



Exposé des motifs

La Commission européenne a pour ambition de stimuler les capacités européennes en matière d'intelligence artificielle (IA) et d'élargir l'usage de cette dernière au plus grand nombre possible d'utilisateurs publics comme privés. À cet effet, *European High Performance Computing Joint Undertaking* (EuroHPC JU) a pour mandat de piloter la mise en place d'un réseau européen de supercalculateurs optimisés pour l'IA et entourés chacun d'une *AI Factory* assurant une série complète de services liés au développement d'une IA éthique et digne de confiance, c'est-à-dire d'une IA qui respecte les droits fondamentaux et les valeurs de l'UE en matière de respect de la vie privée, d'équité, de sécurité et de robustesse technique.

Alors que, d'un point de vue européen, l'avant-projet de loi s'inscrit dans le cadre général des missions confiées à EuroHPC JU par la Commission européenne, d'un point de vue national, l'avant-projet de loi permet de donner corps aux ambitions du Luxembourg en matière de digitalisation de son économie. L'intégration d'un supercalculateur optimisé pour les applications d'IA au sein d'une *AI Factory* nationale répond en effet directement aux besoins nationaux en matière d'infrastructures, de services, d'attraction de talents et de coopération internationale, et permettra la réalisation souveraine de projets critiques pour le développement du pays.

Avec son siège situé au Luxembourg, EuroHPC JU a été créée par le règlement (UE) 2018/1488 du 28 septembre 2018 et est autonome de la Commission européenne depuis le 23 septembre 2020. Elle constitue un partenariat public-privé dans le domaine du calcul à haute performance visant la mise en commun des capacités HPC et quantiques au niveau européen avec les ressources issues de 35 États, à savoir certains États membres de l'UE (dont le Luxembourg en tant que membre fondateur), des États non-européens participants aux programmes *Horizon Europe* et *Digital Europe*, et trois associations industrielles privées. À ce jour, EuroHPC JU compte à son actif neuf supercalculateurs, dont les trois plus puissants (LUMI en Finlande, Leonardo en Italie et MareNostrum en Espagne) font partie du top dix au monde.

Avec un budget total de EUR 8,5 milliards répartis sur la période 2018-2027, les missions initiales de EuroHPC JU ont été étendues à deux reprises, par le biais des règlements (UE) 2021/1173 et (UE) 2024/1732. Actuellement, ses objectifs principaux sont :

- l'acquisition et le déploiement des infrastructures de supercalcul et d'ordinateurs quantiques ;
- la fourniture d'un accès aux technologies HPC et quantiques et le soutien au développement des compétences ;
- le financement de la recherche et développement en matière de HPC et la promotion d'une chaîne d'approvisionnement européenne ;
- la mise en place d'un réseau européen d'*AI Factories* pour soutenir les entreprises et la recherche en matière d'IA.

Étant donné les circonstances géopolitiques internationales, le mandat de EuroHPC JU est de renforcer rapidement le leadership européen dans le développement de l'IA digne de confiance en adoptant une approche résolument tournée vers la demande et les besoins des utilisateurs potentiels de solutions d'IA. Le réseau d'*AI Factories* à mettre en place à travers l'Europe constitue le moyen opérationnel sélectionné pour parvenir à forger et à développer un écosystème européen hautement compétitif et innovant en matière d'IA.



Cet outil vient ainsi s'ajouter aux nombreuses initiatives européennes visant à faire de l'Europe un continent fertile pour le développement de l'IA comme (i) l'*AI Office*, (ii) les *European Digital Innovation Hubs*, (iii) le *European AI Research Council*, (iv) la *Apply AI Strategy*, (v) la *European Strategy for Data*, (vi) le *Cloud & AI Development Act*. Chaque *AI Factory* inscrira ses activités dans la lignée aussi bien des stratégies nationales que de la vision européenne relative à l'IA.

