

Souveraineté énergétique : la couche que rien ne compense

Volume 4 et clôture de la série « La souveraineté numérique ». Sur les quatre couches identifiées au Volume 1, trois se composent par instrument architectural. La quatrième se demande à un autre. Elle ne déplace pas seulement la décision IA dans le temps long, elle la fait entrer dans la matrice d'arbitrage stratégique de l'État énergétique.

Reprise et annonce

Le Volume 1 a posé que la souveraineté numérique n'est pas un débat politique mais une condition de capitalisation de la performance, signée par une chaîne de quatre ports : identité, localisation, garde, registre. Le Volume 2 a démontré que cette souveraineté est une pile, pas un label, et qu'elle se lit strate par strate sur les sept étages de la fabrique matérielle. Le Volume 3 a établi que la souveraineté du modèle ne se lit pas dans le passeport de l'éditeur mais dans une triade de chaînes de preuve : poids inspectables, données documentées, versions gouvernées. Le triptyque-écho qui clôt le Volume 3 énonce la doctrine composite à trois couches : *une certification SecNumCloud immunise l'opérateur, pas le silicium qu'il opère ; le silicium opère un modèle, pas la chaîne d'auditabilité qui le rend défendable ; un modèle qu'on ne peut pas geler est un modèle qu'on ne peut pas certifier.*

Reste la quatrième couche, annoncée dès le Volume 1 comme limite authentique de la doctrine. La couche énergétique ne se signe pas par cryptographie, ne se compose pas par diversification fournisseur, ne s'instrumente pas par triade contractuelle. Elle s'alloue. Le présent volume traite cette quatrième couche, et ferme l'arc des quatre.

Le domaine de validité est inchangé : RGPD, HDS, NIS2, AI Act haut risque, MDR, IVDR. Le Volume 4 ajoute trois corpus réglementaires devenus structurants à des degrés différents : la directive CSRD sur le reporting de durabilité, déjà applicable ; la directive Empowering Consumers for the Green Transition (ECGT) sur les allégations environnementales adressées aux consommateurs, applicable au 27 septembre 2026 ; et la NIS2 dans son volet digital infrastructure, sous laquelle les datacenters de taille suffisante sont déjà directement qualifiés.

La distinction qui tranche, et la collision qu'elle révèle

L'écart à introduire en ouverture est élémentaire. *Capacité installée est une catégorie commerciale, capacité allouée est une catégorie d'ingénierie.* Toute la doctrine du présent volume tient dans cette distinction, et dans la collision qu'elle révèle entre deux régimes de réalité.

Le 19 mai 2025, lors du sommet Choose France à Versailles, Bpifrance, MGX, Mistral AI et NVIDIA ont annoncé la création d'une coentreprise pour développer en Île-de-France un campus IA d'une capacité visée de 1,4 gigawatt, soit environ 85% de la puissance électrique d'un EPR comme Flamanville 3. Construction prévue au second semestre 2026, mise en service annoncée pour 2028, première tranche d'investissement à 8,5 milliards d'euros. Cette annonce engage la décision d'investissement. Elle ne garantit pas la décision réseau. Réseau de Transport de l'Electricité (RTE) a publié son Schéma Décennal de Développement du Réseau (SDDR) 2025 et l'a soumis à débat public sous l'égide de la Commission nationale du débat public du 4 septembre 2025 au 14 janvier 2026. Le SDDR articule trois priorités à arbitrer ensemble : décarbonation industrielle, accueil de nouveaux consommateurs (datacenters compris), développement de moyens de production décarbonés.

L'écart entre l'annonce et le raccordement n'est pas un détail calendaire. Il est l'expression d'une collision. *L'économie narrative de l'IA opère sur des objets financiers, l'économie électrique opère sur des objets physiques.* Le storytelling industriel hyperscaler aligne des gigawatts annoncés, des capex annoncés, des campus annoncés, des GPU annoncés. Le système électrique fonctionne sur allocation ferme, stabilité de fréquence, inertie, congestion locale, transformateurs, dispatchabilité. Les deux registres ne se contredisent pas en théorie ; ils ne s'alignent pas en pratique. La nationalité du capital ne raccourcit pas la file d'attente, et le ton politique d'un sommet ne réécrit pas un schéma décennal.

