

acatech IMPULS

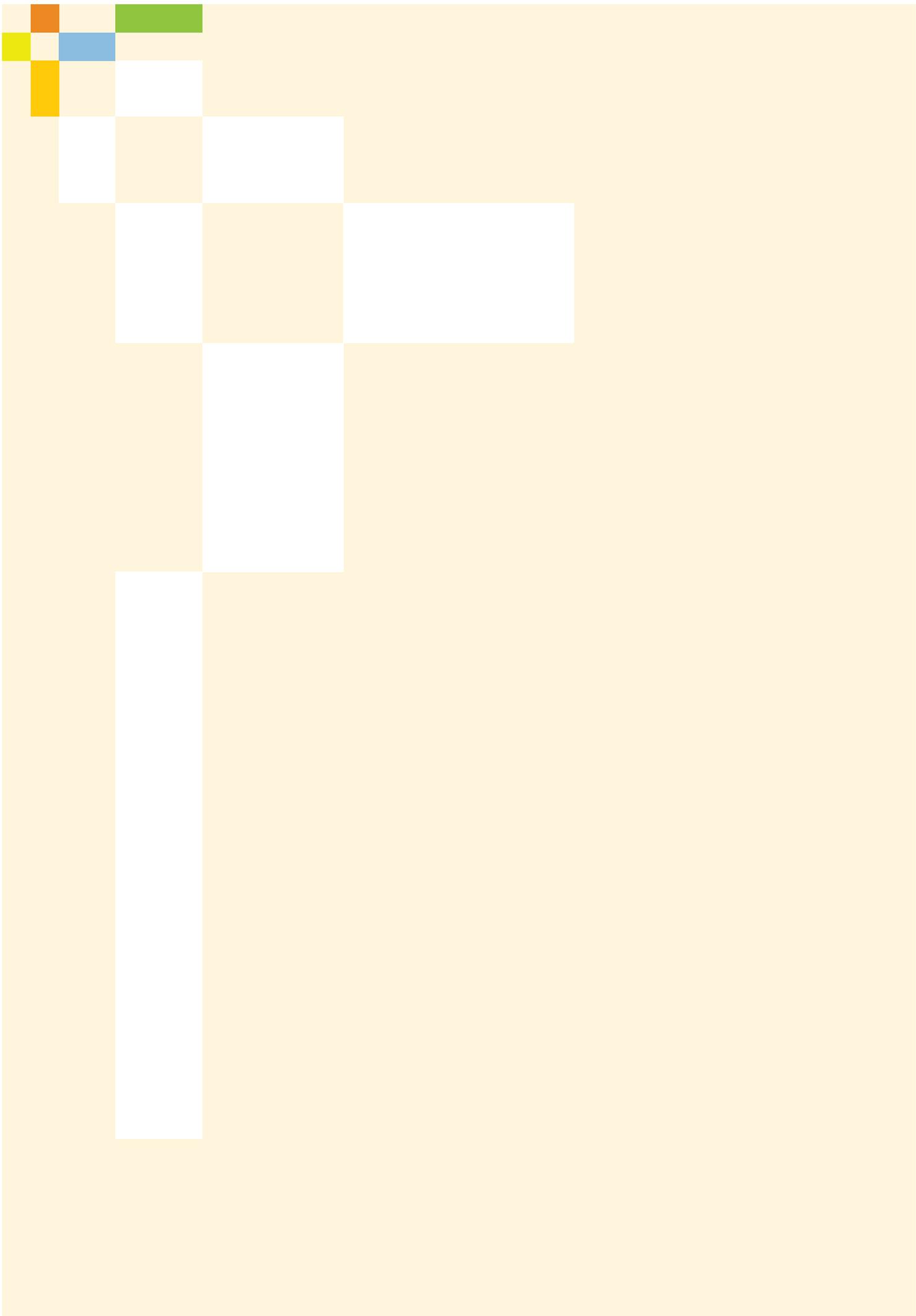
Souveraineté numérique

Statu quo et champs d'action

Henning Kagermann, Karl-Heinz Streibich,
Katrin Suder

 acatech

DEUTSCHE AKADEMIE DER
TECHNIKWISSENSCHAFTEN



acatech IMPULS

Souveraineté numérique

Statu quo et champs d'action

Henning Kagermann, Karl-Heinz Streibich,
Katrin Suder



La série IMPULS d'acatech

Cette série propose des contributions au débat et des pistes de réflexion sur des questions techniques et de politique technologique d'avenir. Ces publications examinent des possibilités d'action et s'adressent aux mondes de la politique, des sciences et de l'économie ainsi qu'au public intéressé. Le contenu des impulsions relève de la responsabilité de leurs auteurs respectifs.

Toutes les publications d'acatech parues à ce jour sont disponibles à l'adresse www.acatech.de/publikationen.

Sommaire

Avant-propos	5
Collaborateurs	6
Personnes interviewées	7
1 La souveraineté numérique pour l'Allemagne et l'Europe	8
2 L'architecture en couches des technologies	10
Niveau 0 : Matières premières et biens intermédiaires	12
Niveau 1 : Composants	13
Niveau 2 : Infrastructures de communication	16
Niveau 3 : Infrastructure à la demande (IaaS)	18
Niveau 4 : Plateforme service (PaaS)	20
Niveau 5 : Espaces de données européens	22
Niveau 6 : Technologies logicielles	25
Niveau 7 : Système juridique et de valeurs de l'Union européenne	27
Bibliographie	29

Avant-propos

La souveraineté numérique est devenue l'une des questions politiques les plus essentielles pour l'avenir. Chaque nouveau domaine de la vie privée, économique et publique dans lequel nous utilisons des plateformes et des applications numériques renforce l'importance de la souveraineté.

La souveraineté numérique n'est pas seulement déterminante pour la compétitivité, mais aussi pour l'autodétermination politique de l'Union européenne et de ses États membres, la capacité d'innovation des entreprises et la liberté des instituts de recherche et de tous les Européens dans le monde numérique.

La souveraineté numérique européenne doit donc tracer son propre chemin vers la transition numérique. Les objectifs poursuivis ne peuvent être ni des interventions de l'État et un repli sur soi à l'aide d'un « Grand Firewall » ni l'établissement de facto de normes déterminantes par les forces du marché. L'idée d'une souveraineté numérique européenne vise plutôt une transition numérique qui assure une liberté de choix, respecte le droit et le système de valeurs européens, est ouverte sur le monde et promeut une concurrence loyale.

Au cours de sa présidence du Conseil de l'Union européenne, l'Allemagne a plaidé pour la souveraineté numérique comme principe directeur de la politique numérique européenne. La né-

cessité d'une action stratégique au niveau européen a été récemment de nouveau soulignée dans une lettre ouverte commune de la chancelière allemande et des Premières ministres danoise, estonienne et finlandaise à la présidente de la Commission. Avec le projet GAIA-X, les précurseurs européens ont déjà jeté les bases de la standardisation d'une infrastructure de données européenne fiable fondée sur le système de valeurs européen et les droits fondamentaux.

L'élaboration d'une stratégie concrète pour atteindre cette vision européenne commune de la souveraineté numérique relève du numéro d'équilibriste : des solutions pratiques sont nécessaires pour faire face aux dépendances technologiques dans le domaine numérique, mais dans le même temps, la prospérité doit être promue par une coopération internationale et une répartition globale du travail.

Avec ce nouvel IMPULS, nous souhaitons, en collaboration avec de nombreux experts qui nous ont apporté leurs connaissances et leurs perspectives, contribuer à une définition concrète de la souveraineté numérique européenne et à l'élaboration de possibilités d'actions pratiques à tous les niveaux technologiques concernés.

Prof. Dr Henning Kagermann

Karl-Heinz Streibich

Dr Katrin Suder



Collaborateurs

Auteurs

- Prof. Dr Henning Kagermann
- Karl-Heinz Streibich
- Dr Katrin Suder

Coordination et rédaction par le bureau d'acatech

- Florian Süssenguth
- Dr Johannes Winter

Avec le soutien du bureau d'acatech

- Juliane Abdeen
- Dr.-Ing. Patrick Bollgrün
- Alexander Grieb
- Dr Jorg Körner
- Dr Martina Kohlhuber
- Peter Kraemer
- Dr Annka Liepold
- Joachim Sedlmeir
- Christoph Uhlhaas
- Sebastian Witte
- Diana Xu

Personnes interviewées

- Adel Al-Saleh, T-Systems International GmbH
- Dr.-Ing. Michael Bolle, Robert Bosch GmbH
- Sanjay Brahmawar, Software AG
- Dr Svend Buhl, NXP Semiconductors
- Dr Vanessa Cann, KI Bundesverband e. V.
- Mike Cosse, SAP SE
- Martin Fassunge, SAP SE
- Peter Ganten, Univentio GmbH
- Dr Norbert Gaus, Siemens Healthineers AG
- Lisa Gradow, Bundesverband Deutsche Startups e. V.
- Prof. Dietmar Harhoff, Ph. D, MPI für Innovation und Wettbewerb
- Dr. Ralf Herbrich, Zalando SE
- Dr Stefan Hofschen, Bundesdruckerei GmbH
- Dr.-Ing. Stefan Joeres, Robert Bosch GmbH
- Thorsten Küpper, Qualcomm Technologies Inc.
- Rafael Laguna de la Vera, Agence fédérale allemande pour les innovations de rupture
- Dr. Jürgen Müller, SAP SE
- Claudia Nemat, Deutsche Telekom AG
- Prof. Dr.-Ing. Boris Otto, Fraunhofer Cluster of Excellence Cognitive Technologies, Forschungszentrum Data Spaces
- Manfred Paeschke, Bundesdruckerei GmbH
- Prof. Dr Peter Parycek, Fraunhofer FOKUS
- Dr.-Ing. Reinhard Ploss, Infineon Technologies AG
- Frank Riemensperger, Accenture GmbH
- Siim Sikkut, ministère de l'Économie et de la Communication de la République d'Estonie
- Dr Peter van Staa, Robert Bosch GmbH
- Joe Sullivan, Cloudflare Inc.
- Dr Claudia Thamm, Bundesdruckerei GmbH
- Prof. Dr Wolfgang Wahlster, DFKI
- Prof Dr. Michael Waidner, Fraunhofer SIT
- Arne Weber, IMS Evolve Ltd.
- Dr Richard Weber, Cliqz MyOffr GmbH
- Oliver Zipse, BMW AG

Autres contributions

- BASF SE
- micro resist technology GmbH

Le présent IMPULS d'acatech reproduit les positions et les estimations issues des entretiens menés, mais cela n'exclut pas que certaines personnes interviewées puissent avoir d'autres points de vue sur certaines questions.



1 La souveraineté numérique pour l'Allemagne et l'Europe

1.1 Définition et importance de la souveraineté numérique

La transition numérique transforme des secteurs entiers. Les technologies et les services numériques créent des marchés entièrement nouveaux. Tandis que les États-Unis et la Chine ont pris une avance considérable dans l'économie des plateformes proches des consommateurs, **dans le secteur industriel, la compétition mondiale** n'a pas encore vu émerger de vainqueur.

Afin de maintenir une **capacité d'innovation** industrielle et conserver un certain **degré de liberté face aux litiges commerciaux internationaux** qui menacent de survenir, une discussion doit avoir lieu en Allemagne et en Europe sur la souveraineté numérique dans les domaines technologiques critiques. Dans le **contexte européen**, il y a lieu de suivre **une nouvelle voie originale**, fondée sur une stratégie cohérente.

La **souveraineté numérique** désigne la capacité des individus, des entreprises et des pouvoirs politiques de décider librement comment la transition numérique doit être mise en œuvre et quelles priorités elle doit suivre. Dans ce contexte, il existe **trois leviers** essentiels :

1. **Des technologies et des données adaptées doivent être disponibles**, qu'elles soient elles-mêmes contrôlées ou que leur accès soit garanti, et ce, même en temps de crise.
2. **Les entreprises, les organismes publics et un nombre suffisant de professionnels doivent disposer des compétences nécessaires** pour évaluer, contrôler et mettre en œuvre les technologies numériques.
3. **Le marché intérieur numérique de l'Union européenne** doit permettre aux entreprises de faire évoluer avec succès des modèles d'affaires, des produits et des services reposant sur les technologies numériques. Un accompagnement par la réglementation et la politique industrielle est par ailleurs nécessaire, notamment pour compenser des désavantages systémiques tels que l'écart de capital-risque par rapport aux États-Unis ou l'accès limité au marché chinois.

L'objectif de toutes les mesures prises devrait être une **industrialisation** marquée par le numérique **en Europe** et, sur la base de cette dernière, une **mise à l'échelle mondiale** des technologies permet-

tant de générer de la valeur ajoutée. Cela contribuera également à surmonter la **faiblesse** notoire **du transfert des connaissances en Europe** malgré un secteur de la recherche de premier plan.

À l'avenir, les **technologies numériques clés** devraient être **accompagnées jusqu'au plus haut niveau de maturité technologique** par un regroupement des objectifs et des activités des domaines pertinents.