Concrètement, chaque *AI Factory* consistera en une entité centralisée ou distribuée fournissant des services de supercalcul dédiés à l'IA en s'articulant autour d'un HPC optimisé pour l'IA, de jeux de données associés, d'expertise technique et d'un ensemble de services spécialisés visant à simplifier l'utilisation des supercalculateurs pour les applications en lien avec l'IA. Sous forme d'un guichet unique, chaque *AI Factory* servira ainsi les utilisateurs publics comme privés – avec les start-ups et PME comme cibles principales – issus des États membres du réseau EuroHPC JU. Même si le secteur de la recherche ne constitue pas la cible principale de cette initiative, il n'en reste pas moins étroitement lié par son intégration aux missions de formation et développements de services innovants, et constitue ainsi une partie prenante de l'écosystème d'IA que les *AI Factories* chercheront à fédérer.

Afin de réduire la duplication des efforts et éviter la dilution de l'expertise sectorielle, chaque *AI Factory* sera spécialisée sur un nombre restreint de secteurs prioritaires. Par contre, afin de maximiser les synergies entre les différentes *AI Factories*, ces dernières travailleront en étroite collaboration de sorte à stimuler les interactions et faciliter les échanges de bonnes pratiques et/ou d'experts en IA à travers l'Europe.

Alors que les supercalculateurs constituant le cœur des *AI Factories* ne seront opérationnels qu'à partir de 2026, la Commission compte voir émerger les premières *AI Factories* dès 2025.

Dans le cadre de la réalisation de ses objectifs, EuroHPC JU a lancé, le 10 septembre 2024, un appel à manifestation d'intérêt¹ portant sur trois volets, à savoir :

1. l'acquisition, l'intégration et l'exploitation d'un supercalculateur optimisé pour l'IA qui soit intégré au réseau EuroHPC JU existant;
2. le développement et l'exploitation de plateformes d'expérimentation de supercalcul optimisé pour l'IA ; et
3. l'exploitation d'une *AI Factory* associée au supercalculateur et intégrée dans un réseau de pairs à travers l'Europe.

Alors que le deuxième volet est entièrement optionnel, le premier et le troisième ont été considérés par EuroHPC JU comme indissociables pour qu'une candidature soit éligible.

En matière de financement, EuroHPC JU a mobilisé une enveloppe budgétaire totale de 800M€ (en provenance du programme *Digital Europe*) pour le premier volet, et d'un complément de 180M€ (en provenance des fonds *Horizon Europe*) pour les deuxième et troisième volets.

¹ Voir "Call for Expression of interest for the selection of Hosting Entities for the acquisition of an AI-optimised supercomputer of the upgrade of an existing EuroHPC supercomputer with AI capabilities, an advanced Experimental AI-optimised Supercomputing Platform (optional), and the establishment of an AI Factory", European High Performance Computing Joint Undertaking (2024), REF: EUROHPC-2024-CEI-AI-02



Pour chaque volet, sa contribution consiste en un co-financement à hauteur de 50% des frais associés (CAPEX et OPEX). Pour chaque projet individuel, les montants en provenance de EuroHPC JU sont respectivement plafonnés à 200M€ pour le premier volet et à 15M€ (à répartir sur trois ans au maximum) pour le troisième volet.

Le principe de l'appel à manifestation d'intérêt est de rester ouvert de manière continue jusqu'à la fin de 2025, avec six évaluations intermédiaires prévues respectivement les 4 novembre 2024, 1^{er} février 2025, 2 mai 2025, 1^{er} août 2025, 3 novembre 2025 et 31 décembre 2025. À chacune de ces dates butoirs, les différentes manifestations d'intérêt sont évaluées selon une grille de notation détaillée sous plusieurs critères éliminatoires. La moindre note insuffisante obtenue pour un critère individuel entraîne le rejet sans possibilité de compensation entre les différents critères. De plus, des minima de 40/60 et 25/40 points sont requis pour la somme des critères propres aux volets 1 et 3 respectivement. Les résultats du processus de sélection sont communiqués aux candidats endéans les deux mois qui suivent chaque échéance.

En cas de sélection, une candidature doit faire l'objet de la signature d'un *hosting agreement* endéans le mois qui suit la décision de EuroHPC JU. Aussi, la procédure d'acquisition du supercalculateur optimisé pour l'IA devra être lancée par EuroHPC JU endéans les 3 mois qui suivent. Des contrats supplémentaires devront être séparément conclus pour la couverture (à hauteur de 50%) (i) des frais d'exploitation de la machine (premier volet), (ii) des frais éligibles en lien avec les plateformes d'expérimentation de supercalcul optimisé pour l'IA (deuxième volet) et (iii) des frais éligibles en lien avec l'*AI Factory* (troisième volet).