L'objection prévisible est de répondre que la coordination existe précisément pour cela. C'est exact. Mais la doctrine n'exige pas qu'il n'y ait pas coordination. Elle exige qu'on lise la convention de raccordement plutôt que le communiqué, et qu'on tienne la distinction entre une catégorie commerciale et une catégorie d'ingénierie.

Triade des contraintes énergétiques

Comme pour le Volume 3, la doctrine se déploie en triade. Trois contraintes structurantes, toutes irréductibles.

1. **Première contrainte : la capacité allouée.** La puissance installée du parc européen n'est pas, à l'horizon 2030, le facteur limitant. L'allocation locale est rivale. Selon l'IEA, la consommation mondiale des datacenters est passée de 415

TWh en 2024 à 485 TWh en 2025 (+17%), avec une projection base case 945 TWh en 2030, et une croissance européenne de l'ordre de 70% sur la période. ENTSO-E, dans son rapport « Data centres and the power system » publié le 8 mai 2026, recense environ 12,7 GW de capacité IT installée sur 10 500 datacenters européens disposant d'au moins 50 kW de charge IT, et avertit que les opérateurs de transport pourraient être contraints de réduire la pénétration des renouvelables si la croissance datacenter n'est pas régulée. La doctrine ici n'est pas que la croissance soit excessive. Elle est que *l'allocation est rivale*, et que le critère d'arbitrage du SDDR n'est pas la maximisation locale d'un acteur numérique mais la planification multisectorielle du système électrique national.

2. **Deuxième contrainte : le calendrier de raccordement.** RTE recommande, pour tout projet supérieur à 10 MW, un délai de 18 à 36 mois entre demande d'étude et mise sous tension. Aux États-Unis, le Lawrence Berkeley Lab a chiffré dans son rapport « Queued Up » de mai 2025 que la durée typique entre demande de raccordement et exploitation commerciale est passée de moins de deux ans pour les projets construits en 2000-2007 à plus de quatre ans pour ceux construits en 2018-2023, avec une médiane de cinq ans pour la cohorte 2023. La doctrine ici n'est pas que c'est long. Elle est que *c'est plus long qu'aucun cycle produit IA dans lequel le déployeur s'engage*. Une génération de modèle frontière s'amortit sur 12 à 18 mois ; un raccordement industriel s'instruit sur 24 à 36 ; un programme de production électrique structurant sur 10 à 15 ans. L'asymétrie est structurelle, pas conjoncturelle.
3. **Troisième contrainte : la concordance temporelle entre charge et production.** Une charge d'entraînement IA tourne à 80 à 95% de facteur de charge, avec des transitions larges et rapides que l'IEA documente dans son rapport « Key Questions on Energy and AI » de 2026. Une centrale photovoltaïque opère à 12 à 15% de facteur de charge moyen sur l'année, un parc éolien terrestre à 25 à 30%, un parc éolien en mer à 35 à 45%. La concordance n'est pas une contradiction physique tant que le système est compensé par stockage, par backup pilotable ou par interconnexion. Elle devient une difficulté d'arbitrage dès lors que l'opérateur de réseau doit garantir le service à tous les consommateurs sans dégrader la stabilité. La doctrine ici n'est pas que les renouvelables soient inadaptés à l'IA. Elle est que *le facteur de charge se prouve, il ne se promet pas*. Une déclaration d'alimentation 100% renouvelable se vérifie dans le mix horaire, dans les certificats d'origine au pas horaire, dans le contrat de fourniture, ou elle ne se vérifie pas du tout.