Le cadre juridique européen ne devrait cependant pas viser un repli sur soi par rapport aux acteurs étrangers, tels que les hyperscalers américains et chinois. À l'inverse, les **entreprises technologiques** mondiales devraient être **soumises aux conditions européennes**, notamment en matière de cybersécurité, de protection des données et de droits des personnes.

1.2 L'objet central de la présente publication : le levier des technologies et des données

La présente publication se concentre sur le **levier des technologies et des données**. Cependant, **les trois leviers jouent tous un rôle crucial** dans l'atteinte de la souveraineté numérique : une technologie ou un groupe de technologies ne peut pas réussir seul à l'échelle mondiale. Le succès mondial repose également sur des compétences en matière d'évaluation et d'application ainsi qu'un accompagnement réglementaire stratégique en matière de politique industrielle afin de compenser les désavantages que subit l'Europe dans ses efforts en vue de changer d'échelle.

Afin de mettre l'accent sur la dimension de la souveraineté numérique et de prendre en considération l'**importance croissante des écosystèmes numériques**, la présente publication propose une **architecture technologique en couches modernisée** (voir l'illustration n° 1), qui permet une différenciation plus précise que la distinction couramment faite entre les microprocesseurs, le matériel informatique et les logiciels et replace dans le contexte général d'autres niveaux pertinents à l'heure actuelle.

L'évaluation et la discussion du niveau de souveraineté numérique pour chaque technologie se font ainsi **en suivant les huit niveaux définis**. Ce faisant, nous pourrions identifier les **domaines technologiques les plus pertinents** et les plus abordables au sens de la définition choisie pour la souveraineté numérique et actuellement **liés aux mesures politiques les plus nécessaires**. Les **exemples d'institutions et de laboratoires vivants** mentionnés dans l'architecture en couches peuvent servir de **points de référence** pour les travaux ultérieurs.

1.3 Recommandations de mesures globales

La présente publication se veut **le point de départ d'un débat plus large sur la souveraineté numérique** en présentant avec l'architecture en couches un champ d'action possible et **une première analyse de chaque niveau**.

Cependant, pour réaliser une étude détaillée de la souveraineté numérique de l'Allemagne et de l'Europe, un **approfondissement systématique de chaque niveau** et des **deux autres leviers est nécessaire**.

Par ailleurs, il faudrait utiliser des **processus prospectifs** pour **identifier** le plus tôt possible les **domaines** qui seront pertinents à l'avenir pour la souveraineté numérique. Sur cette base, des **mesures** ciblées pourront être prises rapidement.

Il serait également souhaitable de mettre en place, en s'appuyant sur une analyse axée sur les niveaux, un **suivi des compétences pour ces domaines**, en fonction de **l'interaction entre plusieurs technologies** à des niveaux différents et superposés les uns aux autres. Des exemples de cette interaction ont émergé ces dernières années, notamment :

- **La stratégie des hyperscalers américains** dans le domaine du B2C : la suprématie des hyperscalers américains dans le secteur des infrastructures en nuage (niveau 3) sert de socle à leur dominance dans le domaine des plateformes, des données et, dans une certaine mesure, des logiciels (niveaux 4, 5 et 6), car elle produit un effet de verrouillage sur les niveaux inférieurs qui lie les consommateurs à leur écosystème, quel que soit le niveau concerné.
- **L'infrastructure de données européenne GAIA-X** : afin de réduire ces effets de verrouillage et la dépendance aux hyperscalers américains et chinois, une infrastructure de données numérique ouverte, fédérée, sûre et fiable doit être créée pour l'Europe sur la base des valeurs européennes, en définissant des normes contraignantes pour les fournisseurs européens et étrangers et en garantissant l'interopérabilité et la portabilité. Cette infrastructure de données pourrait servir de base à un écosystème numérique.
- **Intelligence artificielle (IA) et systèmes autonomes** : la création d'une nouvelle valeur ajoutée dans le secteur industriel implique de contrôler l'ensemble de la chaîne de production dans le domaine de l'IA : le matériel et les microprocesseurs

spécialisés, la génération et le traitement des données, les algorithmes et les logiciels, les capteurs et les actionneurs.

- **Informatique quantique (IQ)** : La future création de valeur à l'aide de logiciels et d'algorithmes ne peut être garantie qu'en maintenant une base solide dans le domaine des composants et en créant des capacités européennes pour le matériel informatique quantique^{1, 2}.

Ces exemples montrent l'importance d'une **analyse des forces et des faiblesses actuelles** de chaque niveau. Premièrement, celle-ci permet une régulation stratégique et une **politique industrielle adaptées aux questions d'avenir**. De vastes **alliances stratégiques** avec d'autres États pertinents pour les technologies de l'architecture en couches doivent faire partie intégrante des efforts en vue d'atteindre la souveraineté numérique, et ce, afin de limiter le plus possible les dépendances unilatérales et trop fortes envers certaines régions économiques.

1.4 Résumé

L'**élément le plus important** de la souveraineté est la **liberté de conception**. Dans le monde numérique, cela signifie la **liberté de choisir** ou non une technologie.

L'essentiel est de pouvoir choisir **entre plusieurs fournisseurs**. **Le protectionnisme n'est pas la bonne solution** : la souveraineté numérique est garantie par l'existence d'autant d'offres prospères que possible.

Dans les domaines **où il n'existe pas de liberté de choix**, les stratégies globales suivantes sont **recommandées** :

- Les technologies ne doivent pas simplement être copiées, mais développées et maîtrisées à l'aide d'investissements dans la **prochaine génération**.
- Les effets de verrouillage dans certaines technologies doivent être évités en définissant des **normes ouvertes** et en garantissant **l'interopérabilité, la portabilité et la marchandisation** de ces technologies.
- Les **actifs d'importance stratégique** de l'Allemagne et de l'Europe dans les réseaux de valeurs mondiaux doivent être consolidés, non pas par un isolement, mais par une croissance mondiale.

Les orientations stratégiques en faveur **de l'innovation, de la viabilité et de la prospérité** en Europe entraînent ainsi dans de nombreux cas un renforcement de la souveraineté numérique.

1 | Voir Kagermann et al., 2020.

2 | Voir Buchenau et al., 2021.



2 L'architecture en couches des technologies

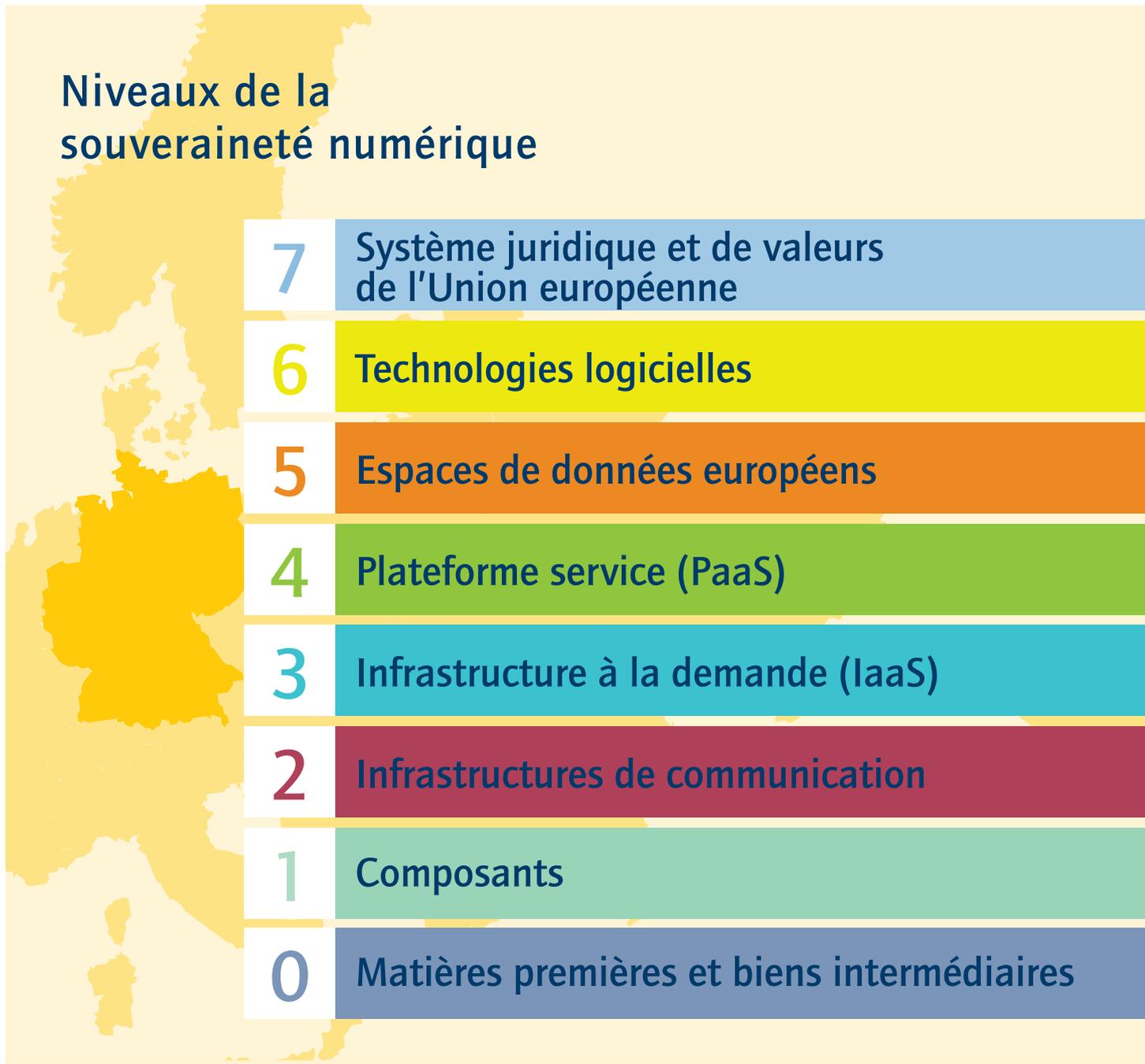


Illustration n° 1 : Architecture en couches des niveaux superposés de la souveraineté numérique (source : représentation propre)

Éléments/Domaine de focalisation**Laboratoires vivants et institutions**

Cybersecurity, cryptographie, **identité numérique**, certification UE (protection des consommateurs) et normes

Laboratoire vivant : Cybersecurity Center
Institution : BSI et réseau allemand de cyberrégions

Développement d'applications, bureautique, ERP, IA, intergiciels, logiciels de robotique, chaîne de blocs, algorithmes, **Open source européen**, RR/RA, IQ

Laboratoire vivant : aucun
Institution : Agence féd. pour les innovations de rupture, Association d'IA

P. ex. pour la **mobilité**, la santé, le secteur public ou l'espace public numérique

Laboratoire vivant : Espace de données
Mobilité Institution : GAIA-X, stratégies européennes et allemandes pour les données

Écosystèmes d'applications et de développement B2B et B2C (couche d'abstraction, technologie des conteneurs), IQ, IA, **IdO**

Laboratoire vivant : aucun
Institution : GAIA-X/Achèvement du marché intérieur européen

Écosystèmes en nuage virtuels et distribués, technologies de périphérie, IQ, centres d'IA et de CHP

Laboratoire vivant : **Gardener** (Deutsche Telekom, SAP, Bosch ...)
Institution : GAIA-X

Infrastructures à large bande, réseaux de communication mobile (**Open RAN**), système de navigation Galileo

Laboratoire vivant : **Open RAN**
Institution : Alliance O-RAN

Microprocesseurs, capteurs, actionneurs, technologies de fabrication et technologies de base, impression 3D, IQ, IA

Institution : PIIEC dans le domaine de la microélectronique

Terres rares, etc. ...

Institution : Agence allemande des matières premières (BMW i)



0

Matières premières et biens intermédiaires

Terres rares, etc.

Institution : Agence allemande des matières premières (ministère fédéral de l'Économie et de l'Énergie)

Éléments de ce niveau

Ce niveau recouvre le **domaine très hétérogène des matières premières et des biens intermédiaires** utilisés dans la production de composants électroniques tels que les microprocesseurs et les batteries. Les **terres rares** sont l'exemple le plus connu des ressources irremplaçables contenues dans les appareils modernes. Les **produits chimiques industriels** de grande pureté et de grande qualité utilisés dans le processus de fabrication sont tout aussi importants.

Par ailleurs, la demande de nouvelles **matières premières de haute technologie** est en augmentation. Les **matières fonctionnalisées**, telles que les points quantiques, dont les propriétés d'absorption et d'émission peuvent être ajustées avec précision en choisissant la taille des particules et en manipulant la surface de celles-ci, sont un exemple de ces nouvelles matières.

Statu quo

Une **délocalisation des réseaux de création de valeur vers l'Asie** s'est opérée ces dernières décennies pour de nombreuses matières premières et de nombreux biens intermédiaires. Les raisons de cette délocalisation sont, outre les **avantages en matière de coûts**, la **proximité avec des clients importants** avec qui sont développées les innovations et une réduction des distances de transport, qui constitue un avantage écologique.

