proximité du bâtiment central de lutter contre leur isolement⁴ et de favoriser l'accès à différents services présents à termes dans la partie Ouest du campus. Ceci constitue bien une amélioration de la valeur d'usage du bâtiment pour les étudiants qu'il est difficile de monétiser. Néanmoins, les contre-experts notent que la valeur socio-économique du projet dépendra des choix qui seront faits quant à l'aménagement du hall central ainsi que l'intégration ou la réintégration⁵ de services dont l'usage est utile/fréquent pour les nouveaux publics étudiants de l'X.

L'ESE indique également que « l'effet de la mise en cohérence d'un campus et l'amélioration des circulations et de la compréhension » constitue un effet non monétisable sur la valeur socio-économique. Or il apparaît que les gains de temps font déjà l'objet d'une valorisation monétisable (cf. *infra* section 2.4.3). Dès lors, on peut se demander de quoi il est question ici. Par ailleurs, les diverses auditions (cf. annexes) nous ont amené à penser qu'un des objectifs de réaménagement du grand hall du bâtiment central était de construire un espace qui faciliterait les « échanges informels » entre les différents types d'apprenants mais également des échanges entre les divers types d'apprenants et le personnel de recherche des laboratoires de l'École. Cette vision stratégique proposée par la direction enseignement et recherche nous paraît très intéressante en ce qu'elle contribue à la fois à limiter l'isolement des étudiants et favoriser leur « connaissances métier » en s'appuyant sur les particularités de l'École. Néanmoins, les experts notent qu'une telle vision va à l'encontre d'une vision de pure rationalisation des déplacements (passant uniquement par un gain de temps) qui préside à l'évaluation de la VAN-SE. En l'état, l'ESE du projet ne permet pas de comprendre l'articulation de ces deux aspects.

³ On notera que l'amélioration de l'usage des bâtiments au-delà des seuls étudiants de l'école et de ses partenaires de l'IPP sont susceptibles de bénéficier aux personnels de l'école et de ses partenaires de l'IPP (cf. *infra*, section 2.4.4)

⁴ Il apparaît de nos divers auditions (cf. annexes) que les élèves inscrits en bachelor sont très largement étrangers ou non originaires d'Ile-de-France quand ils sont français, ce qui peut contribuer à leur isolement.

⁵ L'ESE présente un schéma fonctionnel qui indique l'existence d'une cafétéria, d'une BU, ainsi que des services liés à l'histoire et les coutumes de l'X (le musée X et le micro-salon de coiffure).

REMARQUE 7

Dans le projet il existe une tension entre deux dimensions dont les effets en termes de valeurs socioéconomique recherchés par le porteur de projet ne sont pas clairement présentés : le gain de temps dans la circulation au sein de l'école d'une part, l'intensification de l'usage des bâtiments comme lieu d'échange entre différents publics d'autre part.

L'ESE indique que « les actions bâtementaires pourront servir de démonstrateur et servir directement le travail de recherche réalisé par les laboratoires du campus ». Cet aspect de l'ESE est insuffisamment documenté pour être pris en compte. En l'état, il n'est pas possible de savoir à quoi il fait référence, que la valeur en question évoquée ici soit monétisable ou non⁶.

2.4.2 Une absence d'effets de diplomation étudiante qui pose question

Le calcul de la VAN-SE n'inclut pas de bénéfice à la diplomation, alors que le rapport transmis indique qu'un des objectifs de la rénovation du campus est de moderniser la fonction d'enseignement pour renforcer « les réussites étudiantes ». Cette remarque va plutôt dans le sens d'une sous-estimation des effets de la VAN-SE dans l'ESE présentée. Nous pensons néanmoins que ces aspects auraient pu être clarifiés par une construction un peu moins formelle du scénario de référence et de ses options concernant l'analyse de la demande⁷ ce qui aurait également permis une analyse plus fine des risques. En effet, ne pas introduire de bénéfice de la diplomation dans sa VAN-SE indique qu'il n'y a pas de différence concernant la demande entre le scénario de référence et l'option d'investissement sur cet aspect et que par ailleurs il n'existe aucun *risque* qu'un écart se creuse. Les contre-experts pensent que ce dernier point est sujet à caution.

Au sens de l'ESE (Quinet, 2019, p.50-51) le projet de rénovation du bâtiment central semble relever d'un projet de type 2 (« rénovation, avec changement pédagogique, sans extension ») pour lesquels il est indiqué « dans la mesure où ils s'accompagnent de changements pédagogiques, ils peuvent aussi influencer sur les origines des étudiants, et devraient normalement augmenter la demande pour l'établissement ».

Or dans le rapport, l'analyse de la demande reste très succincte. Le tableau 1 permet de distinguer les différents types d'apprenants⁸ et d'identifier la part d'internationaux. Les tableaux de calculs⁹ permettent d'identifier la progression entre 2020 et 2022 de la demande selon les différents types d'apprenants (cycle d'ingénieurs polytechniciens, Master, MSt, bachelors, doctorants). Le nombre d'élèves du cycle ingénieur polytechnicien n'a pas progressé, le nombre de doctorants a progressé annuellement d'environ 2%, celui des MSt de 9%, celui des masters d'environ 13% et celui des bachelors d'environ 22%. Ces taux de progression ne sont pas négligeables et les objectifs de progression des étudiants pour les années à venir auraient pu être présentés dans l'option de référence et faire *a minima* l'objet d'une discussion.