EuroHPC JU restera légalement propriétaire des supercalculateurs ainsi acquis pour une période de 5 ans (avant transfert à l'entité d'hébergement). Proportionnellement au montant de son co-financement, le réseau EuroHPC JU bénéficiera de 50% du temps de calcul alors que les 50% restants seront mis à disposition de l'entité d'hébergement pour une utilisation nationale.

Le 31 octobre 2024, suite à la décision positive du Conseil de gouvernement et au nom du Gouvernement, LuxProvide S.A. (LuxProvide) a remis à EuroHPC JU une offre portant, d'une part, sur l'acquisition, l'hébergement et l'exploitation d'un nouveau supercalculateur optimisé pour l'IA (« MeluXina-AI ») et, d'autre part, l'exploitation d'une *AI Factory* nationale associée (la « L-AIF »). Dans cette offre, la proposition était que MeluXina-AI serait hébergé au sein des deux sites de LuxConnect S.A. (LuxConnect) localisés à Bissen et Bettembourg, alors que les activités de la L-AIF seraient principalement concentrées sur Belval. En tant qu'opérateur des infrastructures « MeluXina » et « MeluXina-Q » (futur ordinateur quantique), toutes deux intégrées au réseau EuroHPC JU, LuxProvide serait chargé d'opérer « MeluXina-AI », alors que Luxinnovation G.I.E. (Luxinnovation) assurerait la coordination des services et activités propres à la « L-AIF » au niveau de l'écosystème national de l'IA.

Le 16 décembre 2024, EuroHPC JU a indiqué à LuxProvide que l'offre luxembourgeoise avait été retenue pour implémentation. Six autres propositions ont été retenues au cours de cette première vague de sélection, à savoir les projets « BSC AIF » à Barcelone (pour le consortium formé par l'Espagne, le Portugal, la Roumanie et la Turquie), « IT4LIA » à Bologne (Italie, Autriche et Slovénie), « LUMI AIF » à Kajaani (Finlande, Tchéquie, Danemark, Estonie, Norvège et Pologne), « MIMER » à Linköping (Suède), « HammerHAI » à Stuttgart (Allemagne) et « Pharos » à Athènes (Grèce). Ainsi, l'ensemble de ces projets implique 15 États membres de l'UE en plus de la Norvège et de la Turquie en tant qu'États partenaires de EuroHPC JU.



Le 14 février 2025, un premier contrat (*hosting agreement*) a été signé entre EuroHPC JU et LuxProvide afin de permettre à EuroHPC JU d'initier le processus d'acquisition du supercalculateur MeluXina-AI dans le courant de l'année 2025. Les conditions de l'acquisition seront définies dans un appel d'offres spécifique, auquel les fournisseurs de solutions HPC pourront participer. EuroHPC JU sélectionnera ensuite un tel fournisseur sur la base des critères définis dans la proposition luxembourgeoise. LuxProvide restera responsable de l'intégration, de l'hébergement et de l'exploitation de MeluXina-AI. Deux contrats supplémentaires devront ensuite être séparément conclus pour la couverture (à hauteur de 50%) des frais d'exploitation de la machine et des frais éligibles en lien avec la L-AIF. EuroHPC JU restera seul propriétaire de MeluXina-AI pour une période de cinq ans (avant le transfert définitif à LuxProvide).

La loi en projet vise à autoriser le Gouvernement à financer ces dépenses de 60M€ relatives à la part nationale des coûts d'acquisition, d'hébergement et d'exploitation sur 5 ans de MeluXina-AI ainsi qu'à la part nationale (hors fonds propres de Luxinnovation) des coûts d'opérations sur 3 ans de la L-AIF.