La **dépendance globalement croissante** des fabricants européens envers les fournisseurs américains et chinois de matières premières et de biens intermédiaires qui en résulte constitue un **défi majeur, notamment pour les PME**, qui n'ont pas beaucoup d'influence sur les conditions fixées par les fournisseurs du fait de leur pouvoir de marché limité.

Solutions proposées

À ce niveau, il **n'est pas possible d'atteindre l'autonomie**. Les **dépendances** actuelles peuvent être gérées par différentes mesures qui pourraient être regroupées dans le cadre d'une **stratégie actualisée pour les matières premières** :

- un **suivi continu** de la demande de matières premières et de la disponibilité de celles-ci par l'**Agence allemande des matières premières** et, le cas échéant, un élargissement de ce suivi aux biens intermédiaires plus complexes ;
- des **initiatives politiques** visant, d'une part, à garantir l'accès aux matières premières et aux biens intermédiaires pour lesquels il n'existe qu'un seul fournisseur et, d'autre part, à renforcer l'indépendance, par exemple en trouvant une deuxième source de matières premières ou en encourageant le développement de capacités de production pour les produits chimiques industriels ;
- un recours accru à l'**économie circulaire** afin de **réduire le volume des importations** de certaines matières premières et une **promotion de la recherche de produits de substitution** pour les matières premières rares.

Résumé

L'économie européenne va rester dépendante à long terme des importations de matières premières. Seuls un **suivi continu**, des **actions préventives** et le **développement d'autres solutions** permettraient d'éviter un niveau critique de dépendance. La création d'une relation de dépendance mutuelle est cependant envisageable pour les matières premières de haute technologie.

1 Composants

Microprocesseurs, capteurs, actionneurs, technologies de fabrication et technologies de base, impression 3D, IQ, IA

Institution : PIIEC dans le domaine de la microélectronique

Éléments de ce niveau

Le niveau des composants regroupe **les microprocesseurs, les capteurs et les actionneurs**. Étant à la base de toutes les infrastructures de niveau supérieur, ces **composants**, les **technologies de fabrication et les technologies de base** et, dans une certaine mesure, les outils logiciels de développement qui leur sont nécessaires revêtent une importance particulière, d'autant qu'ils se retrouvent de plus en plus souvent au **centre de conflits géopolitiques**, notamment entre les États-Unis et la Chine.

L'Allemagne est bien positionnée dans le **domaine des technologies de détection, d'actionnement et de fabrication** grâce à des entreprises historiques dans ces secteurs. Nous pouvons également mentionner plusieurs jeunes pousses, par exemple Q.Ant (détection quantique) et Franka Emika (robotique). L'Allemagne a également fondé ou renforcé des centres de recherche sur les bases techniques des interactions homme-machine. Du point de vue de la souveraineté numérique, il convient donc de **conserver ces points forts**.

L'exemple des microprocesseurs : statu quo

	Importance pour la souveraineté numérique	Niveau de dépendance à des pays extérieurs à l'UE	Degré de vulnérabilité en résultant
Niveau fonctionnel (produit en tant qu'objet fonctionnel en lui-même, sans fabrication)			
Processeurs pour l'IA, le traitement de données et la communication (4G/5G)			
Mémoire			
Capteurs			
Électronique de puissance			
Niveau conceptuel (capacité de développer les produits du niveau fonctionnel)			
Outils logiciels de conception (CAO) fondamentaux pour la conception de circuits			
Logiciels de conception complémentaires			
Technologies de base et technologies de fabrication (condition préalable à la fabrication de produits du niveau fonctionnel)			
Fabrication de microprocesseurs : produits hautement intégrés			
Fabrication de microprocesseurs : capteurs et électronique de puissance			
Conditionnement et test			
Équipement de fabrication (installations et machines spécialisées)			
Équipement pour la production de microprocesseurs			
Équipement de conditionnement			
Équipement de test			

Signification de l'échelle de couleurs

Faible				Élevé(e)
--------	--	--	--	----------

Illustration n° 2 : Carte thermique du domaine technologique des microprocesseurs : secteurs à favoriser en ce qui concerne la souveraineté numérique, dépendances existantes dans ceux-ci et vulnérabilités résultant de la structure actuelle de chaque secteur (source : représentation propre)



À ce niveau, les mesures politiques nécessaires concernent principalement les **microprocesseurs**.

La **situation est assez variable** dans ce domaine, qui est caractérisé par des chaînes logistiques internationales souvent très étendues et donc par un haut niveau de **dépendance à des régions économiques situées en dehors de l'UE**. Il en résulte de très grandes **vulnérabilités potentielles** qui varient selon le sous-secteur (voir l'illustration n° 2). Ces vulnérabilités ont été mises en évidence dans de nombreux domaines au premier trimestre 2021 par une situation concrète de pénurie.

Étant donné qu'un rattrapage dans tous les segments est peu probable et serait également économiquement inefficace, la question est alors de savoir dans quel segment l'Europe devrait **acquérir et renforcer des compétences et des capacités**. Celles-ci devraient à la fois être bénéfiques à la **souveraineté numérique de la base industrielle locale** et pouvoir être utilisées à l'**international comme monnaie d'échange dans les négociations**.

- **Microprocesseurs haut de gamme : le lien de dépendance technologique établi** pour les microprocesseurs haut de gamme basés sur des processus de fabrication d'une finesse de cinq nanomètres ou moins (« More Moore ») est **désormais difficile à rompre**. Seuls TSMC (Taiwan) et Samsung (Corée du Sud) sont capables de produire de tels microprocesseurs haut de gamme. Leur vérification au moment de leur mise en place et le cryptage des données traitées permettent cependant un certain degré de souveraineté. De même, pour la fabrication de **microprocesseurs pour des produits hautement intégrés**, les entreprises se tournent actuellement majoritairement vers Taïwan et la Corée du Sud. L'Allemagne ne dispose que de **compétences partielles dans les technologies de base** et de **compétences limitées dans les technologies de fabrication** pour ces microprocesseurs. Cependant, les principaux **fabricants de microprocesseurs dépendent à leur tour d'une entreprise européenne**. ASML (Pays-Bas), qui détient deux tiers du marché dans lequel elle évolue, est ainsi le plus grand fournisseur mondial de systèmes de lithographie, qui sont essentiels pour la fabrication de microprocesseurs. Zeiss et Trumpf sont pour leur part d'importants fournisseurs d'ASML. Ces entreprises européennes ont ainsi une certaine **position de force et de protection dans le système mondial des chaînes logistiques** pour les microprocesseurs haut de gamme.
- **Microprocesseurs spécialisés** : de nombreux projets dans les **domaines d'avenir** de la création de valeur industrielle

en Allemagne, comme l'internet des objets (IdO) et l'informatique de périphérie, les stations de téléphonie mobile fixes et les secteurs comme la construction automobile et l'industrie pharmaceutique, n'ont cependant **pas besoin de microprocesseurs haut de gamme** à la puissance brute optimisée.

Dans ces domaines, les aspects les **plus importants** sont souvent des **coûts réduits** et des propriétés telles qu'une **faible consommation d'énergie, une longue durée de vie** ou **des fonctions spécialisées**. Ces conditions peuvent être réunies avec des **processus de fabrication « d'un niveau suffisant »**, à savoir d'une finesse de 12 à 28 nanomètres. Cela suffit même pour des projets très innovants comme les microprocesseurs photoniques à base de silicium utilisés en informatique quantique.

Cependant, **l'Europe n'est pas non plus souveraine** en matière de microprocesseurs spécialisés, car elle ne dispose pas de **capacités de fabrication suffisantes**. S'il est vrai que **Globalfoundries** fabrique à Dresde des microprocesseurs gravés à une finesse de 20 nanomètres, l'entreprise n'a pas répondu **aux besoins de l'industrie européenne** ces dernières années et **appartient à une entreprise d'Abou Dhabi**.

Par ailleurs, le **rachat à venir d'ARM Limited** par l'entreprise américaine NVIDIA Corporation représente un **risque pour la souveraineté numérique européenne**. L'approbation du projet d'acquisition par les autorités de surveillance européennes devrait donc prévoir des conditions claires afin de maintenir l'accès à une importante **priorité intellectuelle** ainsi qu'à un **savoir-faire dans le domaine des microprocesseurs**, utiles pour les **systèmes intégrés et les appareils en réseau**.

Tandis que les investissements visant à rattraper le retard dans le domaine du « More Moore » semblent peu judicieux, un soutien politique à la **création de capacités** de conception et de fabrication de **microprocesseurs spécialisés (« More Than Moore »)** et de nouveaux microprocesseurs basés sur des matériaux, des architectures, des structures tridimensionnelles ou des technologies de fabrication innovantes (**« Beyond Moore »**) peut s'avérer **profitable**.

Dans ce contexte, il est important de fixer des normes et de **définir des catégories de produits innovantes**, ce qui implique l'existence d'une **demande** correspondante provenant **des industries phares**. Les secteurs de la téléphonie mobile (Nokia, Ericsson) et de la construction automobile réunissent les bonnes conditions pour ce faire. En revanche, aujourd'hui encore, l'industrie mécanique utilise généralement des produits qui sont définis ailleurs.

Solutions proposées

Un **élargissement des projets politiques** au renforcement des capacités liées aux microprocesseurs à l'importance croissante pour de nombreux domaines d'avenir industriels et numériques en Allemagne et en Europe serait nécessaire, car le **niveau actuel** laisse craindre une **nouvelle détérioration de la position** de l'Allemagne et de l'Europe dans leurs relations de dépendance mutuelle.

Trois **angles d'approche** pour un renforcement politique du domaine sont présentés ci-dessous :

- **Le développement du marché** : il convient de renforcer les fabricants européens de semi-conducteurs et de microprocesseurs, d'identifier les **technologies de microprocesseurs et de production intéressantes** pour l'avenir et d'investir les positions de force qui en résultent en **pénétrant rapidement sur le marché** correspondant. Cette stratégie ne peut aboutir que si les autres **industries phares** à côté de l'automobile et de la téléphonie mobile **y participent activement**.

Les orientations précises à suivre doivent être principalement laissées à l'appréciation du marché, mais un **soutien sous forme d'instruments de politique industrielle** peut favoriser des avancées.

Dans ce contexte, une **passation de marchés ouverte et stratégique** pourrait générer de fortes impulsions. Les **autres mesures pertinentes** comprennent entre autres la protection contre les acquisitions par des entreprises étrangères, une consolidation européenne renforcée, la promotion ciblée d'innovations de rupture et la participation des ministères et des administrations aux organismes de normalisation.

Le **cadre de référence stratégique** des décisions liées à la mise en œuvre des instruments d'aide doit dorénavant être le **marché mondial** et plus seulement le marché intérieur européen.

- **PIIEC dans le domaine de la microélectronique** : Le PIIEC doit être **renforcé dans sa phase suivante**. Cela implique qu'il dispose de **suffisamment de ressources** et que son processus décisionnel soit sensiblement **accélééré**.

- Une **nouvelle fonderie dans le secteur de 20 à 60 nanomètres** : il convient d'étudier la possibilité de construire une telle fonderie **européenne**, par exemple dans le cadre d'un **nouveau PIIEC**. Elle favoriserait le développement de l'écosystème en assurant un **approvisionnement ciblé** des **principaux types de microprocesseurs** dont ont besoin les industries allemande et européenne.

Une telle démarche pourrait s'appuyer sur les **initiatives existantes** et sur les entreprises qui ont déjà acquis de l'expérience dans le cadre du premier PIIEC. L'**objectif** à moyen terme doit être la production, à un niveau **compétitif à l'échelle internationale**, de **microprocesseurs fabriqués sur mesure** par des entreprises après une phase de soutien public par l'UE ou un groupement d'États membres de l'UE.

Résumé

Plutôt que de s'efforcer de rattraper le retard dans le domaine du « More Moore », il convient de développer et de consolider les points forts en matière de **microprocesseurs « More than Moore »** spécialisés et de rechercher des **avancées** afin d'être compétitifs dans le domaine des **nouvelles technologies liées aux microprocesseurs « Beyond Moore »**. Ces forces et ces avancées pourront être considérées par l'Europe **comme une « monnaie d'échange »** dans le domaine des microprocesseurs, qui est marqué par de fortes dépendances mutuelles à l'échelle internationale, et également utilisées en cas d'escalade concurrentielle pour garantir l'accès à d'autres types de microprocesseurs non produits en Europe.



2 Infrastructures de communication

Infrastructures à large bande, réseaux de communication mobile (Open RAN), système de navigation Galileo

Laboratoire vivant : Open RAN
Institution : Alliance O-RAN

Éléments de ce niveau

Les domaines identifiés comme critiques au niveau des infrastructures de communication sont les **infrastructures à large bande** (réseaux de communication fixe et réseaux terrestres de communication mobile) et la **navigation par satellite**.