⁶ Est-ce en lien avec des objectifs de brevets déposés par les laboratoires de l'X dans la construction ? Un protocole particulier avec le maître d'œuvre ?

⁷ Quinet (2019), p. 48 et s.

⁸ Ce tableau est repris dans le présent rapport *supra*.

⁹ Ligne 198 à 204 de la feuille « Paramètres ».

Une analyse plus fine de la demande (s'appuyant par exemple sur les objectifs de la politique de l'école en matière d'enseignement) aurait permis d'y voir un peu plus clair sur le projet. En effet les bénéfices de la réussite étudiante passant par la diplomation reposent sur l'hypothèse que les diplômés effectueront l'ensemble de leur carrière sur le territoire français (c'est-à-dire auront des salaires « français » et paieront leurs impôts et leurs cotisations sociales en France). Or dans l'ESE on ne sait pas si l'absence de report de valeur pour la diplomation dans la VAN-SE est liée au fait qu'il n'y a pas de différence entre le scénario de référence et l'option d'investissement et/ou si ces bénéfices concernent pour partie des acteurs hors champ d'analyse (le « reste du monde » au sens de la comptabilité nationale). De ce point de vue, on notera que le tableau de bénéfice par acteurs n'inclut pas le « reste du monde ».

De manière générale le projet d'investissement doit permettre à l'école polytechnique de « remettre son campus aux standards internationaux, lui permettant de se comparer aux meilleures universités mondiales sur le plan académique, mais aussi sur la qualité bâimentaire et la qualité de vie qui favorise l'attractivité du campus ». De ce point de vue et de manière assez paradoxale, on notera qu'un « échec » de la stratégie d'internationalisation des débouchés est porteur de valeur : les diplômés qui feront leur carrière en France créeront de la valeur et paieront des impôts en France, ce qu'il convient d'intégrer dans la VAN-SE au travers des bénéfices de la diplomation. Par ailleurs, si « l'échec » de l'internationalisation des débouchés est corollaire d'une « réussite » de l'internationalisation des recrutements la valeur de la diplomation sera encore plus élevée : des diplômés dont le coût de formation aura été assuré par d'autres pays feront leur carrière et paieront des impôts en France bénéficiant ainsi à l'ensemble de la communauté nationale¹⁰. Les deux effets précédents (présentés de manière assez caricaturale ici) peuvent être qualifiés « d'effets de captation/fuite des cerveaux ». Ils auraient mérité d'être présentés et discutés en lien avec le projet, au moins dans la partie risque. On notera que pour pouvoir évaluer au mieux ces effets, il est nécessaire de faire l'état des lieux sur les débouchés des différentes filières et/ou les objectifs que se fixent l'École ; ils auraient dû être présentés dans l'ESE, notamment lors du choix du scénario de référence. Plusieurs remarques en découlent.

Tout d'abord, l'impact du scénario de référence devrait être discuté en termes d'attractivité. Est-ce que l'absence de modernisation des espaces d'enseignement est susceptible de nuire à l'attractivité internationale compte tenu des standards en vigueur dans les universités internationales « concurrentes » ? Ceci est-il susceptible de modifier la demande en termes de composition en différenciant selon les objectifs de l'école pour les cycles de formation doctoral, masters et bachelors ? Est-ce que cela est susceptible de réduire l'effet positif sur la VAN-SE de l'accueil d'étudiants étrangers (effet de « captation des cerveaux » réduit) ?

De plus, sur la question des débouchés, est-ce qu'une internationalisation réussie peut contribuer à favoriser la « fuite des cerveaux » et donc à réduire la VAN-SE dans l'option d'investissement ? Est-ce que ces effets négatifs sont compensés par d'autres effets positifs liés à l'internationalisation des carrières des diplômés de l'école par exemple des effets en termes d'échange internationaux sur la recherche comme le laisse deviner le rapport de l'ESE présenté ?

Par ailleurs, sur la question des débouchés, les bachelors ont-ils vocation à intégrer des formations de master sur le campus de l'école, de l'IPP, ailleurs en France et/ou dans le monde ? Les formations de niveau master ont-ils vocation à intégrer des formations doctorales dans des laboratoires de l'École, du campus IPP, ailleurs en France et/ou dans le monde ?

¹⁰ En termes de VAN-SE de la diplomation, cela revient à « produire » avec le dernier diplôme obtenu l'ensemble des diplômes obtenus avant à l'étranger.

L'absence de présentation claire dans le rapport ESE laisse à penser qu'un des enjeux est de capter des bons étudiants pour qu'ils restent en France et participent au développement d'une recherche d'excellence. Si c'est effectivement la stratégie sous-jacente au projet, le lien avec les effets du projet sur la recherche dans l'école aurait dû être présenté plus clairement et les effets positifs sur la VAN-SE en termes de diplomation précisés. De ce point de vue la présence d'objectifs chiffrés (même indicatif) aurait permis de mieux évaluer le projet et d'avoir des éléments complémentaires pour en apprécier le déploiement.

REMARQUE 8

La raison pour laquelle les effets de la diplomation n'ont pas été intégrés au calcul de la VAN-SE n'est pas clairement exposée dans le rapport d'ESE. Ceci suggère que sur ces aspects, la VAN-SE est certainement sous-évaluée.