Asymétrie temporelle et changement de matrice

C'est ici que la couche énergétique se distingue le plus nettement des trois précédentes, et que le ressort doctrinal du volume bascule.

L'accord Microsoft-Constellation pour le redémarrage de Three Mile Island Unit 1 (Crane Clean Energy Center) a été signé en septembre 2024 pour 20 ans, à hauteur de 835 MW, avec une cible initiale de mise en service 2028 ramenée à 2027 après la clôture, le 18 novembre 2025, d'un prêt d'un milliard de dollars du Department of Energy à Constellation. L'accord Amazon-Talen sur Susquehanna a été élargi le 11 juin 2025 à 1 920 MW jusqu'en 2042, options d'extension comprises, environ 18 milliards de dollars de revenus contractés, bascule en arrangement « front-of-the-meter » prévue au printemps 2026. L'accord Meta-Constellation sur Clinton, signé le 3 juin 2025, porte sur 1 121 MW pendant 20 ans à compter de juin 2027, sur un site initialement programmé pour démantèlement, avec une augmentation de capacité de 30 MW par uprate. L'accord Google-Kairos Power, structuré avec la TVA, porte sur 500 MW de SMR, premier site visé en 2030. Côté français, le programme EPR2 d'EDF, plafonné à 72,8 milliards d'euros (valeur 2020) pour ses six premières unités, validé par le Conseil d'administration le 18 décembre 2025, vise une décision finale d'investissement à fin 2026, premier béton à Penly en mars 2029, mise en service en 2038, cadencement 12 à 18 mois ensuite. La filiale Nuward, dont le basic design d'un SMR de 400 MWe est attendu pour mi-2026, cible explicitement les industries à forte intensité énergétique et les datacenters.

Une génération de modèle frontière dure 12 à 18 mois. Un Power Procurement Agreement (PPA) nucléaire engage 20 ans. Un programme EPR2 engage la période 2029 à 2050 et au-delà. *Le déployeur signe une horizontalité énergétique qui survit à toutes les architectures de modèles qu'il entraînera dessus.* La souveraineté énergétique n'est pas une décision sur la génération en cours, c'est une décision sur les générations N+1 à N+15, prise par un CTO qui ne connaît, à la signature, ni l'architecture ni les profils de charge des modèles à venir.

C'est ici que la pointe doctrinale du volume doit être formulée frontalement, sans atténuation. *Un PPA est une décision plus longue qu'un modèle.* La conséquence est plus profonde que sa formulation. À partir du moment où l'IA devient un consommateur industriel de puissance pilotable au gigawatt, elle cesse d'être arbitrée principalement par le marché du numérique. Elle entre dans la matrice d'arbitrage stratégique de l'État énergétique, où elle concourt sur la même ressource avec la sidérurgie décarbonée, l'hydrogène industriel, l'électrification du transport lourd, le chauffage urbain bas-carbone, la réindustrialisation des semi-conducteurs et les exigences de résilience réseau au sens NIS2. *La gouvernance IA, à cette échelle, cesse d'être une discipline logicielle. Elle devient une variable de gouvernance macro-industrielle.*

C'est un changement de périmètre qu'aucun des trois volumes précédents n'avait à formuler. Il n'invalide pas la doctrine architecturale ; il la subordonne à un arbitrage qui dépasse le périmètre du déployeur.

Matrice d'arbitrage CTO

Quatre contraintes, quatre questions, quatre preuves minimales, quatre risques.
L'instrument n'est pas un benchmark, c'est un audit.