Un **réseau de communication mobile** se compose d'un **réseau d'accès** (les antennes et leur système de commande), d'un **réseau de transport**, d'un **réseau d'agrégation** et d'un **réseau dorsal**. Bien que plus de 70 % des investissements soient destinés au réseau d'accès, c'est le **réseau dorsal** qui est le **plus critique en matière de sécurité**. Cette criticité est due au fait que c'est par l'intermédiaire du réseau dorsal que le **trafic**, le **reste du réseau** et les **métadonnées** sont gérés.

Tous les réseaux sont aujourd'hui basés sur des **composants technologiques** provenant de différents fabricants basés en Europe, aux États-Unis, en Chine ou dans d'autres pays d'Asie (par exemple Ericsson, Nokia, Cisco, Juniper, Microsoft, Huawei ou Samsung). Même s'il existe bien plus de cent opérateurs mobiles en Europe, le **nombre de fournisseurs de technologies** disponibles à l'échelle mondiale est très **faible** pour chaque **catégorie**. C'est en particulier le cas pour les **réseaux d'accès mobiles**. Dans cette catégorie, Huawei, Ericsson et Nokia se partagent plus de 75 % du marché. Il en résulte des **dépendances technologiques** dont il n'est pas facile de sortir, et ce, même si les composants individuels sont en grande partie intégrés, gérés et contrôlés de manière souveraine par les grands opérateurs de télécommunications.

Dans le domaine de la **navigation par satellite**, il convient de citer le système européen à l'échelle mondiale, **Galileo**, qui sert de solution de substitution **indépendante** et **civile** au NAVSTAR-GPS des États-Unis, au système russe GLONASS et au système chinois Beidou. La **capacité opérationnelle** de Galileo doit être garantie afin d'obtenir la souveraineté technologique dans ce domaine.

Ci-dessous, nous étudions plus particulièrement la question de savoir comment accroître la **diversité des fournisseurs** afin de stimuler l'**innovation** dans le domaine des **réseaux d'accès mobiles**.

L'exemple des réseaux d'accès radio : statu quo

Les **réseaux d'accès radio** (« Radio Access Networks ») comportent les **composants techniques** suivants : a) cellule avec antenne, b) unité radio, c) unité de bande de base. Ils ne sont généralement respectivement intégrés que par **l'un des quelques fournisseurs d'équipement réseau dominants** et contiennent des **technologies propriétaires qui ne sont pas interopérables**.

C'est actuellement **Huawei** qui domine le **marché mondial**. Il existe **également** des fournisseurs d'équipement **européens**, **Ericsson** et **Nokia**, mais chacune des trois entreprises susmentionnées utilise des **normes propriétaires**. Cette situation entraîne des **effets de verrouillage** indésirables, **freine l'innovation** et **réduit la flexibilité** au moment du passage à d'autres normes mobiles actuelles et futures (5G, 6G).

Solutions proposées

Le projet **O-RAN** (Open Radio Access Network) cherche à atténuer les conséquences négatives potentielles pour la souveraineté technologique des effets de verrouillage découlant de la concentration sur quelques fabricants en créant une **architecture réseau standardisée et ouverte** pour les réseaux d'accès radio.

Si les composants (antenne, unité radio et unité de bande de base) de différents fabricants suivaient une **norme O-RAN commune** et communiquaient par des **interfaces ouvertes**, il serait alors possible d'obtenir une flexibilité sensiblement accrue, de réduire la dépendance à quelques fournisseurs d'équipement réseau dominants et de permettre à de nouveaux **fournisseurs européens**, même **plus petits**, d'**entrer plus facilement sur le marché**. Cela favoriserait également l'**innovation** et permettrait un plus haut **niveau de sécurité** sur le réseau du fait d'une transparence et d'un contrôle renforcés (voir l'illustration n° 3).

Au sein de l'**alliance mondiale O-RAN**, plusieurs **grands opérateurs de réseau à l'échelle mondiale** travaillent ensemble pour définir les **spécifications** requises. Les principaux fournisseurs d'équipement réseau européens font eux aussi partie de cette alliance (à côté de nombreuses entreprises technologiques plus petites), mais même au sein de ce projet, il existe une forte dépendance à certains fournisseurs, par exemple Intel.

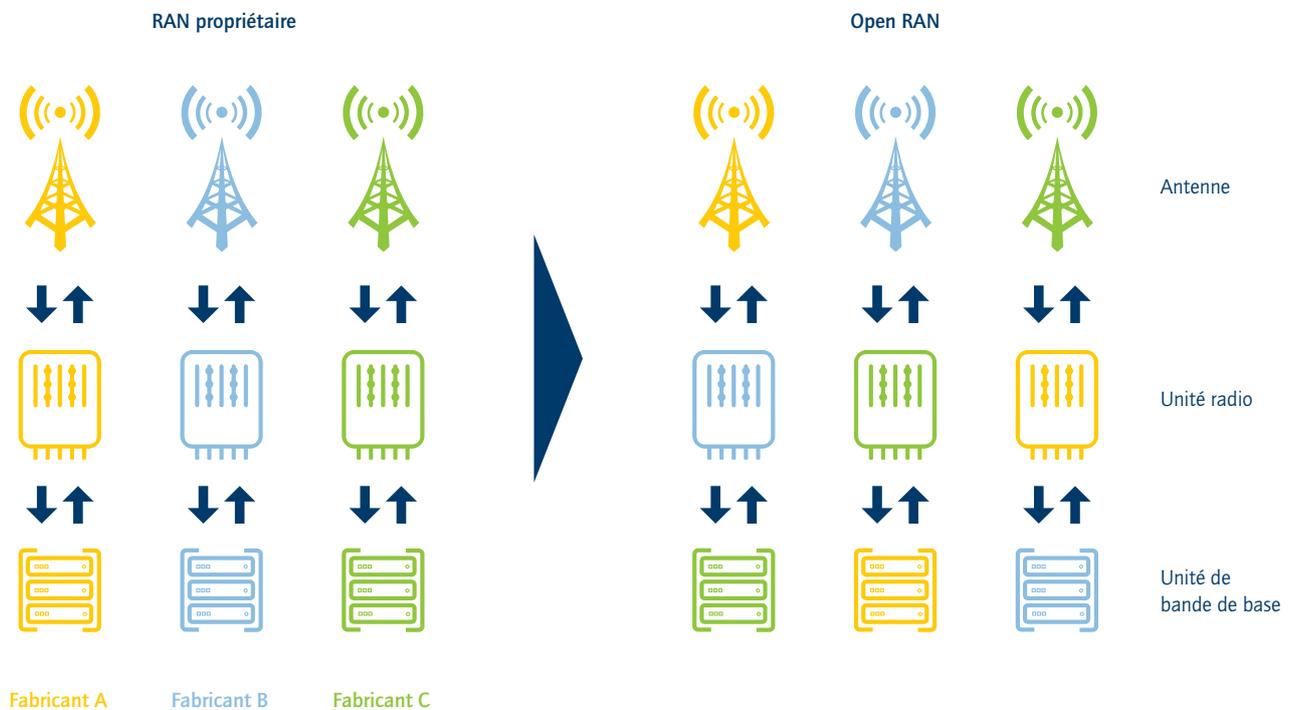


Illustration n° 3 : Passage du statu quo à l'architecture réseau standardisée et ouverte du projet O-RAN (source : représentation propre s'appuyant sur Telefónica Deutschland, 2020)

Par ailleurs, ne serait-ce que pour les près de 30 000 sites d'antennes de Deutsche Telekom, l'introduction de composants de réseau compatibles avec la technologie Open RAN **ne peut se faire que progressivement**, et l'**ouverture des interfaces** et des **protocoles** déjà mis en place est une condition préalable à la poursuite de l'utilisation des **composants existants** dans une **architecture Open RAN**.

Pour y parvenir, il est essentiel que les fabricants qui dominent actuellement le marché **coopèrent**. De ce fait, et en raison de la **complexité** des réseaux, il apparaît clairement qu'une telle **transformation** s'étalera sur **de nombreuses années**. Afin d'accélérer le processus, il convient d'encourager la **mise en œuvre totalement ouverte** des trois couches. La DARPA a récemment fait un pas dans cette direction en collaboration avec la fondation Linux, et l'Agence fédérale allemande pour les innovations de rupture (SprinD) a fait une proposition dans ce sens en novembre 2020.

De manière plus générale, il convient aussi d'examiner comment le **marché européen des télécommunications** peut être amélioré de manière systémique par des **mesures de politique industrielle** et des **dispositions réglementaires** et de manière structurelle

par des **mécanismes**. Ce travail devrait se concentrer ou être axé sur les **fournisseurs européens** (Nokia, Ericsson et autres) afin de **renforcer** de manière **stratégique** et **durable** leur **position concurrentielle**, notamment par rapport aux acteurs américains et asiatiques.

Résumé

Dans le domaine des **réseaux d'accès radio**, il existe une **dépendance** envers **quelques fabricants** du fait d'un **manque de compatibilité verticale** entre les différents composants. Afin de remédier à cette situation, l'**alliance O-RAN** a pour objectif de créer des **interfaces ouvertes**. Une approche open source entièrement ouverte encouragerait l'**innovation** (par exemple la 6G), la **concurrence**, la **résilience** et la **transparence** dans le secteur de la téléphonie mobile.

Au sein du **marché européen des télécommunications**, il est crucial d'**améliorer** la position des **fournisseurs européens** par des **mesures de politique industrielle** et une **approche réglementaire** adaptées.



3 Infrastructure à la demande (IaaS)

Écosystèmes en nuage virtuels et distribués, technologies de périphérie, IQ, centres d'IA et de CHP

Laboratoire vivant : Gardener (Deutsche Telekom, SAP, Bosch...) Institution : GAIA-X

Éléments de ce niveau

Ce niveau comprend le matériel informatique et les logiciels systèmes et, par conséquent, il constitue la base technologique de la connectivité (**connect**), fournit les capacités de calcul (**compute**) et permet le stockage de données sur des serveurs (**store**).

Dans les domaines traditionnels (par exemple celui des centres de calcul), le matériel est un produit disponible et standardisé. Les utilisateurs de logiciels professionnels ou de logiciels similaires peuvent **librement choisir** le matériel, comme les PC et les ordinateurs portables, dont ils ont besoin, et **évitent** ainsi d'être **dépendants** de quelques fabricants. Tant que **le matériel et les logiciels sont découplés**, il importe peu qu'il n'existe pas de fournisseurs de matériel allemands importants dans les domaines privés et professionnels. Cependant, avec l'arrivée de l'informatique en nuage, les entreprises utilisatrices **perdent** cette **souveraineté**. Elles deviennent des **consommatrices** de services techniques en nuage, qui sont exploités et mis à disposition **sous forme de service (« as a service »)** par des opérateurs spécialisés. Les **fournisseurs de services en nuage bénéficient ainsi d'effets de réseau et d'échelle** en tant que plateforme sous-jacente. Du fait des investissements considérables que nécessite le maintien d'une présence mondiale, on observe des **tendances oligopolistiques**, avec quelques **fournisseurs d'infrastructures en nuage (hyperscalers)** tels que Microsoft, AWS ou Google qui dominent le marché et qui cherchent à rendre les utilisateurs **dépendants** de leur plateforme respective. Cette dépendance découle du **lien contraignant** qui existe entre ces infrastructures en nuage peu différenciées et les plateformes d'application correspondantes (voir PaaS, niveau 4).

Ce lien permet aux entreprises d'informatique en nuage de créer d'énormes **espaces de données mondiaux** (niveau 5) qui leur donnent une avance mondiale en matière d'applications innovantes, en particulier dans le domaine de l'IA et de l'**apprentissage automatique**.

Pour l'instant, il ne sera pas facile de remplacer rapidement les **hyperscalers** dans l'espace européen, même si la mise en œuvre de GAIA-X est couronnée de succès. Cependant, les hyperscalers américains sont soumis au **CLOUD Act** (la loi américaine de clarification sur l'utilisation légale de données situées à l'étranger), qui **menace** également la **sécurité des données** stockées **en Europe**. C'est la raison pour laquelle il convient de **coopérer**

avec eux **en Europe** conformément au **droit européen** et de développer en parallèle des capacités et des offres propres.

Le **projet Sovereign Cloud Stack (SCS)** dans le cadre de GAIA-X vise précisément cet objectif : il établit un **réseau de fournisseurs** qui développent et mettent à disposition des services d'infrastructures (IaaS/CaaS/PaaS) qu'il est possible de fédérer sur la base de **normes communes clairement définies**, de logiciels libres et de processus opérationnels documentés. Il permet ainsi de créer un **cloud virtuel fortement interopérable** grâce à une **variété de fournisseurs** (et aussi éventuellement à des environnements exploités en propre).