2.4.3 Les autres effets monétisables

Dans le rapport ESE (p.32), la hausse des surfaces de recherche du projet est directement traduite en hausse des publications et brevets par chercheurs dont la valeur est intégrée dans la VAN-SE. Nous analysons le paramétrage choisi et le mode de calcul dans ce qui suit.

Les publications

Pour valoriser les publications académiques dans la VAN-SE, le rapport Quinet (2019) recommande de distinguer entre une augmentation de la recherche en quantité et en qualité. Pour mesurer les effets d'une augmentation *quantitative* des publications, il est recommandé d'utiliser deux paramètres : le salaire annuel brut moyen et le temps moyen consacré par un chercheur à la publication. Pour mesurer les effets d'une augmentation *qualitative* des publications, il est recommandé d'ajuster la valeur socioéconomique d'une publication en appliquant un coefficient multiplicateur de citation qui est obtenu en divisant le nombre moyen de citations d'un article (les *outputs*) par le nombre moyen de références utilisées par l'article (les *inputs*).

Dans l'absolu, il est possible de considérer comme chercheurs : les enseignants-chercheurs, les doctorants d'un laboratoire, mais également dans certains cas les ingénieurs de recherche (à l'exception des personnels de soutien à la recherche). Certains chercheurs peuvent effectuer des tâches de management d'équipe qui sont en général exclues de ce que l'on considère comme leur temps de travail consacré « purement » à la recherche¹¹ ; les enseignants-chercheurs ont également des charges de cours qui ne sont pas comptées dans leur temps de recherche (en France il est d'usage de considérer qu'un enseignant chercheur consacre 50% de son temps de travail à l'enseignement et 50% de son travail à la recherche). C'est pourquoi, pour ces catégories de personnel, il est d'usage d'appliquer un coefficient de correction pour mesurer leur temps de travail de recherche.

Dans le rapport ESE, les valeurs utilisées pour le calcul de la VAN-SE interrogent.

Tout d'abord le taux de correction horaire pour aboutir à un temps de travail « purement recherche » retenu dans l'ESE est de 80% et il est appliqué à 757,5 chercheurs ETP¹². On notera que dans le cas d'un établissement dont une partie du personnel est constitué d'enseignants-chercheurs, on s'attend à ce qu'un nombre de chercheurs en ETP soit épuré de sa dimension

¹¹ Cf. Manuel de Frascati (OCDE, 2023).

¹² Onglet Paramètre, cellule D355.

« enseignement ». Les 20% de décote appliqués correspondant sont cohérent avec l'idée que les chercheurs et enseignants-chercheurs de l'École effectuent des tâches de gestion et de management que l'on peut estimer à 20% de leur temps de travail « dédié » à la recherche (versus « purement » recherche). Or ce nombre ne correspond pas au nombre de chercheurs ETP estimé à 289 pour 2022 à un autre endroit du fichier de calcul de l'ESE¹³. Dans le rapport, il n'est pas possible de déterminer facilement si cela vient d'une erreur de calcul ou d'un choix méthodologique qui ne serait pas explicité. Pour le moins cela nécessiterait une mise en cohérence des ETP recherche dans la partie paramétrage et dans la partie simulation de l'ESE, car ce flottement n'est pas sans incidence sur le calcul de la VAN-SE.

En effet le nombre de publication en 2002 est de 2 640 articles. Pour son paramétrage l'ESE rapporte ces publications à 757,5 ETP chercheurs et obtient 3,49 publications par chercheur par an. Or si l'on rapporte ce nombre de publications au nombre d'ETP utilisé pour la simulation, il apparaît (mécaniquement) beaucoup plus élevé et se fixe à 8,9 publications par an par ETP chercheur. Dans la mesure où ces publications sont valorisées au salaire annuel des chercheurs ce gonflement des ETP tend à surestimer la valeur des publications de l'école en euros.

Ce calcul qui semble conduire mécaniquement à une surestimation de la VAN-SE du projet en euros en sous-estimant les « capacités productives » des chercheurs de l'École apparaît d'autant plus paradoxal, que les hypothèses choisies pour rendre compte de la qualité des publications académiques nous semblent sous-valoriser les objectifs de l'École. En effet l'hypothèse de paramétrage retenue est qu'en moyenne un article publié par les chercheurs de l'École polytechnique cite 1,2 fois plus d'articles qu'il n'est lui-même cité par d'autres articles ce qui conduit à un taux de correction de la valeur lié à la « qualité » des articles inférieur à 1¹⁴. Ce choix est surprenant dans la mesure où un article issu d'une recherche à fort impact dans son champ devrait avoir un coefficient supérieur à 1. Ce choix a évidemment un impact négatif sur la VAN-SE liée aux publications. Dans la mesure où il ne s'appuie pas sur des statistiques bibliométriques et/ou des objectifs bibliométriques chiffrés de l'école¹⁵, l'hypothèse de paramétrage devrait être réévaluée de manière cohérente avec les choix fait sur le calcul des ETP.

Le salaire annuel moyen brut d'un chercheur utilisé pour le calcul correspond à celui d'un enseignant-chercheur de l'école en 2022. Cette hypothèse conservatrice qui n'est pas choquante en soi, mériterait cependant d'être explicitée compte de tenu de la stratégie de positionnement de l'école au niveau de la recherche internationale.