A. Positionnement du Luxembourg et retombées potentielles

En 2019, LuxConnect remporte le premier appel à manifestation d'intérêt lancé par EuroHPC JU pour l'établissement d'un supercalculateur, marquant ainsi le point de départ de l'infrastructure MeluXina au Luxembourg. Inauguré dans le centre de données de LuxConnect à Bissen en 2021, ce supercalculateur est, à son lancement, le HPC le plus vert et le 10^e le plus puissant en Europe (respectivement 4^e et 37^e au niveau mondial). Depuis lors, il est le 18^e le plus vert et le 22^e le plus puissant en Europe (respectivement 39^e et 89^e au niveau mondial), illustrant le dynamisme des autres initiatives aussi bien européennes qu'internationales en matière de calcul à haute intensité, et reflétant le caractère indispensable du renforcement et de l'expansion de nos infrastructures notamment pour l'entraînement de modèles d'IA toujours plus gourmands (notamment pour l'IA générative) et pour rester ainsi un acteur compétitif sur le marché.

À ce jour, EuroHPC JU compte à son actif neuf supercalculateurs, dont les trois plus puissants (LUMI en Finlande, Leonardo en Italie et MareNostrum en Espagne) font partie du top dix au monde. Maintenir le HPC luxembourgeois au sein de ce réseau est ainsi un gage d'accès à une expertise de classe mondiale.

En assurant une capacité souveraine de calcul à haute intensité, la loi en projet permet de doter le Grand-Duché des moyens infrastructurels à la hauteur de ses ambitions stratégiques en matière d'IA et de numérique tout en stimulant le développement d'un écosystème national d'IA. À terme, ce dernier renforcera l'expertise nationale en matière de numérique, la compétitivité des entreprises nationales sur la scène internationale et l'attractivité du pays en matière d'innovation numérique à la pointe, en particulier dans les secteurs économiques reconnus comme prioritaires, mais aussi plus généralement dans le secteur public, dans la recherche privée comme publique et en matière de collaborations internationales via la participation à des initiatives européennes.

La sécurisation d'une capacité de calcul souveraine contribue également à assurer l'autonomie stratégique du Luxembourg en matière de gestion des données des personnes physiques et morales installées sur son territoire. En effet, un certain nombre de solutions d'IA, qu'elles soient utilisées à des fins privées, publiques ou de recherche, exigent les plus hauts niveaux de sécurité en matière de confidentialité, d'intégrité et de disponibilité. La fuite de données sur lesquels des algorithmes d'IA seraient entraînés ou appliqués, aurait des conséquences désastreuses sur l'acceptabilité publique, l'attractivité commerciale ou encore la réputation institutionnelle.



La valeur ajoutée d'une infrastructure souveraine réside précisément dans la prévention de tels incidents en rendant possible la conservation et le traitement des données à caractère national sans jamais devoir les faire sortir du territoire luxembourgeois.

En tant que technologie versatile, l'IA a le potentiel de jouer un rôle fondamental d'accélérateur, de facilitateur pour l'innovation. Même si le centre d'attention de l'appel à manifestation d'intérêt est porté sur l'exploitation du potentiel de l'IA par les entreprises, la recherche académique et le secteur public vont eux aussi très largement bénéficier d'une infrastructure HPC souveraine et de l'*AI Factory* associée. Le développement d'applications avancées à la frontière entre la recherche et l'industrie permettra d'attirer et former une main-d'œuvre hautement qualifiée en matière de digital.

Le co-financement à hauteur de 50% par l'UE implique que 50% du temps de calcul (en moyenne sur une base annuelle) des futurs supercalculateurs sera alloué au réseau géré par EuroHPC JU. Néanmoins, outre le fait que 100% de la puissance de calcul reviendra à terme (au bout de 5 ans) au Luxembourg, l'acquisition d'un supercalculateur par le biais de cet appel à manifestation d'intérêt par rapport à une acquisition sur une base purement nationale présente au moins quatre avantages.

- Premièrement, le rattachement au réseau d'experts de EuroHPC JU est une source de qualité supplémentaire pour opérer MeluXina-AI.
- Deuxièmement, les modèles qui pourront être entraînés sur un supercalculateur sont directement limités par sa capacité maximale, si bien qu'un supercalculateur plus puissant offre implicitement beaucoup plus de flexibilité dans l'allocation du temps de calcul.
- Troisièmement, l'acquisition d'une machine plus puissante offre des économies d'échelle significatives que le Luxembourg ne pourrait atteindre avec ses seules ressources.
- Enfin, l'obtention d'un supercalculateur EuroHPC JU optimisé pour l'IA et d'une *AI Factory* faisant partie d'un réseau européen permettent de donner au Luxembourg un rôle moteur en matière de collaboration à l'international sur le sujet de l'IA.