Axes de développement pour l'Europe : la portabilité et la standardisation, les réseaux virtuels de calcul à haute performance (CHP) et les technologies de nouvelle génération

- **Portabilité et standardisation** : de nombreuses charges modernes se situent au niveau conteneur et peuvent être mises en œuvre et exploitées à l'aide de cadres de conteneurs multicloud (Multi-Cloud Containerframeworks) tels que Rancher, Kubermatic ou Gardener, indépendamment de la couche IaaS sous-jacente. Cette couche d'abstraction **découple les plateformes d'application** de l'infrastructure en nuage, **déjouant ainsi la stratégie de verrouillage des hyperscalers** et rendant les plateformes d'application portables. Des charges niveau conteneur peuvent ainsi être déplacées entre des hyperscalers et des clouds souverains basés sur SCS.
- La « **Gardener Cloud Foundation** » (GCF), à savoir le projet open source commercial créé par SAP et Deutsche Telekom en s'appuyant sur le concept de base de GAIA-X, constitue une idée prometteuse dans ce contexte. Cette fondation a pour objectif de créer un écosystème numérique sur la base de **normes ouvertes dans des systèmes distribués** (voir l'illustration n° 4). Une telle **portabilité des plateformes d'application** permettrait de **contourner la stratégie de verrouillage des hyperscalers** au profit d'une concurrence plus équitable et, le cas échéant, de revenir à l'idée d'**infrastructure à la demande** en tant que **marchandise**. Certains utilisateurs ont déjà recours à la GCF dans le cadre de leur stratégie multicloud.
- Les **centres virtuels d'IA et de calcul à haute performance (IA-CHP)** constituent un élément important dans le développement de solutions d'IA de pointe. Dans ce domaine,

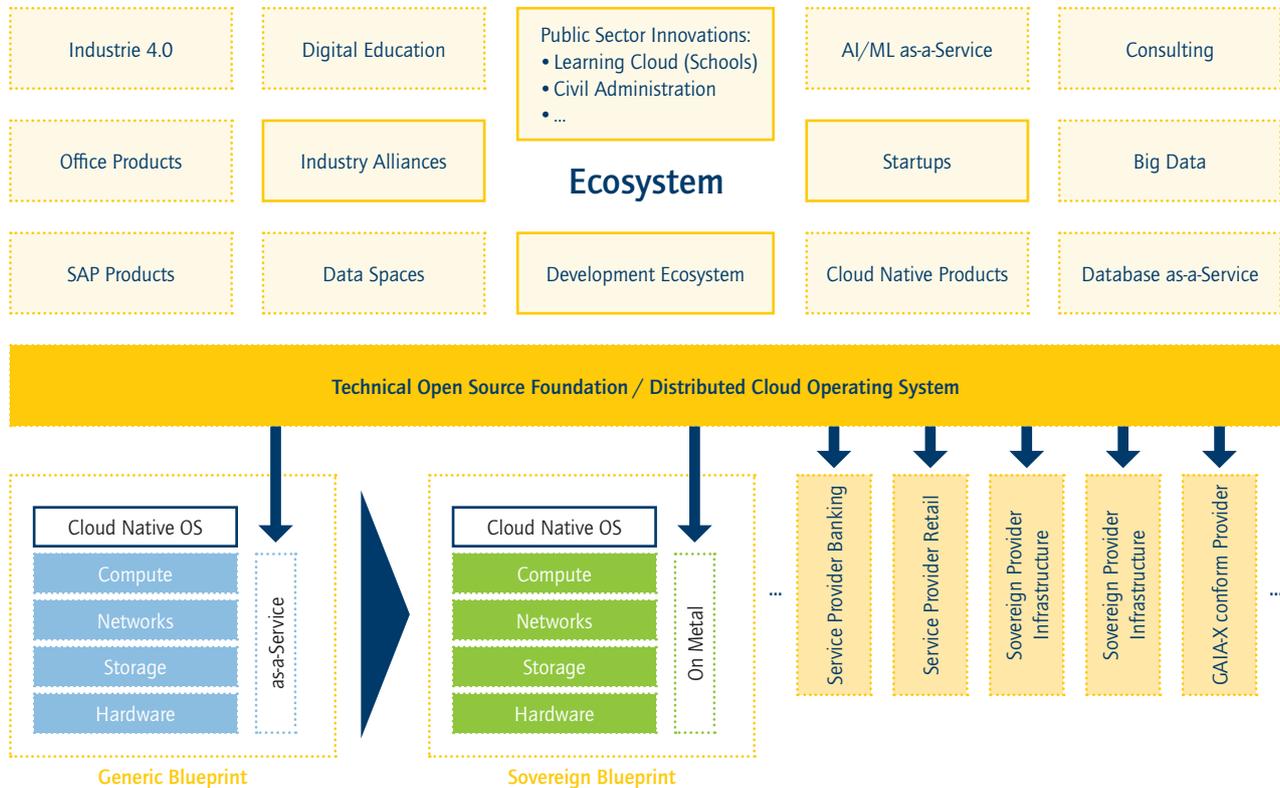


Illustration n° 4 : Gardener, une norme ouverte, cohérente et évolutive (source : représentation propre s'appuyant sur SAP, 2021)

le CHP permet aux entreprises européennes de coopérer virtuellement pour accéder à des ressources informatiques illimitées. Un soutien politique est ici nécessaire, notamment par rapport aux limitations imposées par le droit de la concurrence. Les premiers projets de coopération sont déjà en préparation. GAIA-X peut proposer à différents utilisateurs une offre modulaire d'applications CHP en fédérant des offres d'infrastructure.

- Le **développement de technologies et d'architectures de nouvelle génération**, telle que l'architecture cloud d'informatique de périphérie, est une autre stratégie prometteuse suivie par l'industrie allemande. Les fournisseurs allemands sont bien positionnés dans ce segment. À moyen ou long terme, l'informatique quantique laisse ainsi vivement espérer un rattrapage technologique dans le domaine des services

en nuage. Il est urgent que les décideurs politiques et économiques prennent des mesures afin de permettre à l'Allemagne et à l'Europe de prendre à l'avenir une position de chefs de file dans ce domaine.

Résumé

Afin de venir à bout de la dépendance aux fournisseurs mondiaux, il convient de travailler à une **marchandisation** à long terme des offres des **hyperscalers**. Les **projets européens** comme le Sovereign Cloud Stack de GAIA-X et la « **Gardener Cloud Foundation** » peuvent sensiblement contribuer aux efforts en vue de parvenir à la **portabilité des données** sur les différentes plateformes. Cela permettrait de **réaffirmer** la **capacité d'innovation** de l'Allemagne et de l'Europe dans ce domaine.



4 Plateforme service (PaaS)

Écosystèmes d'applications et de développement B2B et B2C (couche d'abstraction, technologie des conteneurs), IQ, IA, IdO

Laboratoire vivant : aucun
Institution : GAIA-X/Achèvement du marché intérieur européen

Éléments de ce niveau

Le niveau **plateforme service (PaaS)** comprend les écosystèmes d'applications et de développement dans les contextes B2B et B2C.

Dans le **B2B**, l'**expertise industrielle** des **fournisseurs allemands et européens** leur permet de proposer des offres de premier plan : SAP est par exemple le chef de file mondial du marché des systèmes ERP, Dassault domine le marché des systèmes de gestion du cycle de vie des produits et Siemens est bien positionné sur le marché des systèmes d'exploitation IdO avec MindSphere (bien que le groupe ait encore une part de marché réduite). Cependant, ces entreprises européennes ne représentent qu'environ 10 % de la valeur d'exploitation des entreprises américaines, notamment en raison du **manque de possibilités de changement d'échelle sur un marché européen fragmenté et hétérogène**.

Dans le **segment B2C**, il existe déjà de fortes **dépendances** envers les opérateurs de plateformes américains tels qu'Amazon, Facebook, Microsoft ou Google. Les fournisseurs européens ne réussiront pas à rattraper la **position dominante sur le marché** de ces hyperscalers B2C dans un avenir proche. La difficulté majeure est de savoir comment composer à l'avenir, **d'un point de vue réglementaire**, avec les positions presque monopolistiques de ces plateformes, dont on ne peut pas exclure qu'elles influencent les **processus politiques (décisionnels)**.

Du fait de l'importance des compétences pour atteindre la souveraineté numérique, les plateformes ont un rôle essentiel à jouer pour les **domaines de l'éducation, des sciences et des médias**. Il existe déjà des projets de plateformes d'éducation qui doivent être poursuivis plus activement. Dans ce domaine, l'accent doit être mis sur la flexibilité et l'expérience des utilisateurs : il y a lieu de recourir à la capacité d'innovation du secteur privé.

Pour les entreprises, le PaaS a l'avantage de ne pas exiger la budgétisation de **ressources** pour l'infrastructure de développement et de leur permettre d'utiliser des modules logiciels (microservices) préconçus, ce qui crée des **possibilités** d'entrée sur le marché pour les **jeunes pousses** et augmente la compétitivité des entreprises établies, qui peuvent ainsi réduire leurs coûts et augmenter leur flexibilité. Le recours à des solutions

PaaS présente néanmoins des inconvénients, par exemple un risque élevé de **fuites d'informations** ou une forte **dépendance** à l'opérateur PaaS.

Du fait d'une réglementation plus stricte, les fournisseurs européens de solutions PaaS sont soumis à des exigences plus élevées que les hyperscalers internationaux. Il faudrait donc que les fournisseurs européens et internationaux bénéficient de **conditions de concurrence égales**.

La mise à l'échelle des fournisseurs européens (dans le B2C comme dans le B2B) nécessite le renforcement de l'**espace économique et juridique européen** et l'**achèvement du marché unique numérique européen**. L'obtention de la **souveraineté au niveau 2** (initiative O-RAN) et **au niveau 3** (initiative GAIA-X) est également une **condition préalable** pour pouvoir renforcer la souveraineté technologique **au niveau 4** (PaaS). Ces initiatives sont donc **largement soutenues par l'industrie**.

Un laboratoire vivant sur l'IdO industriel/l'industrie 4.0 comme projet pilote de l'UE pour la transition numérique de l'industrie européenne

Afin d'uniformiser le secteur B2B européen actuellement hétérogène et ainsi d'accélérer la transition numérique de l'industrie européenne, des groupes de travail industriels ont proposé la création d'une plateforme IdO industriels/industrie 4.0 fédérée et commune à tous les fabricants, fonctionnant sur la base d'**interfaces standardisées**. Cette plateforme devrait être développée en s'appuyant sur les initiatives existantes telles que GAIA-X (domaine industriel), la *Plateforme industrie 4.0* et le paragraphe 35c du plan de relance économique du gouvernement fédéral allemand³, ainsi que sur d'autres offres. L'accent devrait être mis sur deux applications principales : des **offres de produits intelligents**, c'est-à-dire la vente de machines en tant que service, et l'**usine intelligente**, c'est-à-dire la mise en réseau de toutes les machines de différents fabricants au sein d'une usine conformément au modèle de l'industrie 4.0. Il convient de souligner les points suivants :

- Afin de **garantir la connectivité**, cette plateforme devrait être compatible avec les normes pertinentes pour l'industrie 4.0 (OPC UA, LwM2M, MQTT) et utiliser la technologie 5G.

3 | Voir Ministère fédéral de l'Économie et de l'Énergie, 2020

- Le traitement et la visualisation des données devraient pouvoir avoir lieu en temps réel dans la **couche périphérique** à l'aide de l'IA, de l'apprentissage automatique et de l'analyse de données.
- Le pilotage et la gestion de l'usine intelligente devraient se faire au niveau de la **couche de contrôle**.

Ce projet de **plateforme** serait planifié et piloté par un **consortium**. Les **solutions logicielles européennes existantes** (par exemple Mindsphere de Siemens, SAP Digital Manufacturing Cloud, la co-entreprise ADAMOS lancée par Software AG ou Bosch IoT Suite) constitueraient chacune une base de commercialisation indépendante, et les interfaces seraient développées et intégrées en open source pour une **mise en réseau commune**.

Un développement défini en commun permettrait d'**harmoniser** le paysage des plateformes européennes, ce qui entraînerait d'**importantes économies d'échelle** et une **forte réduction du délai de mise sur le marché** pour la **transition numérique de l'industrie européenne**. Les **stratégies nationales et européennes de numérisation ciblant l'industrie et les PME** pourraient ainsi être **sensiblement accélérées**. Dans ce contexte, il convient de **promouvoir** une **culture de l'innovation et des jeunes pousses** (y compris en ce qui concerne le capital) afin de développer de manière flexible et moderne des offres centrées sur l'utilisateur.

Dans le même temps, l'établissement d'une **norme européenne d'architecture IdO industrielle garantirait** la **souveraineté**

numérique de l'industrie numérique. Dans ce domaine, les **compétences européennes en matière de télécommunications** (Deutsche Telekom, Ericsson, Nokia) pourraient être mises à profit et **associées au savoir-faire industriel** des chefs de file technologiques européens.

Résumé

Ce niveau revêt une importance particulière pour les innovations développées aux niveaux 5 et 6, car **la disponibilité de services adaptés est décisive pour la mise à l'échelle de nouveaux modèles d'affaires**. De **grandes plateformes américaines** dominent déjà le **B2C**. Les dépendances qui en résultent doivent être gérées aux niveaux politique et réglementaire.

