

Annexe scientifique & stratégie R&D;

Biosécurité intelligente, préparation aux menaces biologiques, hygiène environnementale, Smart Modules Edge/PWA et études d'impact environnemental.

Objet

Document d'orientation scientifique et de structuration de l'innovation

Positionnement

Evidence-based • Safe-by-design • Multisectoriel • Algérie

Périmètre

Élevage • Transport • Agroalimentaire • Santé • Bâtiments

Important

Ce document ne fournit aucun paramètre opératoire de technologies dangereuses.

La V4 change la nature du projet

HygeyenaTech n'est plus présenté comme une solution unique de désinfection, mais comme une plateforme d'ingénierie qui sélectionne, combine, contrôle et documente des barrières de biosécurité en fonction du niveau de preuve et du contexte.

Vision Réduire le risque de contamination par une combinaison de prévention, air propre, surveillance et technologies de décontamination validées lorsque le contexte le justifie.	Différenciation Coupler l'expertise biosécurité à l'Edge Computing, la PWA, la traçabilité, la maintenance prédictive et l'évaluation environnementale.
--	---

Principe directeur : une technologie n'est jamais qualifiée d'innovante uniquement parce qu'elle est récente. Elle est évaluée sur son efficacité documentée, sa sécurité, sa reproductibilité, son contexte d'usage et son empreinte environnementale.

Innovation Observatory Veille et classement par niveau de preuve.	Pandemic Preparedness Défense en profondeur et préparation.
Smart Modules HT-Air, HT-Room, HT-Transport, HT-Farm, HT-Food, HT-Health.	HygeyenaTech Control Edge + PWA + cloud optionnel.
Environmental Impact EIA, éco-conception et KPI environnementaux.	Evidence Center Sources, limites et révision des preuves.
R&D; Roadmap Du pilote à l'industrialisation.	

Des recherches post-COVID vers une plateforme multisectorielle

Le programme s'inscrit dans une démarche de recherche menée sur plusieurs années autour de la réduction du risque de contamination dans les bâtiments d'élevage, les transports et les sites agroalimentaires. L'intérêt historique porté à l'ozone, aux UV-C et au peroxyde d'hydrogène devient, en V4, un portefeuille de technologies évaluées plutôt qu'un dogme technique.

Ce qui est conservé

Biosécurité, vide sanitaire, solutions non-contact, automatisation, supervision et approche multisectorielle.

Ce qui évolue

Approche multibarrière, niveau de preuve, sûreté locale, impact environnemental et veille scientifique continue.

Préparation aux pandémies : la V4 parle de préparation à des menaces futures plausibles. Elle ne présente pas une prochaine pandémie comme certaine, prévisible ou datable.

Une classification simple, révisable et auditée

Niveau	Définition	Conséquence V4
Mature / bien étayé	Base solide de recommandations, normes ou données convergentes.	Architecture de référence, sous réserve du contexte.
Soutenu / contextuel	Utilité documentée dans certains environnements professionnels.	Intégration conditionnelle et validation spécifique.
Émergent / prometteur	Données récentes encourageantes mais recul ou normalisation limités.	R&D; et pilotes encadrés.
Watchlist	Résultats variables, preuves insuffisantes ou sous-produits à clarifier.	Veille uniquement ; aucune allégation générale.

Hiérarchie des sources

1) organismes publics de santé et sécurité ; 2) normes d'ingénierie ; 3) revues systématiques / méta-analyses ; 4) études pertinentes ; 5) données fabricant comme source secondaire à vérifier.

Le contrôle des aérosols infectieux devient le socle

Ventilation & HEPA — mature Le contrôle de source, la ventilation et la filtration sont des barrières centrales. Les technologies de désinfection ne les remplacent pas.	GUV / UV-C — mature Le GUV en partie haute des pièces et certaines intégrations HVAC sont des mesures complémentaires dans des environnements adaptés et conçus professionnellement.
--	--

Implication V4 : mesurer la performance du système comme un ensemble — qualité d'air, occupation, maintenance, configuration du local et conformité de l'installation.