Contrainte	Question CTO	Preuve minimale	Risque si absent
Capacité allouée	Le site dispose-t-il d'une convention de raccordement signée avec le TSO, ou d'une simple lettre d'intention ?	Convention RTE ou équivalent national signée, indiquée à une puissance maximale soutirable, datée.	Engagement présenté comme garanti alors qu'il dépend du SDDR à venir, allocation reclassée en cas de priorisation industrielle.
Calendrier	À quelle date le poste source est-il livré, distinctement de la date d'ouverture du datacenter ?	Calendrier de mise sous tension fourni par le TSO, audit indépendant des jalons critiques.	Mise en service IT antérieure à la mise sous tension, exploitation sur groupes diesel ou gaz captif.
Concordance	Quelle fraction de la charge est couverte par PPA long terme (15 ans et plus), quelle fraction par marché de gros ?	Contrats de fourniture déclarés, durée moyenne pondérée, exposition au prix spot, certificats d'origine au pas horaire.	Coût marginal d'inférence non bornable sur l'horizon contractuel, défaut de soutenabilité au regard de la CSRD.
Intensité carbone	Quelle est l'intensité carbone moyenne et marginale du grid de localisation, attestée par un certificateur indépendant et localisable causalement ?	Données EEA et Ember au pas annuel, certificats GO horaires, méthodologie GHG Protocol Scope 2 documentée, attribution causale du compute déclarée.	Allégation environnementale non défendable au sens du droit applicable de la consommation et du reporting de durabilité.

Cette matrice sépare ce qui se prouve de ce qui s'annonce, et elle aligne le périmètre de la décision CTO sur le périmètre des engagements réglementaires.

Trois figures contemporaines

Le différentiel entre architectures américaines et européennes n'est pas un défaut moral, c'est une asymétrie de périmètre d'arbitrage.

1. **États-Unis, l'internalisation de la production.** Stargate annoncé en janvier 2025 à la Maison Blanche, 500 milliards de dollars d'engagement, 10 GW de capacité datacenter visés d'ici 2029, dont 7 GW alloués dès septembre 2025. Anthropic a annoncé un investissement complémentaire de 50 milliards de dollars en novembre 2025. Cinq grands groupes technologiques ont engagé environ 400 milliards de dollars de capex en 2025, avec progression annoncée de 75% pour 2026. Le pipeline mondial d'ofttake conditionnel SMR est passé de 25 GW fin 2024 à 45 GW en mai 2026 selon l'IEA. Lorsque le réseau ne peut livrer assez vite, les hyperscalers développent du gaz captif : Global Energy Monitor recense environ 38 GW de capacité gaz en développement aux États-Unis, dont environ un quart dédié aux datacenters. *La charge IA s'installe à côté de la centrale, ou la centrale redémarre pour la charge.* Le périmètre d'arbitrage du déployeur américain inclut la décision de génération électrique elle-même.
2. **Europe, la composition régulée.** Campus IA franco-émirati 1,4 GW à instruire ; AWS European Sovereign Cloud généralement disponible depuis le 15 janvier 2026 à Brandenburg, 7,8 milliards d'euros d'investissement, opéré sous droit allemand et scruté par le BSI ; programme EPR2 cadencé sur 2029-2050 ; offre RTE de 35 sites prêts à l'emploi. L'investissement européen n'est pas inférieur en niveau d'engagement, il est différent en structure. Le déployeur européen achète une fourniture à un opérateur historique sous tutelle régulatoire et politique ; il n'achète pas une centrale, et il ne déclenche pas, par sa seule décision, la construction d'une nouvelle unité de production. Il opère son PUE, il négocie son contrat de fourniture, il optimise son refroidissement, il choisit ses régions. Il signe un calendrier qu'il n'a pas écrit.
3. **Lecture comparative.** Le périmètre d'arbitrage n'est pas le même. Aux États-Unis, le périmètre couvre la charge IA et la décision de génération qui l'alimente, parfois sur la même parcelle. En Europe, le périmètre couvre la charge IA et la composition contractuelle avec un acteur public dont la planification dépasse le système IA en cause. Les deux sont des choix d'architecture industrielle, et chacun produit ses contraintes propres : intégration verticale privée d'un côté, composition régulée de l'autre. Le V4 ne propose pas de répliquer l'intégration verticale américaine. Il propose de rendre la composition régulée européenne lisible, défendable et instrumentée. *Une CTO européenne qui compose avec RTE, EDF et la Commission de régulation de l'énergie ne fait pas un choix par défaut faute d'EPR privatisable. Elle opère dans un périmètre où la souveraineté énergétique se construit comme bien composite.*

Implications réglementaires européennes et non-localisabilité causale

Trois corpus réglementaires structurent la défendabilité énergétique d'un système IA en environnement européen. Aucun des trois n'a la même force opposable, et la confusion entre eux est elle-même une source de risque.