Dans le **B2B**, à l'inverse, il n'existe **pas pour l'instant de plateformes dominantes**, et de nombreuses industries viennent tout juste de commencer leur transition numérique. Afin de garantir le rôle moteur en matière de durabilité et d'industrie 4.0 (et donc aussi la souveraineté) de l'Allemagne et de l'Europe, des plateformes et des modèles d'affaires innovants et spécifiques à chaque domaine **doivent être créés dès aujourd'hui**. À l'heure actuelle, les offres européennes existantes sont trop fragmentées ; c'est pourquoi la **création d'une plateforme d'IdO industriel collaborative** est une condition essentielle pour garantir la souveraineté de l'industrie européenne. Un **laboratoire vivant collaboratif** devrait donc travailler à sa mise en œuvre, avec un large soutien des acteurs industriels, économiques et politiques.



5 Espaces de données européens

Par exemple pour la **mobilité**, la santé, le secteur public ou l'espace public numérique

Laboratoire vivant : Espace de données Mobilité Institution : GAIA-X, stratégies européennes et allemandes pour les données

Éléments de ce niveau

À l'ère numérique, **les données sont plus que jamais une ressource clé pour l'économie, les sciences et la société**. La capacité d'utiliser, de combiner et d'exploiter des données est à la base aussi bien de l'innovation et de la prospérité économique que de la génération de connaissances et de la cohésion de la société.

Malgré les immenses possibilités que cela représente et malgré une numérisation croissante, **l'Allemagne est loin de tirer pleinement parti de l'énorme potentiel que représentent les données collectées** pour l'économie, les sciences et la société, ainsi que pour la souveraineté économique. Il existe de nombreuses raisons à cela, d'un manque de normes aux incertitudes laissées par le cadre juridique en passant par un manque de volonté de partager des données.

L'économie numérique est une **économie axée sur les données**. Les applications qui ont recours à l'**intelligence artificielle (IA)** ont en particulier **besoin** de grandes **quantités de données** pour pouvoir reconnaître des schémas de données et concevoir des algorithmes à partir de ceux-ci. L'objectif doit donc être de créer en Europe de grands espaces de données interconnectés, ouverts et sûrs.

Ce type d'espaces de données existe déjà pour le **B2C** aux États-Unis et en Chine ; les entreprises allemandes et européennes quant à elles ne disposent pas des données nécessaires pour innover dans ce domaine. Par ailleurs, le **contrôle des espaces de données** contenant des données européennes mais situés en dehors de l'Europe pose des questions de souveraineté. Afin d'y répondre, il est essentiel de maintenir la **souveraineté réglementaire** (sujets clés : le **CLOUD Act** américain concernant l'**accès aux données**, pour lequel il **n'existe pas encore de réponse européenne**, et la **législation européenne sur les services numériques concernant la réglementation des contenus**) et la **souveraineté en matière de gouvernance** (sujet clé : l'imposition de normes [RGPD] européennes aux fournisseurs).

Le **secteur du B2B** dispose **encore de peu d'espaces de données de ce type**. Si les hyperscalers américains et chinois arrivaient dans ce domaine aussi à créer ou à dominer des espaces de données majeurs, il en découlerait de graves incidences économiques pour l'Allemagne et l'Europe, qui verraient leur marge de manœuvre politique, et donc leur souveraineté, limitées en conséquence.

Le **développement** et la **mise en œuvre** rapides d'offres attractives pour les **écosystèmes de données industriels** et les tâches relevant de la souveraineté doivent donc être **accompagnés** et encouragés **par des mesures politiques**. Dans ce contexte, les initiatives telles que **GAIA-X** et **International Data Spaces (IDS)** constituent des **bases conceptuelles** et des **points de départs politiques** importants. L'importance de disposer d'**espaces de données fiables** qui permettent d'accéder à des données spécifiques à un domaine ou communes à plusieurs domaines et de les échanger de manière sûre a déjà été reconnue dans plusieurs publications de l'État fédéral allemand et de l'Union européenne. La stratégie fédérale allemande pour les données⁴ publiée le 27 janvier 2021 est par exemple un instrument important et devrait par conséquent être mise en œuvre.

L'exemple de l'espace de données Mobilité : problématique et statu quo

Afin d'atteindre la souveraineté en matière de données en Allemagne et en Europe dans le domaine de la mobilité, il est **nécessaire de mettre en réseau des données et des services hétérogènes** afin de permettre à l'avenir la mise en place d'une mobilité conviviale et durable, par exemple en reliant différents modes de transport pour créer un réseau de transport intermodal.

Le grand avantage d'une mise en réseau des données dans un espace de données est qu'elle permet l'émergence de nouveaux services de mobilité et de **modèles d'affaires complémentaires** (en B2B comme en B2C).

Pour ce faire, deux conditions doivent être réunies :

1. Il faut obtenir de **toutes les parties prenantes concernées** qu'elles **s'engagent** à fournir des données, un élément essentiel pour la mise en place réussie de l'espace de données. Cela fait déjà plusieurs années que des efforts sont faits en ce sens, sans résultat.
2. Il y a lieu d'élaborer un **cadre réglementaire et de politique industrielle précis**, afin que la création de l'espace de données ne permette pas aux seuls hyperscalers d'asseoir encore plus vite leur dominance, mais donne leur chance à de nouvelles activités, souvent menées par de jeunes pousses, en Europe.

4 | Voir Chancellerie fédérale allemande, 2021.

Solutions proposées et objectifs

Un **espace de données Mobilité (EDM) fiable, sûr et interconnecté de manière décentralisée**, fondé sur les valeurs européennes, doit être créé afin de garantir un environnement de marché concurrentiel et des **conditions de concurrence uniformes et équitables** (voir l'illustration n° 5).

L'objectif de cet EDM est de permettre aux utilisateurs concernés de **mettre en œuvre** plus rapidement des **offres de mobilité innovantes s'appuyant sur des données et l'IA** et de leur donner la possibilité de rencontrer le succès sans avoir à composer dès le début avec la position dominante d'hyperscalers situés hors de l'Europe.

Des règles d'utilisation communes, des normes fiables concernant les données, des obligations et des droits d'accès basés sur les **valeurs européennes** doivent être garantis. La **mise à disposition de données** se fera sur une base **volontaire**. Les PME, les jeunes pousses et les projets de recherche et développement pourront eux aussi utiliser l'EDM pour atteindre leurs objectifs.

Le travail actuel autour du projet se concentre sur **trois éléments centraux** :

1. l'organisation concrète d'une **gouvernance** et la **conception du modèle d'affaires** axées sur les **valeurs européennes**
2. la définition des **exigences technologiques** spécifiques à l'EDM ;
3. la préparation de la mise sur le marché, de l'europeanisation et de la mise à l'échelle de l'espace de données.

L'EDM servira de « **plaque tournante** » pour l'échange de données. Différents sous-espaces de données seront reliés de manière décentralisée par des connecteurs qui garantiront la sécurité des interactions entre les données.

Le **marché des données sur la mobilité (MDM)**, ou le point d'accès national aux données sur la mobilité, est un sous-espace de données essentiel pour l'EDM. Il contient notamment des données statiques et dynamiques sur les déplacements et les transports, des données des transports publics et des plans routiers. Dans l'EDM, les données et les services des parties prenantes, par exemple les données sur les véhicules ou l'infrastructure, les données météorologiques ou encore les informations sur les chantiers et les perturbations importantes, seront mis en réseau sur une base volontaire.

L'**architecture de référence d'IDS** sert de base pour l'infrastructure de données et l'architecture système. Cela permet d'assurer le **raccordement à GAIA-X**. IDS garantit également la souveraineté en matière de données de chaque fournisseur de données, car les conditions d'utilisation peuvent être liées à la transmission de données. L'identification, l'authentification et la protection des données sont aussi garanties.

La réussite du projet dépendra de la **participation** des **fournisseurs** et des **utilisateurs des données**. Actuellement, le projet est lancé avec un groupe représentatif d'acteurs (prestataires privés et publics de services de mobilité, OEM, groupes gérant des plateformes et entreprises de l'économie numérique). Les bases de la coopération sont définies grâce à la clarification du cadre politique et juridique et à la mise en place du concept général de l'EDM, le but étant de créer un appel d'air pour les autres acteurs concernés.

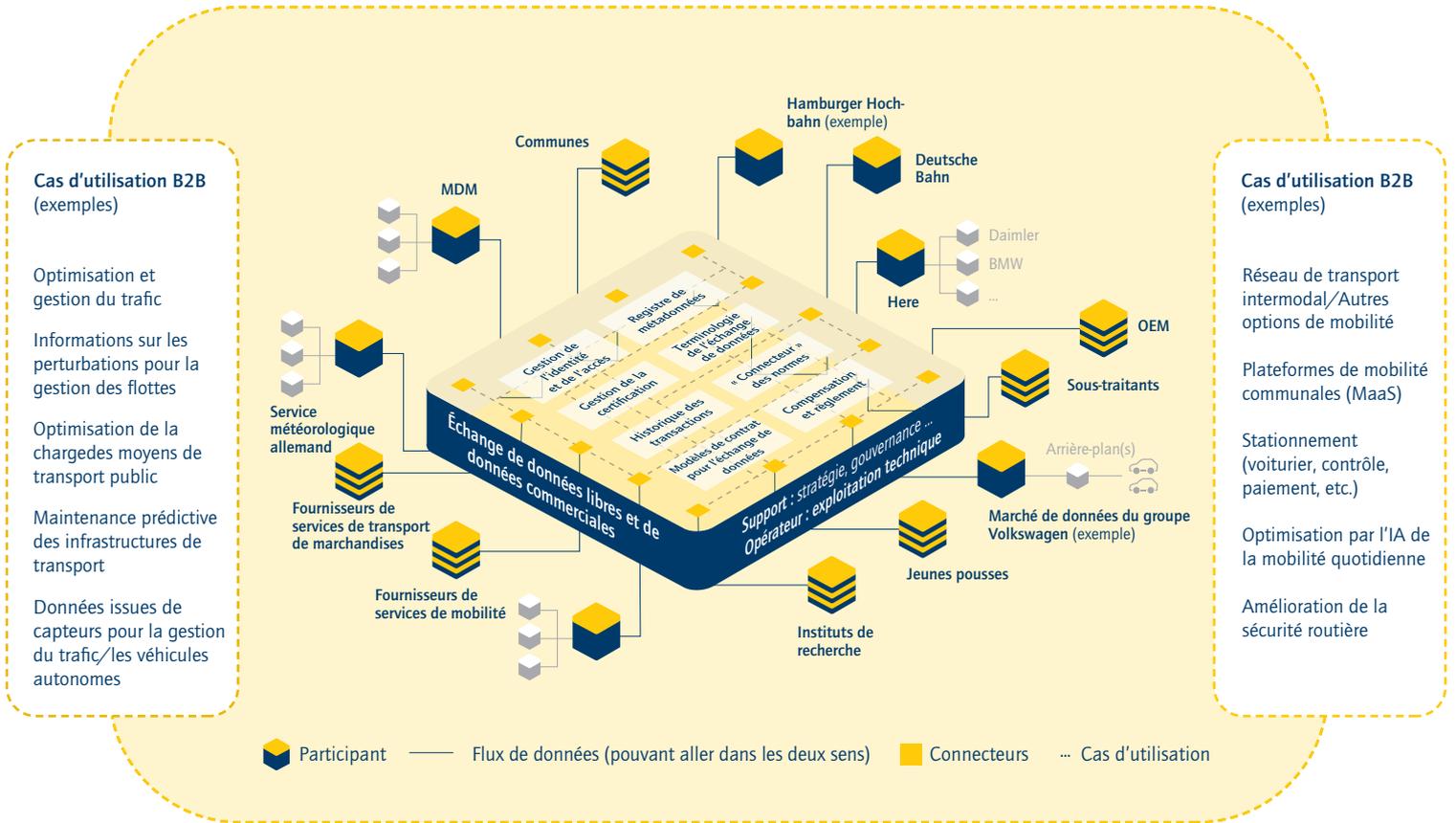


Illustration n° 5 : Représentation à titre d'exemple : espace de données Mobilité décentralisé et interconnecté (source : EDM, 2021)

Résumé

Des **espaces de données** fiables, qui permettent une **interaction sûre entre des données d'un domaine spécifique ou de plusieurs domaines**, seront à l'avenir essentiels pour mettre en place des modèles d'affaires basés sur des données et des plateformes. Avec l'**espace de données Mobilité**, le gouvernement fédéral allemand ainsi que les prestataires privés et publics de services de mobilité ont pour objectif de créer d'ici fin 2021 un réseau

global de données sur la mobilité qui relie entre eux différents sous-espaces de données et garantit la souveraineté en matière de données des parties prenantes. Afin que ce projet soit couronné de succès dans l'économie numérique, il est essentiel de promouvoir et d'encadrer au niveau politique une **utilisation responsable des données**. Dans ce contexte, l'adoption de la stratégie pour les données permettrait de fixer un cadre important en matière d'innovation.