Pour l'ensemble des raisons évoquées ci-dessus et dans le cadre de l'appel à manifestation d'intérêt lancé par EuroHPC JU le 10 septembre 2024, la proposition luxembourgeoise visant à héberger et exploiter un nouveau supercalculateur optimisé pour l'IA et s'inscrivant dans une *AI Factory* nationale permettra de consolider la position du Luxembourg parmi les pionniers du digital en Europe.

B. La proposition luxembourgeoise

La proposition luxembourgeoise s'est concentrée sur les premier et troisième volets de l'appel à manifestation d'intérêt décrit ci-dessus.

Concernant le premier volet, LuxProvide - en tant qu'opérateur des infrastructures MeluXina et MeluXina-Q (futur ordinateur quantique) - a proposé une architecture pour le futur supercalculateur optimisé pour l'IA s'intégrant dans les sites LuxConnect de Bissen et de Bettembourg. Fort d'une analyse sectorielle approfondie, LuxProvide a pu s'assurer que la capacité de calcul prévue pour MeluXina-AI sera appropriée pour répondre aux exigences et besoins techniques de l'écosystème luxembourgeois de l'IA.

Concernant le troisième volet, la proposition luxembourgeoise a consisté à fédérer l'expertise nationale en matière d'IA par le biais d'un consortium formé par cinq acteurs nationaux, à savoir (a) Luxinnovation, (b) LuxProvide, (c) le *Luxembourg National Data Services* (LNDS), (d) l'Université du Luxembourg (Uni.lu) et (e) le *Luxembourg Institute of Science and Technology* (LIST).



Institué à la tête de ce consortium, Luxinnovation assurera la coordination des services et activités au niveau de l'écosystème national de l'IA propres à la L-AIF. Afin de renforcer les activités de celle-ci, le consortium sera soutenu par sept partenaires, à savoir (i) le *Digital Learning Hub* (DLH), (ii) la *Luxembourg House of Financial Technologies* (LHoFT), (iii) la *Luxembourg Space Agency* (LSA), (iv) la *Luxembourg House of Cybersecurity* (LHC), (v) Technoport S.A., (vi) Clarence S.A. et (vii) DEEP (Groupe POST).

Plusieurs facteurs clés ont permis de différencier la réponse ainsi offerte par le Luxembourg dans cet appel européen hautement compétitif.

Tout d'abord, et conformément au principe que chaque *AI Factory* se concentre sur quelques secteurs et/ou domaines d'activité prioritaires, l'écosystème luxembourgeois a mis en avant les opportunités significatives propres au développement de l'IA pour servir les activités (i) du secteur spatial, (ii) de l'économie verte - avec un accent sur les applications liées aux données issues du secteur de l'énergie et d'observations terrestres, (iii) du secteur financier ainsi que (iv) du monde de la cybersécurité. Le choix de ces quatre secteurs repose sur la consultation préalable d'une large base d'experts issus du monde académique ainsi que du secteur privé. Il résulte également de la prise en compte, dans son ensemble, d'un jeu de contraintes pertinentes comprenant :

- la cohérence avec les priorités stratégiques nationales existantes et en cours d'élaboration,
- la disponibilité de données riches et de haute qualité ;
- la maturité des parties prenantes à l'écosystème d'IA (en particulier la présence d'acteurs du secteur privé, avec un focus sur les PME et les start-ups),
- la possibilité de démarrer rapidement des activités d'IA nécessitant les capacités du nouvel HPC et pertinentes pour les entreprises (existence de cas d'usage à forte valeur ajoutée),
- les besoins du secteur et l'adaptation des sujets à traiter par le biais de l'IA, ou encore
- l'avantage compétitif et de la réputation dont bénéficie le Grand-Duché.