Une innovation prometteuse à traiter comme technologie émergente

Une méta-analyse publiée en 2025 compare 222 nm et 254 nm et rapporte une efficacité de désinfection comparable ou potentiellement supérieure ainsi qu'un signal de sécurité favorable dans les études disponibles. Des observations humaines prolongées existent aussi, mais les effectifs restent limités et la généralisation à tous les environnements demande du recul, des normes et une évaluation des sous-produits éventuels.

Potentiel	Incertitudes	Position V4
Contrôle continu de certains agents aéroportés dans des environnements occupés, sous limites réglementaires appropriées.	Recul à long terme, diversité des populations, installation réelle, maintenance et effets photochimiques.	R&D; et veille active. Pas de promesse générale tant que le contexte et les limites ne sont pas validés.

VHP et ozone : technologies professionnelles, pas solutions universelles

VHP — contextuel

Le CDC décrit le peroxyde d'hydrogène vaporisé comme une technologie de bio-décontamination pour certaines applications. Position V4 : usage professionnel, procédé qualifié et gestion HSE spécialisée.

Ozone — conditionnel

L'EPA déconseille les générateurs d'ozone dans les espaces occupés. Position V4 : aucun usage de purification d'air en présence d'occupants ; la R&D; reste fortement encadrée.

Site public : aucun seuil, dosage, durée, concentration ou procédure opératoire de ces technologies n'est publié. La V4 privilégie la sécurité, la qualification professionnelle et la validation indépendante.

Défense en profondeur pour bâtiments et transports

Couche	Objectif	Fonctions HygeyenaTech
1. Source & organisation	Réduire introduction et diffusion	Procédures, flux, formation, gestion des épisodes
2. Air propre	Diluer / capturer	Ventilation, filtration, suivi de performance
3. Traitement complémentaire	Réduire l'infectiosité résiduelle	GUV ou technologies validées selon le scénario
4. Monitoring	Détecter les dérives	IAQ, alarmes, maintenance, occupation
5. Traçabilité	Prouver ce qui a été fait	Journal, rapport, audit

L'Accord de l'OMS sur les pandémies a été adopté par l'Assemblée mondiale de la Santé le 20 mai 2025 afin de renforcer la prévention, la préparation et la réponse aux futures pandémies.

Une architecture modulaire plutôt qu’un appareil unique

HT-Air Qualité d'air, ventilation, filtration et GUV compatible.	HT-Room Zones contrôlées, présence, workflow et validation.	HT-Transport Air, occupation, maintenance et remise en service.
HT-Farm Bâtiments, couvoirs et historique de biosécurité.	HT-Food Zones, lignes, ventilation, nettoyage et preuves qualité.	HT-Health Santé / pharma : IPC, auditabilité et validation.

Règle de conception : les fonctions à risque restent gouvernées localement par des sécurités physiques et logiques. La connectivité distante sert à superviser et documenter ; elle ne contourne jamais les interverrouillages locaux.

Edge + PWA + Cloud optionnel

Field Layer	Edge Controller	PWA	Cloud optionnel
Capteurs et état des équipements.	Logique locale et sûreté.	Workflow opérateur, journal et rapports.	Fleet, analytics et sauvegarde.

Fonctions logicielles prioritaires

Tableau de bord IAQ ; journal des événements ; maintenance / étalonnage ; gestion des rôles ; certificats et rapports ; historique multi-sites ; analyse de dérives ; export d'audit ; indicateurs environnementaux.

Architecture Local-First : les fonctions critiques continuent à fonctionner de manière sûre même sans réseau.

Créer une offre « Sustainable Hygiene »

HygeyenaTech peut différencier son offre en évaluant simultanément l'efficacité sanitaire et les externalités environnementales.