Le niveau de salaire marginal (c'est-à-dire des nouveaux chercheurs recrutés dans ce campus rénové) ne risque-t-il pas d'être plus élevé que celui retenu pour les hypothèses de calcul ? L'hypothèse conservatrice n'est peut-être pas si mauvaise que cela dans la mesure où le recrutement de spécialistes de leur domaine de recherche au niveau mondial sera contrebalancé par le recrutement de chercheurs moins renommés et/ou plus jeunes et donc avec des niveaux de salaire inférieurs au montant retenu pour les hypothèses.

Peut-être également que la qualité des locaux et l'environnement de recherche proposé (IPP, Saclay, etc.) feront partie d'avantages non-matérielles pour les chercheurs spécialistes internationaux de leur domaine et que cela permettra de contenir les dépenses salariales. Dans ce cas il aurait été peut être plus opportun de se départir des recommandations du rapport Quinet (2019) sur la base de données sur les salaires et de prendre comme références

¹³ Onglet Paramètre, cellule F310.

¹⁴ Le taux de correction appliqué est de 0,23.

¹⁵ Des indicateurs bibliométriques cibles pour 2026 figurent par exemple p.20 du COP IPP (cf. section 1.2.3). Il appartient au porteur de projet de proposer un coefficient correcteur de la qualité des publications cohérent avec sa stratégie et en lien avec les objectifs qu'il s'est fixé, sans nécessairement s'en tenir aux recommandations et a fortiori aux exemples illustratifs de Quinet (2019).

des salaires « internationaux » en considérant que le différentiel est une forme de « consentement à moins de rémunération » de la part des chercheurs internationaux lié à l'environnement de recherche de l'école.

REMARQUE 9

Le mode de valorisation des publications dans la VAN-SE n'est pas cohérent. Le périmètre des d'ETP chercheurs et les salaires de référence utilisés ne sont pas clairement définis et différent entre le paramétrage et le calcul de la VAN-SE.

De manière plus générale, le mode de valorisation choisi dans le rapport ESE n'est pas cohérent avec la stratégie de recherche à l'international affichée par l'école.

Les brevets

Si l'on suit les recommandations de Quinet (2019)¹⁶, les nouveaux brevets générés par un projet doivent être différenciés selon qu'il s'agit de brevets individuels négociables ou de brevets utilisés efficacement dans des applications industrielles, dont la valeur est dès lors réputée 1,5 fois plus élevée. Le rapport ESE transcrit directement les surfaces supplémentaires dégagées par le projet en emploi de nouveau chercheurs. Ces nouveaux chercheurs sont supposés avoir la même productivité en termes de brevets que les chercheurs actuellement employés.

L'hypothèse retenue pour le paramétrage semble s'appuyer sur la déclaration¹⁷ suivante : « Chaque année, l'École polytechnique dépose entre 10 et 20 demandes de brevets prioritaires, après analyse d'opportunités par le SR2PI. L'École polytechnique possède actuellement plus de 130 familles de brevets, en pleine propriété ou en copropriété avec des établissements académiques ou des entreprises ». En effet, le paramétrage retient 15 brevets déposés par an en moyenne. Sous réserve que les brevets déposés soient bien produits dans des bâtiments relevant des opérations dont il est question ici (nouveau bâtiment de recherche et le peigne)¹⁸, l'hypothèse nous semble acceptable. Néanmoins les Contre-Experts regrettent que cette hypothèse de paramétrage ne soit pas mieux documentée.

REMARQUE 10

Les lieux de production de la recherche débouchant sur le dépôt de 15 brevets annuels qui sont retenus dans le paramétrage du calcul de la VAN-SE sont insuffisamment documentés.

Pour valoriser les nouveaux brevets, le rapport ESE retient les valeurs tutélaires des brevets individuels négociables dont la valeur est inférieure de plus de 34% à la valeur tutélaire des brevets utilisés efficacement dans des applications industrielles. Ce choix est assez surprenant car le rapport présente des arguments convaincants pour utiliser plutôt cette dernière valeur : « [...] du fait des thématiques de recherche de l'école (énergies, matériaux) sa proximité géographique avec des acteurs technologiques et industriels (Thalès, CEA, le Centre d'entrepreneuriat et d'innovation...), il est probable que les brevets déposés par l'École

¹⁶ Quinet (2019) transcrit en cela la méthode Jaspers (Swerdlow et al., 2016 ; Florio et al., 2016).

¹⁷ Le lien donnant la source de cette déclaration est donné dans la cellule G312 de la feuille Paramètre du fichier de calcul.

¹⁸ La mention de copropriété n'est pas très claire sur le fait que les brevets dont il est question ici seraient le fruit de financeurs externes mais produits dans les locaux de l'école, ou si la recherche conduisant à ces brevets est produite dans des laboratoires partagés avec d'autres chercheurs (notamment de l'IPP).

polytechnique soient susceptibles d'être utilisés en milieu industriel. De plus, l'école soutient activement le transfert de technologie, notamment via le réseau CURIE » (rapport ESE, p.32). De ce point de vue, il était certainement préférable de prendre la valeur tutélaire de brevets utilisés efficacement dans des applications industrielles et d'utiliser la valeur des brevets individuels négociables pour proposer un chiffrage complémentaire dans la partie analyse de risque de l'ESE. De ce point de vue, avec toutes les limites que connaît par définition un tel exercice (cf. Quinet 2019), il nous semble que l'on peut considérer que la VAN+VR de l'option d'investissement serait plutôt de l'ordre de 1,5 M€ que de 1 M€ comme proposé par le rapport

REMARQUE 11

Le choix de la valeur tutélaire des brevets est discutable et conduit à une sous-valorisation des brevets dans l'ESE.