6 Technologies logicielles

Développement d'applications, bureautique, ERP, IA, intergiciels, logiciels de robotique, chaîne de blocs, algorithmes, Open source de l'UE, RV/RA, IQ

Laboratoire vivant : aucun
Institution : Agence féd.
pour les innovations de rupture, KI-Verbund

Éléments de ce niveau

L'accès aux outils de développement d'application, aux systèmes ERP, aux intergiciels et aux logiciels pour la robotique ainsi qu'aux technologies des chaînes de blocs et des registres distribués n'est pas une **question généralement critique**, car il existe **des développeurs et des fournisseurs européens et une offre internationale étendue**. Cependant, les organisations peuvent se retrouver dépendantes de certains produits après la mise en place des systèmes correspondants.

Il existe ainsi **d'importantes dépendances** envers les **systèmes d'exploitation (Windows, iOS, Android) et Microsoft Office**. Ceux-ci constituent de facto la norme pour de nombreux particuliers ainsi que pour de nombreuses entreprises et administrations. Les liens avec les écosystèmes des fournisseurs sont renforcés par une **dépendance croissante** des fonctionnalités aux **services en ligne des fournisseurs**, comme dans le cas du passage au modèle de service en nuage de Microsoft 365.

Comme pour les systèmes ERP de fournisseurs européens, le changement au profit d'autres prestataires n'est possible qu'au prix d'efforts considérables. Dans une situation extrême, ces autres solutions peuvent être utilisées comme argument de négociation si l'accès à Windows et Office risque d'être restreint. Cependant, les liens de dépendance devraient généralement être réduits.

Le **recours ciblé à l'open source** peut contribuer dans certains domaines à limiter les dépendances et à obtenir plus de souveraineté en matière de logiciels. Dans ce contexte, le secteur public a un rôle important à jouer afin de stimuler l'innovation dans le domaine du logiciel libre et de renforcer la communauté qui y est liée. Il convient pour cela de ne pas répéter les erreurs du passé : des points clés seraient une **focalisation stratégique sur la réduction des dépendances** et la **création de plateformes ouvertes et fédérées** pouvant servir de base aux jeunes pousses et à une industrie numérique européenne en pleine croissance qui produit des applications concrètes apportant une valeur ajoutée aux clients.

- envisager l'utilisation ciblée de logiciels libres dans le cadre de la **numérisation de l'État et de l'administration** par une orientation stratégique des procédures de passation de marché et la promotion de solutions open source ;

- utiliser des **composants matériels open source** et des logiciels libres pour la **gestion de domaines hautement sensibles** ;
- **créer** (à l'aide de procédures de passations de marché) et **promouvoir** (en définissant des objectifs très concrets) des **plateformes et des logiciels libres** ;
- établir des **normes** (pour les interfaces, le niveau de sécurité ou les bibliothèques) afin d'assurer un degré élevé de réutilisation des éléments au sein des autorités ;
- **soutenir** à l'échelle européenne **des initiatives** comme l'Open Source Business Alliance e. V., la Gardener Cloud Foundation ou l'Eclipse Foundation.

Les initiatives correspondantes devraient **tirer des leçons des tentatives de transformation antérieures**, car dans le passé, de nombreux projets ayant décidé de se passer du marché pour développer des logiciels directement au sein des administrations ont échoué, tandis que des logiciels libres conçus par des entreprises et souvent « invisibles » ont déjà été intégrés avec beaucoup de succès au niveau des serveurs ou des applications à l'échelle des villes, des Länder et de l'État fédéral.

Dans ce contexte, les **jeunes pousses européennes créatrices de logiciels** ont l'**occasion de proposer des produits innovants**. Elles sont toutefois tributaires de conditions de concurrence uniformes et équitables qui tiennent compte du cadre juridique européen et s'appliquent aussi à leurs concurrents internationaux. Les fournisseurs qui ne se conforment pas à ce cadre juridique européen **devraient être forcés** à respecter la souveraineté en matière de gouvernance.

Même les **logiciels libres** peuvent soulever des **questions de souveraineté numérique**, car certaines parties de ces logiciels libres et de leurs communautés sont dépendantes de fournisseurs commerciaux et les innovations en matière d'open source ne sont pas toujours mises à disposition en tant que biens communs numériques.

La bibliothèque de programmes **TensorFlow** créée par **Google** jouit par exemple d'une grande popularité dans le domaine du **développement de l'IA**. Avec cette offre, Google rapproche la communauté de développeurs de son groupe et de son écosystème et obtient ainsi en avant-première un aperçu des tendances et des domaines d'application. C'est pourquoi, outre la promotion des logiciels et des plateformes open source, l'acquisition de



connaissances sur les modèles de développement et de licence open source ainsi que sur le fonctionnement des communautés open source est un élément important pour atteindre la souveraineté numérique.

De même, la **répartition géographique des communautés de développeurs**, les **dépendances envers des systèmes d'exploitation propriétaires** (notamment, dans le cas des smartphones, envers les écosystèmes et modèles d'affaires qui y sont liés) et des composants logiciels, ainsi que l'existence de standards et de normes, sont des facteurs importants pour déterminer le niveau de souveraineté numérique et les possibilités d'action stratégiques dans le domaine de l'open source.

Résumé

Il est fondamentalement nécessaire d'**intervenir** à ce niveau, car il existe dans le **domaine des systèmes d'exploitation et de la bureautique** des **dépendances** significatives aux fournisseurs américains, qui sont exploitées de manière ciblée pour créer de nouvelles dépendances aux offres d'informatique en nuage de

ces mêmes fournisseurs. Les pouvoirs publics ont un rôle central à jouer pour les réduire.

L'open source a le potentiel stratégique de renforcer la souveraineté numérique et de stimuler l'innovation, mais cela **ne va pas de soi**.

Des **stratégies ciblées d'attribution des marchés** peuvent permettre de renforcer la communauté open source et d'encourager la **création de biens communs numériques utiles**. Le secteur public et ses prestataires peuvent soutenir la communauté open source mondiale en collaborant avec elle, ce qui permettrait une indépendance stratégique par rapport à certaines entreprises. Un **cadre commun de sécurité** du secteur public peut encourager l'utilisation et le réemploi de solutions libres et permettre le partage d'éléments open source entre les différentes administrations. Dans le cadre de ces initiatives et de la promotion de ce domaine, il est conseillé de réaliser une **analyse approfondie des structures formelles et informelles** des écosystèmes open source concernés.

7

Système juridique et de valeurs de l'Union européenne

Cybersécurité, cryptographie, identité numérique, certification UE (protection des consommateurs) et normes

Laboratoire vivant : Cybersecurity Center Institution : BSI et réseau allemand de cyberrégions

Éléments de ce niveau

En ce qui concerne la souveraineté numérique, la question essentielle à ce niveau est de savoir dans quelle mesure il est possible de traduire les **convictions fondamentales** et les valeurs de l'Union européenne en **règles concrètes pour le marché intérieur européen** qui doivent être respectées par toutes les **entreprises**, qu'elles soient européennes, américaines ou asiatiques, et par tous **leurs services et produits** (« Value by Design »).

En effet, la création réussie de produits et de services innovants **respectant les valeurs européennes dès leur conception** peut apporter un **avantage concurrentiel** en conséquence et générer de la croissance économique, et une économie numérique prospère est à son tour un facteur de stabilité et de souveraineté.

Cependant, la numérisation croissante (« tout est interconnecté ») entraîne aussi une hausse des cyberattaques (« tout est piraté »). **La capacité à repousser les attaques informatiques est cruciale** et on ne saurait trop insister sur son importance. Ces attaques concernent tous les niveaux de l'architecture en couches, mais sont de plus en plus le fait de systèmes autocratiques qui s'en prennent aux **valeurs** susmentionnées ou à la mise en œuvre du **système économique et juridique** fondé sur ces valeurs.

Par conséquent, les perspectives technologiques décrites dans la présente publication requièrent un **contrôle souverain** des **technologies centrales en matière de cybersécurité** et des **infrastructures techniques et organisationnelles nécessaires à leur application**.

L'exemple de la cybersécurité : statu quo

En résumé, **l'Allemagne et l'Europe** ne manquent pas de technologies ou d'acteurs ayant l'expertise nécessaire en matière de cybersécurité. Mais une **coordination européenne efficace des forces disponibles fait défaut**.

En effet, l'Europe, et en particulier **l'Allemagne**, est **bien positionnée** dans le domaine de la **recherche et du développement de technologies de cybersécurité**. Cela va de la **recherche en cryptographie** aux **jeunes pousses de technologie financière** comme Fraugster et Risk.Ident, qui développent des solutions logicielles évolutives basées sur l'IA qui protègent les personnes

et les organisations contre l'usurpation d'identité, la falsification de comptes ou le vol de compte.

Des organisations compétentes sont également déjà en place. **L'Office fédéral pour la sécurité en matière de technologies de l'information (BSI)** est par exemple un organisme public qui a été créé pour prévenir et détecter les cyberattaques ainsi que pour **répondre** à celles-ci. L'Alliance allemande pour la cybersécurité cherche quant à elle à renforcer la résistance de tous les acteurs face aux cyberattaques. Enfin, le groupe **Bundesdruckerei (BDr)**, détenu par l'État fédéral allemand, est un acteur de premier plan très innovant dans le domaine du développement technique de **solutions de sécurité** et d'infrastructures liées.

Le secteur privé s'intéresse également à la cybersécurité. Par exemple, les participants à la Plateforme industrie 4.0 recherchent des solutions, au sein des groupes de travail « Sécurité des systèmes interconnectés » et « Cadre réglementaire », pour **limiter les vulnérabilités numériques croissantes** découlant de l'intensification de la mise en réseau de la **production industrielle**. Il existe aussi un **certain nombre d'initiatives** qui permettent de signaler rapidement et de manière sûre les vecteurs d'attaque, notamment les activités de l'entreprise DSCO (Deutsche Cyber-Sicherheitsorganisation).

Les **compétences** techniques nécessaires pour **évaluer la sécurité** de systèmes complexes, notamment ceux de **fabricants étrangers**, et les certifier sont **en principe disponibles**. Cependant, les projets en ce sens **échouent souvent** du fait d'un manque d'accès à la documentation nécessaire ou aux systèmes concernés. Permettre cet accès constitue un **défi politique**.

Solutions proposées

L'harmonisation du paysage hétérogène de la cybersécurité en Allemagne et en Europe doit être promue par des actions politiques. Des mesures importantes ont déjà été prises avec l'adoption du **règlement sur la cybersécurité** (un règlement européen qui introduit, entre autres, de nouvelles lignes directrices et une certification uniforme de la cybersécurité des technologies de l'information et des communications), de la directive relative à la cybersécurité (**directive SRI**) et de la **stratégie européenne pour les données**.



Une coopération plus étroite entre les organismes publics des États membres de l'UE et l'**Agence de l'Union européenne pour la cybersécurité (ENISA)** devrait également être institutionnalisée.

Le développement et la mise en œuvre systématique des approches en matière de cybersécurité conseillées devraient être poursuivis dans le cadre d'efforts communs, notamment dans les trois domaines ci-dessous :

- **Technologies de cryptage** : la recherche continue de **principes cryptographiques**, le développement de **procédures de cryptage plus puissantes**, telles que la cryptographie post-quantique, ainsi que la promotion d'une **utilisation généralisée** de ces technologies par et au sein de l'Union européenne, par exemple par l'intermédiaire de certifications et, dans les domaines critiques, de normes minimales contraignantes, sont une priorité absolue. En outre, certaines lacunes en matière de certification (notamment pour les composants) restent à combler.

Dans ce domaine, la **souveraineté numérique** ne peut pas être atteinte en ayant recours à un prestataire externe, mais **uniquement en mobilisant de vastes compétences propres**. Même si certaines procédures puissantes ne sont pas utilisées dans les produits commerciaux pour des raisons politiques, la disponibilité des procédures les plus récentes doit toujours être garantie.

- **Capacités de résistance institutionnalisées** : les **PME** ne sont souvent pas en mesure d'adopter par leurs propres moyens des mesures de cybersécurité préventives de haut niveau. Elles **s'appuient fortement** sur la **sensibilisation**, le **partage de connaissances** et, en cas de crise, sur une **aide extérieure rapide**.

Dans ce contexte, il convient d'étoffer l'offre de **services publics de conseil** et de considérer les **centres de cybersécurité privés** ou les organisations collaboratives comme des éléments importants de l'**écosystème de la cybersécurité**. Ces derniers peuvent en effet rassembler l'expérience pertinente et aider à contrer les cyber-attaques de manière rentable tout en permettant des synergies de coûts et la collecte d'informations. Cela implique une **répartition claire des tâches** entre les **acteurs publics et les acteurs privés** afin qu'ils n'entrent pas en concurrence, ce qui menacerait les modèles d'affaires des acteurs privés, et qu'il n'apparaisse pas de lacunes dans le suivi des menaces et dans la lutte contre celles-ci.