Ensuite, contrairement à d'autres pays, la taille du Luxembourg est vouée à assurer une grande proximité aussi bien entre les différents pôles d'activité sectoriels de la L-AIF, qu'entre les développeurs (offre) et les entreprises utilisatrices (demande) de solutions d'IA : autour de ses locaux principaux, qui seront situés auprès de Luxinnovation à Belval, la L-AIF bénéficiera d'antennes propres aux secteurs prioritaires sous la forme d'espaces de *co-working* au sein du futur *Space campus*, de LHoFT et de LHC, ainsi que de liens étroits avec l'éducation supérieure et la recherche via le campus Belval de l'Uni.lu, le DLH (y compris 42 Luxembourg) ou encore le LIST. Ces ramifications auront pour conséquences non seulement de faciliter les échanges entre les diverses parties prenantes de l'écosystème d'IA et avec les experts des secteurs prioritaires pour stimuler l'émergence de solutions pratiques et innovantes, mais aussi de renforcer la visibilité même de la L-AIF à échelle nationale et internationale.

Enfin, LuxProvide a élaboré une *unique value proposition* qui consiste à offrir une véritable continuité dans l'expérience utilisateur de MeluXina-AI (depuis l'entraînement des modèles dans leur phase de développement sur la partie HPC, jusqu'à leur exploitation sur le *Cloud*), tout en garantissant le plus haut niveau de sécurité numérique pour être parfaitement adapté aux applications les plus critiques en matière de sécurité des données. MeluXina-AI sera certifié ISO-27001 (devenant ainsi conforme aux normes techniques les plus exigeantes en matière de sécurité des données), sera couplé à un *Cloud* souverain (Clarence) et sera hébergé dans des centres de données certifié « Tier IV » (c'est-à-dire le plus haut niveau de sécurité possible).



Fort de ces atouts, la candidature du Luxembourg a été retenue par EuroHPC JU dès la première vague de sélection aux côtés de six autres propositions.

C. Éléments financiers

Le dimensionnement, d'un côté, du projet pour répondre aux besoins nationaux en matière de capacité de calcul d'ici 2030 ainsi que, d'un autre côté, des services adressés à l'écosystème de l'IA a montré qu'il n'était pas nécessaire pour le Luxembourg de solliciter le montant maximal du co-financement autorisé par les plafonds imposés par EuroHPC JU. Par rapport aux 200M€ et 15M€ maximaux autorisés pour les premier et troisième volets, la proposition luxembourgeoise a ainsi sollicité respectivement 56M€ et 7M€ (soit 63M€ au total).

Plus précisément, l'approche décrite ci-dessus représente un total de 126M€, dont 63M€ seraient financés par EuroHPC JU, 3M€ proviendraient des réserves (fonds propres) de Luxinnovation et 60M€ resteraient à charge du budget national. En ce qui concerne MeluXina-AI (premier volet), 112M€ serviraient à couvrir les coûts d'acquisition (à hauteur de 80M€) ainsi que les coûts opérationnels (à hauteur de 32M€, répartis sur cinq ans) dont plus de la moitié pour couvrir les besoins en électricité et refroidissement. En ce qui concerne la L-AIF (troisième volet), 14M€ permettent de couvrir les frais de fonctionnement sur trois ans.

Le tableau ci-dessous illustre cette répartition des charges.

(M€)	MeluXina-AI	L-AIF	TOTAL
Part EuroHPC JU	56	7	63
Part Luxinnovation (fonds propres)	-	3	3
Part nationale	56	4	60
TOTAL	112	14	126
CAPEX	80	-	80
OPEX	32 <i>(sur 5 ans)</i>	14 <i>(sur 3 ans)</i>	46

Note 1 : Le tableau a été établi sur base de l'offre budgétaire remise à EuroHPC JU par le consortium sous la coordination de LuxProvide.

LuxProvide sera le principal bénéficiaire des montants engagés par l'État (56 M€), alors que Luxinnovation sera le bénéficiaire du restant des montants engagés (4 M€) qui viendront compléter les 3 M€ euros issus de ses fonds propres.

La répartition du budget de 60 M€ sur une base annuelle entre 2026 et 2030 est détaillée à la section V. *Fiche financière.*