Le Code of Practice GPAI, publié par l'AI Office le 10 juillet 2025, opérationnalise les obligations Article 53 de l'AI Act. Les obligations d'Article 53 sont entrées en application le 2 août 2025 pour les nouveaux modèles mis sur le marché à compter de cette date ; les modèles déjà en marché disposent d'un délai jusqu'au 2 août 2027 pour se mettre en conformité. Le Code of Practice est volontaire, mais l'adhésion crée une présomption réfragable de conformité. Sa Section Transparence, articulée à l'Annexe XI de l'AI Act, exige que chaque fournisseur complète un Model Documentation Form documentant l'architecture, les données d'entraînement, les ressources de calcul et la consommation énergétique d'entraînement. Cette documentation est conservée dix ans, transmissible à l'AI Office et aux fournisseurs aval sur requête motivée. Sanctions Article 53 jusqu'à 15 millions d'euros ou 3% du chiffre d'affaires mondial.

C'est ici qu'apparaît le seul point d'ironie utile du volume, signalé comme tel. La version finale du Code of Practice introduit une exemption en clair sur la divulgation énergétique. *Les fournisseurs sont exemptés de divulguer la quantité d'énergie utilisée pour entraîner un modèle s'ils manquent d'informations critiques de la part d'un fournisseur de calcul ou de matériel.* Le législateur reconnaît, dans la formulation même de l'obligation, que la traçabilité énergétique d'un modèle entraîné chez un tiers peut être indisponible faute de coopération du fournisseur. *Une obligation dont la levée est prévue par le législateur n'est pas une obligation, c'est une déclaration d'intention.*

Cette exemption n'est pas une bizarrerie de rédaction. Elle traduit un problème de structure que le présent volume nomme : la *non-localisabilité causale énergétique*. Dans une chaîne hyperscaler distribuée multi-régions, l'énergie marginale consommée par une inférence donnée n'est pas attribuable physiquement avec la précision que les régulateurs supposent. Le compute est routé dynamiquement entre régions, l'allocation GPU est partagée, le mix de production électrique varie heure par heure, les certificats d'origine sont fongibles à l'échelle annuelle, les garanties de provenance se compensent par achat sur des marchés secondaires. La chaîne de causalité énergétique se fracture entre quatre acteurs : le fournisseur de modèle externalise le compute ; le cloud provider externalise l'électricité ; l'opérateur de réseau externalise la production ; le PPA externalise la garantie d'origine. Aucun de ces acteurs ne dispose seul d'une chaîne de preuve causale au pas horaire et localisée. Et pourtant, les allégations ESG, les claims green AI, les obligations CSRD et les obligations GPAI reposent implicitement sur cette capacité d'attribution.

C'est le même pattern que celui que les volumes précédents et les articles antérieurs ont décrit pour l'orchestration agentique : la non-localisabilité causale produit une dilution de responsabilité, qui se traite par signature explicite ou ne se traite pas. *L'énergie marginale d'une inférence ne se localise pas, elle se déclare.* Pour un déployeur en environnement régulé, la conséquence est opératoire : la traçabilité énergétique défendable doit être obtenue par contrat bilatéral avec le fournisseur d'infrastructure, par certificats d'origine au pas horaire, par signature contractuelle de la chaîne de provenance, ou perdue.