Dimension	Indicateurs à documenter
Énergie	Consommation en exploitation, veille et maintenance
Eau	Nettoyage / rinçage, économies potentielles, qualité des rejets
Consommables	Filtres, sources lumineuses, emballages, pièces d'usure
Déchets	Filtres usagés, DEEE, consommables, matériaux contaminés
Air & émissions	Polluants, sous-produits, ventilation, exposition professionnelle
Matériaux	Compatibilité, vieillissement, corrosion, durée de vie
Cycle de vie	Fabrication, transport, usage, maintenance, fin de vie

Un axe autonome du projet

Le ministère algérien de l'Environnement présente le cadre des études et notices d'impact, des études de dangers, des audits environnementaux et des établissements classés. Le décret exécutif n° 26-156 du 14 avril 2026 a modifié et complété le décret 07-145 relatif aux études et notices d'impact.

Cadrage réglementaire Régime du projet, autorités compétentes et pièces attendues.	État initial Air, eau, sols, voisinage, biodiversité, bruit, énergie et déchets.
Analyse des impacts Construction, exploitation, maintenance, émissions et risques.	Mesures & suivi Éviter, réduire, compenser, KPI et plan de surveillance.
Dossier numérique PWA terrain, cartes, photos, registres, versions.	Conformité Respect des exigences d'agrément et de compétence du bureau d'études.

Éviter de déplacer le risque

Option	Statut V4	Points environnementaux
Ventilation / HEPA	Mature	énergie, bruit, filtres usagés, maintenance
GUV / UV-C	Mature	énergie, vieillissement des sources, DEEE, matériaux
Far-UVC 222	Émergent	énergie, sécurité d'exposition, sous-produits photochimiques
VHP	Contextuel	consommables, emballages, compatibilité, HSE, énergie
Ozone	Conditionnel	exposition, réactions avec COV, sous-produits, énergie
Ionisation / plasma / photocatalyse	Watchlist	sous-produits, performance réelle, preuves à vérifier

Le statut V4 n'est pas un classement commercial. Il sert à décider du niveau de prudence, de validation et de documentation nécessaire.

De la veille au pilote, puis au produit

Gate 1 — Evidence Review Question scientifique, sources, maturité, risques et limites.	Gate 2 — Safety Review Analyse HSE, sécurité fonctionnelle, compatibilité et scénarios d'échec.
Gate 3 — Pilot Protocol Objectifs et critères d'acceptation définis avant essai.	Gate 4 — Independent Evidence Résultats microbiologiques, IAQ, maintenance et événements.
Gate 5 — Regulatory Route Usage revendiqué, normes, autorisations et limites.	Gate 6 — Product Release Dossier technique, formation, maintenance, contrat et surveillance.

Construire progressivement un actif technologique crédible

Période	Objectif	Livrables
2026	Evidence base & architecture	Observatoire, HSE, Edge/PWA, dossier environnemental
2027	Pilotes sectoriels	Aviculture, agroalimentaire, transport ; résultats et rapports
2028	Modules industrialisables	HT-Air, HT-Farm, HT-Transport, maintenance
2029	Plateforme multi-sites	Fleet management, analytics, reporting environnemental

Base documentaire V4

1. CDC/NIOSH — About Germicidal Ultraviolet (GUV): [cdc.gov/niosh/ventilation/germicidal-ultraviolet/](https://www.cdc.gov/niosh/ventilation/germicidal-ultraviolet/)
2. ASHRAE — Standard 241, Control of Infectious Aerosols.
3. US EPA — Air Cleaners, HVAC Filters, and Respiratory Viruses.
4. US EPA — Ozone Generators that are Sold as Air Cleaners.
5. CDC Infection Control — Other Sterilization Methods / Vaporized Hydrogen Peroxide.
6. 2025 systematic review & meta-analysis: 222-nm UVC compared with 254-nm UVC, PubMed PMID 40254071.
7. WHO Pandemic Agreement — adopted 20 May 2025.
8. WHO — Environmental cleaning and IPC in health care facilities (2023).
9. Ministère algérien de l'Environnement — Évaluation des études environnementales.
10. JORADP — JO n°31 du 28 avril 2026, Décret exécutif n°26-156 du 14 avril 2026.

Note méthodologique : les références sont sélectionnées pour leur autorité, leur pertinence et leur actualité. Le contenu V4 doit être révisé périodiquement car les technologies émergentes et les cadres réglementaires évoluent.