Résultat des VAN

Le résultat des VAN sur les publications apparaît comme peu fiable. Le nombre d'ETP réellement mobilisé pour produire semble surestimé dans le paramétrage (avec un effet de gonflement de la VAN), tandis que le choix d'un coefficient de correction de la qualité des articles inférieur à 1 (avec un effet négatif sur la VAN-SE du projet) apparaît douteux.

Le choix d'une hypothèse de valorisation des brevets dont la cohérence avec les choix stratégiques de l'École pose question conduit très certainement à sous-valoriser l'effet des brevets dans la VAN-SE.

2.4.4 Remarques complémentaires sur la qualité d'usage et son champ

Une partie non négligeable de la VAN est due aux gains de temps liés à une mobilité facilitée sur le campus. Ces gains de temps en termes de mobilité doivent notamment favoriser des échanges entre étudiants et personnels dans un bâtiment central rénové et plus accueillant (cf. section 2.3.1).

L'estimation des gains de temps unitaires utilisés pour le paramétrage du calcul est issue de mesures effectuées sur la base de GoogleMaps (avec l'option de projet : 5 minutes de gain pour l'accès à la gare et 4 minutes de gain pour les trajets de traversée du campus de l'École). La contre-expertise n'a pas cherché à vérifier ces mesures qui lui semblent crédibles.

Pour appliquer ces gains de temps aux usagers du campus, le rapport ESE s'appuie sur l'enquête de Mobilité réalisée en 2020 par KISIO en partenariat avec KEOLIS. Nous n'avons pas eu accès à un document précisant les modalités de collecte des données de cette enquête (champ, taux de non-réponse, analyse des biais potentiels, etc.), mais seulement à un rappel des résultats généraux qui servent aux calculs : 44% des personnels utilisent les transports en commun pour leur trajet domicile-travail ; ce taux est appliqué aux personnels de l'École. Le calcul du gain pour les apprenants non logés sur le campus (c'est-à-dire hors polytechniciens et bachelors) se base sur l'hypothèse de 2 trajets par jour, les 5 jours de présence des 36 semaines de cours.

On notera que ce mode de valorisation est très certainement une fourchette basse : il conduit à supposer que les élèves logés sur place ne se déplacent pas en transport en commun (par exemple le weekend) et que les visiteurs du campus non plus.

De manière, plus générale cette remarque s'applique également aux déplacements à l'intérieur du campus de l'École :

-l'amélioration de la mobilité de l'axe Est-Ouest du campus par la traversée de l'École est susceptible de bénéficier aux étudiants des autres écoles du Plateau de Saclay qui utiliseraient les équipements mutualisés présents sur le campus de l'École polytechnique (restauration, équipement sportifs partagés avec Telecom et l'ENSAE).

-De même la valorisation du parc Le Green (compris dans le périmètre du projet analysé ici) se limite aux apprenants et aux personnels de l'École polytechnique alors que l'on peut supposer que son usage bénéficiera à l'ensemble des usagers du Plateau, c'est-à-dire à d'autres résidents et d'autres non-résidents.

L'absence de prise en compte de ces éléments conduit à sous-valoriser le calcul de la VAN-SE. Les contre-experts regrettent que des éléments n'aient pas été apportés pour documenter ce point qui transcrit dans l'ESE la volonté de l'École polytechnique d'intégrer son campus à celui de l'IPP et plus généralement au Plateau de Saclay et ses autres usagers.

REMARQUE 12

L'intégration des gains de temps sur le calcul de la VAN-SE est proposée sur la base d'un périmètre très restreint qui se limite aux étudiants et aux personnels de l'École polytechnique. Or la traversée de l'école selon un axe Est-Ouest est sensée pouvoir bénéficier à l'ensemble des usagers du plateau de Saclay.

Ceci conduit à une sous-estimation de la VAN-SE.

Sur la valorisation monétaire des usages du parc Le Green, les Contre-Experts auraient apprécié une annexe expliquant en quoi les deux méthodes de valorisation citées étaient applicables dans le cas du plateau de Saclay¹⁹. Ils reconnaissent cependant la difficulté de documenter et d'argumenter ce point en l'absence de valeur tutélaire. Ils notent également que lorsque plusieurs estimations étaient utilisables²⁰, le rapport ESE retient une valeur qui ne conduit pas à « gonfler » la VAN-SE du projet.

Pour estimer les gains d'usages du bâtiment en termes monétaires, le rapport ESE s'appuie sur la méthodologie recommandée par Quinet et al. (2024)²¹. Le périmètre d'application retenu est le personnel de soutien à l'enseignement et à la recherche (697,6 ETP) dont la production est estimée au niveau de rémunération chargée. Le gain de productivité est estimé à 5% soit un gain très peu ambitieux : on notera par exemple qu'un meilleur éclairage peut se traduire par un gain de productivité allant de 5 à 47% et que la réduction de l'absentéisme peut atteindre 25-30% de gain de productivité.

¹⁹ Par exemple l'étude de Andrews et al. (2017) porte sur les parcs de la ville de Norwich ; l'un de leurs résultats intéressant est de montrer qu'un parc peut conduire à attirer des « comportements anti-sociaux » qui nuisent à la valeur socio-économique de l'investissement pour les ménages situés les plus à proximité ; ces aspects auraient pu être mieux présentés et la pertinence de ce risque discuté dans le cas du projet analysé ici. Par ailleurs, en quoi le panel d'étude utilisé par Diluiso et al. (2021) et la modélisation retenue par ces mêmes auteurs (introduction de variable de contrôle, etc.) permettent de mesurer un consentement à payer qui s'appliquerai au plateau de Saclay ? Des éléments permettant de mieux comprendre les choix de valorisation dans la VAN-SE auraient été appréciés.