- **Identité numérique** : un système d'**identités numériques infalsifiables** est indispensable pour permettre l'échange de

données en toute confiance et garantir des comportements sûrs dans les espaces numériques.

Il est crucial que les identités numériques des personnes soient développées de manière à être centrées sur les utilisateurs et **facilement utilisables par les citoyens**. À l'heure actuelle, aucune solution européenne ne s'est imposée sur le marché. La mise en réseau des fournisseurs européens existants, tels que Bundesdruckerei, dans le but de concevoir une solution d'identité numérique européenne pourrait être un moyen de garantir la facilité d'utilisation des services numériques et, si cette solution est bien conçue, un **contrôle total sur les données**.

Outre les personnes, les **machines ont aussi besoin d'être clairement identifiables** afin de pouvoir déployer leur plein potentiel dans le cadre de l'industrie 4.0 et de l'IdO. Dans ce domaine, des solutions doivent être développées de toute urgence.

Cependant, celles-ci n'auront de sens que dans le cadre d'un **écosystème d'identité européen interopérable**, car **sinon, il ne sera pas possible d'atteindre un poids suffisant à l'échelle internationale** pour fixer des normes de dimension mondiale basées sur des valeurs sur lesquelles les fabricants pourront s'appuyer. Pour cela, une solution serait de s'appuyer sur l'**écosystème eIDAS** (identification électronique, authentification et services de confiance) européen existant pour développer un système d'identités numériques souveraines. Dans ce contexte, la création commune par l'État fédéral allemand et les entreprises d'un écosystème d'identités numériques serait un pas dans la bonne direction et devrait être rapidement entamée. Une telle initiative ne sera cependant couronnée de succès que si elle réussit à obtenir le soutien de la **Commission européenne** et d'un **nombre important d'États membres**.

Résumé

La **souveraineté numérique** en matière de **cybersécurité** ne peut être atteinte qu'à condition de maîtriser l'ensemble de ce domaine, de la recherche fondamentale à la mise en œuvre. C'est le cas en Europe, et cette situation doit être préservée. Ce n'est que sur cette base technologique que peut être garantie une souveraineté dans l'espace numérique **reposant sur le système de valeurs européen** pour l'économie et la société européenne. Par conséquent, une telle vision ne pourra être concrétisée que **dans le cadre du marché intérieur européen**, car il est le seul à avoir un poids suffisant à l'internationale pour permettre de fixer efficacement les normes correspondantes.

Bibliographie

Ministère fédéral de l'Économie et de l'Énergie, 2020

Ministère fédéral de l'Économie et de l'Énergie : *Eckpunkte zur Umsetzung des Konjunkturpakets Ziffer 35c. Zukunftsinvestitionen Fahrzeughersteller und Zulieferindustrie sowie Forschung und Entwicklung*, Berlin, 2020.

Buchenau et al., 2021

Buchenau, M./Koch, M./Tyborskim R. : *Wirtschaft und Wissenschaft fordern Quantencomputer binnen fünf Jahren*, Handelsblatt, 13 janvier 2021. <https://www.handelsblatt.com/technik/it-inter-net/druck-auf-bundesregierung-wirtschaft-und-wissenschaft-fordern-quantencomputer-binnen-fuenf-jahren/26796470.html>

Chancellerie fédérale allemande, 2021

Chancellerie fédérale allemande : *Datenstrategie der Bundesregierung. Eine Innovationsstrategie für gesellschaftlichen Fortschritt und nachhaltiges Wachstum*, Berlin, 2021.

EDM, 2021

Espace de données Mobilité : *Dezentral vernetzter Datenraum Mobilität* (manuscrit non publié), 2021.

Kagermann et al., 2020

Kagermann, H./Süssenguth, F./Körner, J./Liepold, A. : *Innovationspotenziale der Quantentechnologien der zweiten Generation* (acatech IMPULS), Munich, 2020.

SAP, 2021

SAP : *Gardener – ein offener, kohärenter und erweiterbarer Standard* (manuscrit non publié), 2021.

Telefónica Deutschland, 2020

Telefónica Deutschland, *Die Vorteile der Open-RAN-Architektur*, 2020. URL : <https://www.basecamp.digital/mobilfunk-fuer-dummies-die-vorteile-der-open-ran-architektur/> [version au 19/02/2021].





acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften

acatech conseille les responsables politiques et la société, soutient le développement d'une volonté politique en matière d'innovation et représente les sciences techniques au niveau international. acatech s'acquitte du mandat consultatif qui lui a été confié par le gouvernement fédéral allemand et par les Länder de façon indépendante, scientifique et dans l'intérêt public. acatech met en lumière les possibilités et les risques liés au progrès technologique et met tout en œuvre pour que des idées naissent des innovations, et des innovations la prospérité, le bien-être social et la qualité de vie. acatech rapproche les milieux scientifiques et économiques. Les membres d'acatech sont des scientifiques de haut niveau, issus des sciences appliquées et naturelles, de la médecine ainsi que des sciences humaines et sociales. Ses sénateurs sont des personnalités venant d'entreprises et d'associations axées sur la technologie ainsi que de grandes organisations scientifiques. Outre son siège principal, le FORUM acatech à Munich, acatech possède des bureaux à Berlin et à Bruxelles.

Pour plus d'informations, consultez www.acatech.de.



Auteurs:

Prof. Dr Henning Kagermann

acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften
Karolinenplatz 4
80333 Munich | Allemagne

Karl-Heinz Streibich

acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften
Pariser Platz 4a
10117 Berlin | Allemagne

Dr Katrin Suder

TAE Advisory & Sparring GmbH
Eppendorfer Landstraße 46
20249 Hamburg | Allemagne

Éditeur de la série :

acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften, 2021

Munich

Karolinenplatz 4
80333 Munich | Allemagne
T +49 (0)89/52 03 09-0
F +49 (0)89/52 03 09-900

Berlin

Pariser Platz 4a
10117 Berlin | Allemagne
T +49 (0)30/2 06 30 96-0
F +49 (0)30/2 06 30 96-11

Bruxelles

Rue d'Egmont/Egmontstraat 13
1000 Bruxelles | Belgique
T +32 (0)2/2 13 81-80
F +32 (0)2/2 13 81-89

info@acatech.de

www.acatech.de

Conseil d'administration au sens de l'article 26 du Code civil allemand : Karl-Heinz Streibich, Prof. Dr.-Ing. Johann-Dietrich Wörner, Prof. Dr.-Ing. Jürgen Gausemeier, Prof. Dr. Reinhard F. Hüttl (n'est pas actuellement en fonction), Dr. Stefan Oschmann, Dr.-Ing. Reinhard Ploss, Prof. Dr. Christoph M. Schmidt, Prof. Dr.-Ing. Thomas Weber, Manfred Rauhmeier, Prof. Dr. Martina Schraudner

Citation recommandée :

Kagermann, H./ Streibich, K.-H./Suder, K. : *Souveraineté numérique. Statu quo et champs d'action* (acatech IMPULS), Munich 2021.

Informations bibliographiques de la Bibliothèque nationale allemande

La Bibliothèque nationale allemande répertorie la présente publication dans la bibliographie nationale allemande ; vous trouverez des données bibliographiques détaillées sur internet à l'adresse <http://dnb.d-nb.de>.

Cette œuvre est protégée par le droit d'auteur. Tous les droits fondés sur ce droit d'auteur, notamment ceux de traduction, réimpression, réutilisation des illustrations, reproduction par voie photomécanique ou similaire et stockage de données dans des systèmes de traitement sont réservés, même dans le cas d'une utilisation partielle.

Copyright © acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften • 2021

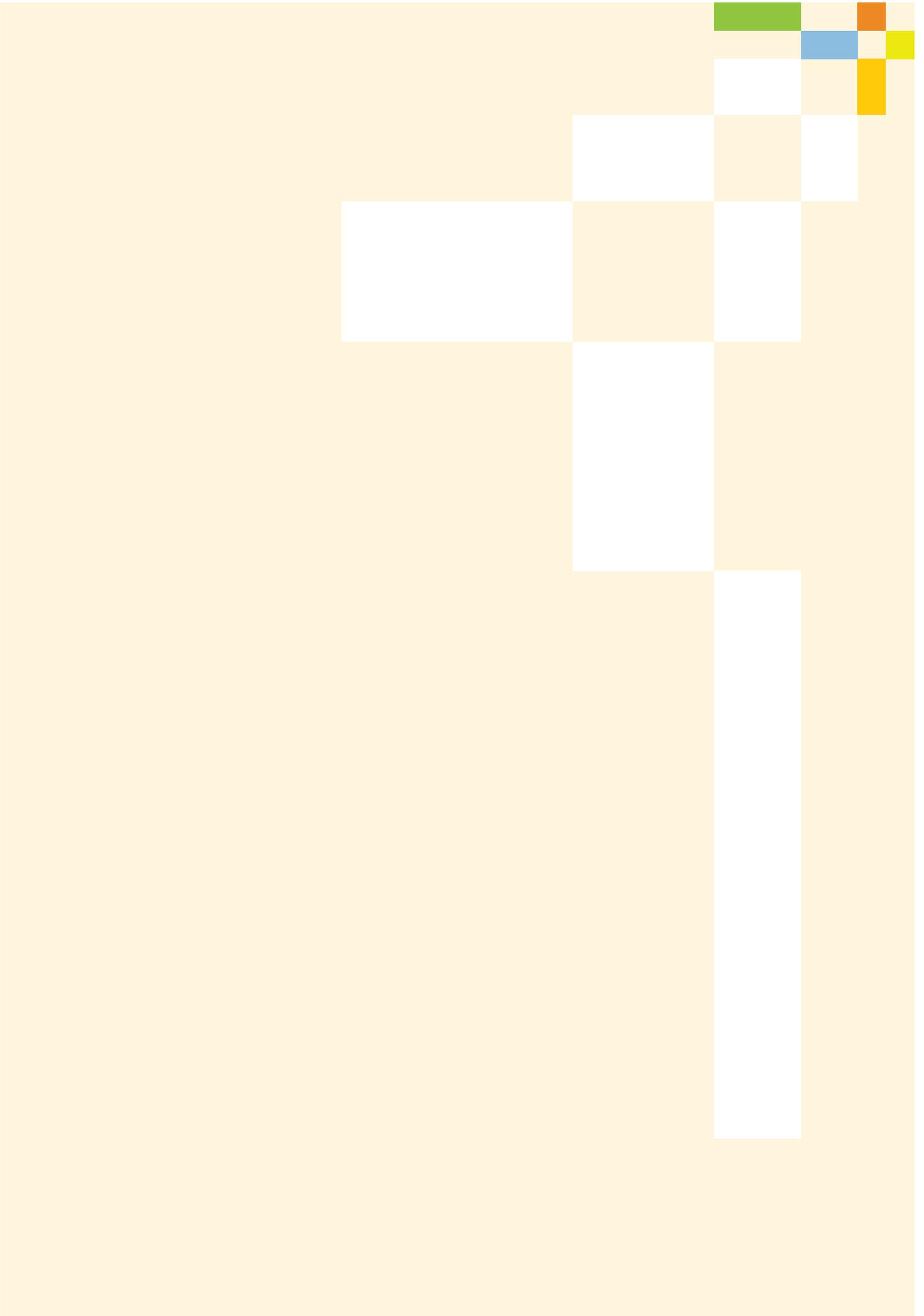
Coordination et rédaction : Florian Süssenguth, Dr. Johannes Winter

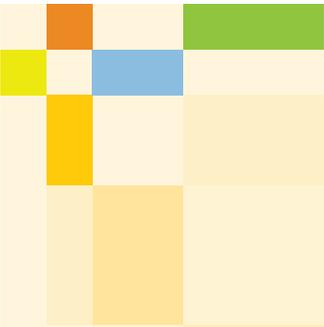
Traduction : IDEST Communication SA

Mise en page, conception et composition : GROOTHUIS. Gesellschaft der Ideen und Passionen mbH
für Kommunikation und Medien, Marketing und Gestaltung; groothuis.de

Illustration de couverture : © shutterstock/Vladimir Vihrev

La version originale de la publication est disponible à l'adresse www.acatech.de





La souveraineté numérique est l'une des questions politiques essentielles pour l'avenir. Chaque nouveau domaine de la vie privée, économique et publique dans lequel sont utilisées des plateformes et des applications numériques renforce l'importance de la souveraineté. La souveraineté numérique n'est pas seulement déterminante pour la compétitivité, mais aussi pour l'autodétermination politique de l'Union européenne et de ses États membres, la capacité d'innovation des entreprises et la liberté des instituts de recherche de toute l'Europe dans le monde numérique.

Le présent IMPULS d'acatech propose une architecture en couches qui vise à contribuer à la concrétisation du concept de souveraineté numérique et surtout à l'élaboration de possibilités concrètes d'action en suivant les différents niveaux superposés qui composent cette architecture.