La directive CSRD inscrit la consommation énergétique d'entraînement dans le périmètre du reporting de durabilité des entreprises soumises à son champ d'application. Sur le terrain des allégations adressées aux consommateurs, le paysage réglementaire est en mouvement. Le projet de directive Green Claims, déposé en mars 2023, a fait l'objet d'une annonce de retrait par la Commission européenne le 20 juin 2025 sans retrait formel à la date du présent volume ; le dossier est dormant. L'instrument effectivement applicable est la directive Empowering Consumers for the Green Transition (ECGT), adoptée en mars 2024, dont la transposition nationale était attendue au 27 mars 2026 et l'application au 27 septembre 2026. L'ECGT prohibe en particulier les allégations environnementales génériques non substantiées, y compris les claims de neutralité carbone fondés sur compensation. À titre d'ordre de grandeur, l'intensité moyenne 2023 du mix électrique européen s'établit à 242 gCO₂/kWh selon Ember, en baisse de 17% sur l'année et de 40% sur la décennie selon l'EEA, avec une dispersion considérable : Pologne 662 gCO₂/kWh, Tchéquie 450, Allemagne 371, Suède et France parmi les plus bas. *Un modèle entraîné en Pologne et un modèle entraîné en France ne sont pas le même objet réglementaire au regard du reporting de durabilité.* La différence est défendable devant un certificateur, à condition d'être documentée et causalement attribuable.

La NIS2, enfin, ne « requalifie » pas les datacenters par leur raccordement, contrairement à une lecture parfois entendue. Les fournisseurs de services de centre de données figurent directement à l'Annexe I de la directive (digital infrastructure) : les grandes entreprises du secteur (250 employés et plus, ou 50 M€ de chiffre d'affaires et plus) sont automatiquement *entités essentielles*, les moyennes entreprises (50 employés ou 10 M€) sont *entités importantes*, sauf désignation nationale plus stricte. La qualification est sectorielle et liée à la taille, pas au profil de raccordement. Ce qui se joue à l'interface énergétique tient à l'Article 21 de la directive : les obligations de gestion des risques cyber incluent explicitement la sécurité de la chaîne d'approvisionnement et la dépendance critique à d'autres secteurs réglementés, dont l'énergie figure également à l'Annexe I. La conséquence opératoire : un datacenter de très grande puissance ne devient pas essentiel parce qu'il consomme beaucoup ; il l'est déjà par sa taille et son secteur. Sa criticité énergétique se traduit en obligations de continuité, de cartographie de dépendances et de notification d'incident touchant son alimentation, opposables aux

mêmes autorités nationales (ANSSI en France, BSI en Allemagne) qui supervisent par ailleurs ses obligations cyber.

La limite authentique : souveraineté sous allocation

Le point doctrinal le plus austère du volume doit être formulé sans atténuation.

Une infrastructure dont la souveraineté de garde est imparfaite (Volume 1) se compense par chiffrement des données au repos et en transit, par séparation des clés, par registre cryptographique des accès. Le défaut se traite par instrument de preuve. *La preuve devient l'agent de la souveraineté.*

Un silicium non-européen (Volume 2) se compense par souveraineté composite : audit strate par strate, redondance fournisseur, qualification d'alternatives, plans de continuité industrielle. Le défaut se traite par diversification structurée. *La diversification devient l'agent de la souveraineté.*

Un modèle dont l'auditabilité des poids est imparfaite (Volume 3) se compense par chaîne tripartite : poids inspectables et figeables, données documentées, versions gouvernées dans la durée. Le défaut se traite par instrumentation contractuelle et technique. *L'instrumentation devient l'agent de la souveraineté.*

Une absence d'énergie allouée ne se compense pas par instrument architectural propre au déployeur. Elle ne se chiffre pas, ne se diversifie pas, ne s'instrumente pas du seul côté du système IA. Elle dépend d'un système externe, le réseau de transport, dont les arbitrages ne sont pas pilotés par l'architecte du système. Un site qui ne dispose pas de sa convention de raccordement à la date d'ouverture prévue n'a pas de plan B équivalent. Il peut décaler la mise en service jusqu'à ce que le poste source soit livré, ce qui désaligne tous les engagements aval. Il peut basculer en gaz captif, ce qui dégrade l'intensité carbone et pose un problème de défendabilité au regard de la CSRD et du futur régime ECGT. Il peut renoncer au site, ce qui invalide l'investissement infrastructurel. Aucune de ces issues ne préserve à la fois la trajectoire industrielle, la trajectoire réglementaire et la trajectoire environnementale.