²⁰ Par exemple l'article de Diluiso et al. (2021) propose 7 estimations qui diffèrent sensiblement quant à l'ampleur des coefficients repris pour l'ESE et l'on aurait aimé comprendre pourquoi les coefficients issus du premier modèle avaient été choisis et pourquoi les autres estimateurs n'avaient pas été utilisés pour des tests de sensibilité et/ou pour l'analyse des risques de projet.

²¹ Notamment l'encadré p.52-53.

Néanmoins il convient de noter que les travaux risquent d'être générateur de bruit ce qui peut se traduire par une baisse de productivité de 8% si l'on suit les recommandations de Quinet et al. (2024). De ce point de vue, il aurait été préférable de retenir un gain de productivité un peu plus élevé après la livraison des travaux, mais d'inclure les pertes de productivité du personnel lors de la période de travaux. De même, la sensibilité à des retards de livraison de cette partie de la VAN-SE aurait pu être documenté dans la partie analyse des risques.

REMARQUE 13

Pour le calcul de la VAN-SE, l'hypothèse de l'effet de la valeur d'usage des bâtiments sur la productivité des personnels de soutien à l'enseignement, à la recherche et à l'innovation est très modeste par rapport aux recommandations du rapport Quinet et al. (2024).

Cependant les effets négatifs sur la productivité durant la période de travaux (bruits, etc.) ne sont pas intégrés au calcul de la VAN-SE.

Si l'on rapproche cette remarque des précédentes, notamment les remarques 4, 5, 6, 8 et 11, il serait sans doute intéressant de recalculer la VAN en tenant compte des corrections à apporter à la fois dans le sens d'une valorisation d'éléments non pris en compte comme dans le sens de dépenses non intégrées dans l'ESE alors que leurs effets positifs figurent.

3 analyse des risques

Dans le rapport de l'ESE du projet de transformation du campus de l'École polytechnique, la cartographie des risques est esquissée, mais reste incomplète. Le rapport présente cette cartographie en une page (p. 43). Les risques suivants sont succinctement passés en revue :

- Risques liés à la demande d'enseignant,
- Risques liés à l'attractivité des postes d'enseignant- chercheur,
- Risques bâtimentaires,
- Risques liés à la réalisation du projet
- Risques liés à l'urbanisme
- Risque de dérive des coûts.

Le niveau de risque est à chaque fois déterminé en distinguant 2 niveaux. A l'exception des aléas techniques et du calendrier (sous- ensemble du risque lié à la réalisation du projet) dont le risque est estimé d'un niveau « moyen », tous les autres risques sont considérés comme faibles.

Cette cartographie s'avère très incomplète.

Le Guide de l'évaluation socio-économique des investissements publics dans sa dernière version de 2023 consacre dans ses compléments opérationnels une partie dédiée à la cartographie des risques afin de faciliter la réalisation des évaluations socio-économiques par les porteurs de projet ainsi que leur contre-expertise. Mais il s'agit aussi de respecter les recommandations du décret d'application du 23 décembre 2013 sur les attendus d'une évaluation socio-économique : une matrice des risques ou cartographie des risques incluant la description détaillée des risques identifiés, des mesures prises pour les réduire et des estimations de coûts associés doit systématiquement être présente. En effet, l'analyse des risques est centrale pour l'ESE des investissements en particulier pour s'assurer de la robustesse de la création de valeur collective offerte par les options d'investissement prises dans un projet.

Pour mener une telle analyse, cela suppose d'anticiper l'impact de ces risques sur les coûts comme sur les bénéfices attendus, de proposer une estimation de leur probabilité pour les

quantifier. L'analyse n'est vraiment aboutie et opérationnelle que si elle conclut sur la nature et le coût des dispositifs à mettre en place pour préserver la création de valeur.

Dès lors, on s'attend à ce que les risques suivants soient étudiés :

- Risque relatif aux investissements. Ce risque concerne le coût des travaux, les délais et conditions de réalisation, les aléas techniques, juridiques et réglementaires, le risque financier, le risque d'évolution du projet...
- Risque relatif à la demande avec les questions de fréquentation d'évolution du comportement des « usagers », des dynamiques démographiques.
- Risque relatif à l'offre avec les thématiques de l'évolution des services et les éventuelles modifications structurelles de l'offre du fait d'innovations technologiques,
- Risque associée à l'évaluation elle-même avec des sujets tels que les indicateurs retenus, la qualité des données, la qualité des modèles utilisés.

Par rapport à ces exigences, les éléments produits dans le Rapport ne traitent que de certains risques. Ainsi le risque contentieux avec les délais et retards que tout contentieux suggère n'est pas traité. Le risque lié à l'enchaînement des opérations, à la concomitance de certaines tranches de travaux et à la dépendance de certaines opérations à l'achèvement d'autres tranches n'est pas évoqué, même pour l'exclure. Sont absents du rapport l'analyse des risques liés au fonctionnement du site pendant les travaux, sujet pourtant important si l'on veut maintenir les enseignements, le fonctionnement de l'administration, voire l'objectif d'accroissement du nombre d'étudiants.

De même, une différence dans le coût des travaux mériterait une réflexion puisqu'il s'agit d'un projet qui n'a pas encore été défini de façon précise et technique (APD) et dont les coûts dépendront naturellement des résultats de marchés publics.

De plus, pour les risques présentés dans le rapport ESE, leur qualification de « faible » ou « moyen » ne constitue qu'une première étape dans l'analyse des risques. L'étape suivante qui est absente du rapport, aurait présenté, sur la base de cette identification, la description des conséquences associées à chaque risque, à un effort de chiffrage de leur coût ou du coût des mesures correctrices.

La VAN du projet étant calculée dans le rapport, l'analyse devrait systématiquement simuler l'impact des principaux risques sur celle-ci. Pour y répondre, la méthode la plus simple recommandée est de réaliser des tests de sensibilité des indicateurs socio-économiques pour toutes les variables du projet.

Des tests de sensibilité figurent au rapport (partie VII). Ils sont utiles et intéressants mais comme la cartographie des risques, ils s'avèrent incomplets. D'une part, ces tests se limitent à examiner trois risques (dépenses d'investissement, taux de réduction des émissions de GES, taux de réduction des consommations d'énergie), d'autre part la dégradation la plus élevée envisagée de 15% peut paraître insuffisante face à une dérive des coûts surtout si plusieurs risques d'origines différentes se combinent. A cet égard, on notera qu'une interdépendance entre plusieurs risques n'est pas analysée dans le rapport ESE.

REMARQUE 14

La cartographie des risques présentée dans le rapport ainsi que les tests de sensibilité ne permettent pas vraiment de mesurer les impacts sur la VAN et partant sur la valeur collective créée par le projet.

CONCLUSIONS

L'opération, objet de l'ESE apparaît aux contre-experts comme une « brique » dans un vaste ensemble construit de façon largement concertée entre tous les partenaires du secteur Est du plateau de Saclay, leurs tutelles, les autorités déconcentrées de l'État, la municipalité de Palaiseau et l'EPAPS. L'ambition affichée de façon consensuelle est avant tout de construire un campus des plus attractifs à tous les sens du terme et le situant au tout premier plan sur la scène internationale.

Compte tenu de cet enjeu la stratégie suivante est adoptée :

- Un campus exemplaire notamment par sa cohérence urbanistique intégrant notamment :
 - o un grand axe Est-Ouest qui fait le lien avec les autres quartiers et facilite les échanges avec les établissements voisins,
 - o une grande lisibilité grâce à une bonne structuration des espaces,
 - o des pôles de vie et un cœur de campus organisés pour multiplier les interactions par des allées ou des mails avec des voies piétonnes et cyclables sur lesquels sont adressés les équipements, les bâtiments et les services.
- Un campus exemplaire et démonstrateur en matière de transition écologique et énergétique,
- Un campus à l'architecture sobre respectueuse de l'existant et au paysage planté densément et peu minéralisé,
- Un campus attractif par son caractère innovant, avec des environnements adaptés aux nouvelles pédagogies d'enseignement et stimulant la créativité des chercheurs, invitant aux rencontres et à la pratique du sport.

Dans ce contexte le projet de rénovation de l'École polytechnique apparaît comme un investissement particulièrement intéressant en terme de production de valeur socio-économique : il s'agit de profiter des investissements liés à la mise aux normes obligatoire de certains bâtiments de l'école pour adapter les bâtiments impactés et leurs usages aux nouveaux besoins d'enseignement et de recherche de l'école, son insertion dans l'Institut polytechnique de Paris sur le plateau de Saclay et plus généralement dans l'écosystème de l'ESR au niveau mondial.

Le maître d'ouvrage a le mérite d'avoir fait réaliser une évaluation socio-économique en bonne et due forme (ce n'est pas toujours le cas) qui est référencée sur les outils et données propres à ce genre d'étude. Cependant au final, les Contre-Experts regrettent que le rapport d'ESE se présente de façon trop formelle :

- Non précis quant au contour des options
- Peu détaillée sur les aspects non monétisables
- Dont la VAN de l'option de référence ne présente pas un intérêt autre que de se placer dans une approche que l'on pourrait qualifier de formelle
- Dont la VAN du projet d'investissement semble porter sur un périmètre de travaux correspondant à l'ensemble du Schéma Directeur si ce n'est les effets marchands propres à l'investissement.

L'option d'investissement n'est qu'un élément dans un ensemble. Il eut été plus normal de limiter l'analyse aux seuls impacts des travaux concernés, de choisir une option de référence qui aurait pu se limiter à faire a minima les travaux de mise aux normes (des outils comme celui d'AMOES auraient pu permettre d'en esquisser une faisabilité) et de comparer cette option à l'option d'investissement, laquelle apporte en plus le fait d'améliorer les conditions d'usages des bâtiments et des espaces extérieurs.

Les investissements auraient été sensiblement les mêmes, en tous cas très peu différents (à dire d'Expert en l'absence d'études), en revanche les bénéfices en termes d'usage auraient certainement fait la différence.

Les Contre-Experts sont conscients du contexte dans lequel l'option d'investissement est programmée, de l'intérêt qu'elle présente sur un plan plus général et du caractère à l'évidence positif de la différence de VAN-SE par rapport à une option de référence, quelle qu'en soit la nature.