C'est pourquoi le quatrième opérateur doctrinal n'est pas la preuve, ni la diversification, ni l'instrumentation. Il est *l'allocation*. La souveraineté énergétique est une **souveraineté sous allocation**, c'est-à-dire une souveraineté dont l'instrument central est une décision d'attribution prise par un tiers (l'opérateur de réseau, en composition avec l'État planificateur), opposable au déployeur dans le temps long. La distinction qui tranche, à ce stade ultime, est entre les trois couches que l'architecte instrumente et la quatrième qu'il négocie. *Sur les trois premières couches, la souveraineté est ce qu'on prouve. Sur la quatrième, la souveraineté est ce qu'on obtient.*

L'objection prévisible est de répondre que cette asymétrie est temporaire, et qu'elle se résorbera à mesure que la production électrique européenne se renforcera. C'est une espérance, pas un instrument. La doctrine ne fonctionne pas avec des espérances. Pivot keystone du présent volume : *un PPA est une décision plus longue qu'un modèle*. Pivot complémentaire physique : *un GPU sans MW n'est pas un GPU*. Un CTO qui n'a pas instrumenté ces deux distinctions, et qui n'a pas explicité que la décision d'allocation lui échappe en partie, n'a pas pris la mesure du système qu'elle pilote.

Conclusion : doctrine close, audit ouvert

L'arc des quatre volumes est désormais bouclé. La souveraineté numérique européenne se construit sur quatre couches, dont trois se composent par instrument architectural et une se demande à un autre.

La couche infrastructure se prouve par chaîne de signatures cryptographiques. La couche fabrique se diversifie strate par strate selon une grille à trois verdicts. La couche modèle s'instrumente par triade auditabilité-données-versions. La couche énergétique s'alloue auprès d'un opérateur de réseau dont la planification dépasse celle du système numérique qu'il alimente. Sur les trois premières, la décision tient au sein du périmètre du déployeur. Sur la quatrième, elle excède ce périmètre, et entre dans la matrice d'arbitrage stratégique de l'État énergétique, où l'IA concourt avec la sidérurgie décarbonée, l'hydrogène industriel, l'électrification du transport lourd, le chauffage urbain et les exigences de résilience réseau.

C'est la conséquence civilisationnelle du Volume 4, et elle ne disparaîtra pas par sophistication architecturale. *Aux échelles qui structurent la frontière, l'IA n'est plus un sujet de gouvernance numérique, elle est une variable de gouvernance macro-industrielle.*

Le saut suivant n'est plus une cinquième couche. L'arc est complet. Le saut suivant est la transformation de la doctrine composite en instrument exécutable : protocole d'audit, grille d'arbitrage signée, méthode de qualification opposable à un comité d'architecture ou à un organisme notifié. Sans cette transformation, une doctrine, fût-elle juste, court le risque de toute architecture intellectuelle complète : devenir cohérente sans devenir opérante. La présente série a tâché d'éviter ce sort en ancrant chaque thèse dans des contraintes physiques observables, dans des régimes réglementaires datés, dans des asymétries vérifiables et dans des instruments auditables. Le passage à l'audit exécutable est l'épreuve qui qualifiera le corpus, ou ne le qualifiera pas.

Sur la souveraineté énergétique elle-même, la doctrine se résume en une phrase : *trois couches s'instrumentent, la quatrième s'alloue*. Et sur l'ensemble de la pile : *la souveraineté numérique européenne est composite, elle est temporellement asymétrique, et elle est, dans sa quatrième couche, sous allocation*.