Néanmoins, pour la suite du projet et son suivi, les Contre-Expert conseillent au porteur de projet de suivre les remarques et observations de ce rapport et formulent les recommandations suivantes qui ont pour objet de renforcer la solidité du projet et d'en améliorer toute évaluation ultérieure .

RECOMMANDATIONS :

1/ Revenir sur des dimensions stratégiques faiblement prises en compte dans l'évaluations socio-économique qui pourraient mériter des développements complémentaires en matière de :

- stratégies d'accueil et capacitaires par filière,
- plan d'occupation et d'organisation du grand hall,
- modèles d'aménagement (salle de cours...) dans le but d'une actualisation des lieux à l'enseignement supérieur du 21ème siècle,
- schémas d'organisation et de coopération au sein de l'Institut polytechnique de Paris et plus largement au sein du plateau de Saclay.

2/ Une analyse des risques à approfondir par type de risque :

- relative aux paramètres de l'investissement, relative à l'offre des thématiques et des centres de recherche compte tenu des incertitudes technologiques,
- relative aux questions capacitaires, d'hébergement et de circulation.

3/ Engager la démarche de labellisation.

4/ se faire assister par l'EPAURIF pour la réhabilitation du bâtiment peigne

Références

- Andrews, B., Ferrini, S., & Bateman, I. (2017). Good parks–bad parks: the influence of perceptions of location on WTP and preference motives for urban parks. *Journal of Environmental Economics and Policy*, 6(2), 204-224.
- Diluiso, F., Guastella, G., & Pareglio, S. (2021). Changes in urban green spaces' value perception: A meta-analytic benefit transfer function for European cities. *Land Use Policy*, 101, 105116.
- Florio M., Forte S., Pancotti C., Sirtori E. & Vignetti S. (2016), « Exploring cost-benefit analysis of research, development and innovation infrastructures: An evaluation framework », *Working Paper Series*, n° 01/2016, Milan, Centre for Industrial Studies (CSIL)
- OCDE (2003), *Manuel de Frascati 2002 : Méthode type proposée pour les enquêtes sur la recherche et le développement expérimental*, La mesure des activités scientifiques et technologiques, Éditions OCDE, Paris, <https://doi.org/10.1787/9789264299047-fr>.
- Quinet E. (pres.) (2019), *L'évaluation socioéconomique des projets immobiliers de l'enseignement supérieur et de la recherche*, Rapport du groupe de travail, France Stratégie.
- Quinet E., Lestang-Préchac V., Sfindla H., Mathonnat E., Gautier P., Ni J. (coord.) (2024), *Approfondir l'évaluation socioéconomique des projets immobiliers de l'enseignement supérieur et de la recherche*, France Stratégie.
- Swerdlow R., Teichmann D. & Young T. (2016), « Economic analysis of research infrastructure projects in the programming period 2014-2020 », *Staff Working Papers*, Jaspers Smart Development Division, juin.

Annexes

Les documents transmis :

- La version consolidée du protocole foncier de 2012 modifié en 2017
- Le plan Directeur du Campus de l'Institut polytechnique de Paris de novembre 2021
- Le Schéma Directeur Energie (mars 2022)
- Le SPSI 2022-2026 de l'École polytechnique version définitive (09/21)
- Une présentation de synthèse PWP de l'évaluation socio-économique
- Le rapport d'évaluation socio-économique en version word
- Le rapport d'évaluation socio-économique en version PDF
- Annexe 6b plan des parcelles
- Annexes 6a catégories des terrains
- La convention 2022/04 signée entre le Ministère de l'Éducation supérieure et le Recherche, l'École polytechnique et l'EPAURIF pour le projet de réhabilitation du bâtiment cœur de l'école polytechnique – Renov'X
- Le contrat d'objectifs et de performance 2022-2026 entre le Ministère des Armées le Ministère de l'Économie, des Finances et de la Relance et l'Institut polytechnique de Paris
- Le contrat d'objectif et de performance 2022-2026 entre le Ministère des Armées et l'École polytechnique
- Les critères de jugement de la consultation des concepteurs

Les contacts pris par les Contre-Experts :

Pour mener à bien leur travail les Contre-Experts accompagnés de Monsieur Pascal Gautier ont participé aux réunions suivantes :

- Le 12 décembre 2023 : visite du site suivie d'une réunion avec le maître d'ouvrage
- Le 23 janvier 2024 : Monsieur Benoît Lebeau, Directeur de l'aménagement à l'EPAPS
- Le 26 janvier 2024 : Madame Laure Fau, Secrétaire Générale ; Monsieur Thierry Martin, Directeur du patrimoine immobilier et Monsieur Arnaud Lemonnier, Chef du bureau de la conduite d'opération
- Le 9 février 2024 : Monsieur Jérôme Masclaux, Directeur Général de l'EPAURIF
- Le 12 février 2024 : Madame Christine Weisrock Responsable régionale de la politique immobilière de l'État (RRPIE) et Monsieur Nicolas Gandin
- Le 13 février 2024 : Mesdames Diane Bardy et Itiana Koumba, Monsieur Horvilleur (équipe de la SCET) Monsieur Arnaud Lemonnier.
- Le 5 mars 2024 : Monsieur Rossin Directeur de l'enseignement et de la recherche de l'École polytechnique
- Le 12 mars 2024 : audition de Alain Resplandy-Bernard, Directeur de l'immobilier de l'État , Madame Katy Nancy, Sous-directrice – DIE, et Monsieur Pascal Morel, Chef de bureau