



RÉPUBLIQUE DU BÉNIN · PROPOSITION DE STRATÉGIE NATIONALE

Matériaux avancés, nanotechnologies et Materials Informatics

Stratégie Bénin 2040 — feuille de route révisable

Comprendre → Concevoir → Simuler → Fabriquer → Caractériser → Intégrer → Industrialiser

AUTEUR

Steven Dodde

NATURE DU DOCUMENT

Document de travail vivant — gabarit, non une politique adoptée

VERSION

v0.1 (gabarit initial)

CRÉATION

23 septembre 2026

DERNIÈRE RÉVISION

26 septembre 2026 — passage à Quarto

Avertissement. Ce document ne contient à ce stade aucune donnée factuelle validée sur le Bénin. Toute information y est marquée par un statut de maturité. Aucune hypothèse ne doit être lue comme un fait.

SOMMAIRE

DOCUMENT	Suivi des versions	1
PARTIE 0	Mode d'emploi du document	2
REGISTRE	Registre des sources	5
PARTIE I	Vision et ambition technologique du Bénin	6
PARTIE II	Diagnostic scientifique, technologique et industriel du Bénin	11
PARTIE III	Fondations scientifiques : physique, chimie, matériaux et nanosciences	19
PARTIE IV	Materials Informatics, IA et calcul scientifique	27
PARTIE V	Matériaux avancés et nanotechnologies	38
PARTIE VI	Nanoélectronique, micro/nanofabrication et technologies avancées	45
PARTIE VII	Infrastructures scientifiques et technologiques	51
PARTIE VIII	Formation, talents et capital humain	64
PARTIE IX	Recherche, innovation et transfert technologique	69
PARTIE X	Applications stratégiques pour le Bénin	73
PARTIE XI	Industrialisation et écosystème deeptech	78
PARTIE XII	Gouvernance, financement et coopération internationale	83
PARTIE XIII	Feuille de route 2027–2040	88
PARTIE XIV	Indicateurs, évaluation et révision de la stratégie	91
PARTIE XV	Projets nationaux prioritaires	94
ANNEXES	Outils de travail et parcours personnel	96
ANNEXE A	Mon parcours d'études (2026–2029)	97
ANNEXE B	Journal de recherche	100
ANNEXE C	Registre des hypothèses	101
ANNEXE D	Questions ouvertes	102
ANNEXE E	Bibliographie structurée	103
ANNEXE F	Glossaire	105
ANNEXE G	Sigles et acronymes	106
ANNEXE H	Outils de collecte	107

DOCUMENT

Suivi des versions

Chaque version correspond à un état cohérent du document. Les numéros suivent la règle décrite au chapitre « Mode d’emploi » (section 0.6).

PLAN DE VERSIONS

Version	Jalon visé	Période cible	Contenu minimal attendu	Statut
v0.1	Gabarit complet	Sept. 2026	Architecture, outils de suivi, registres vides	Fait
v0.2	Premier diagnostic	Fin année 1	Parties I–II amorcées, 30+ sources au registre	
v0.3	Fondations et MI	Mi-année 2	Parties III–V documentées, premiers projets personnels	
v1.0	Première version complète	Fin année 2	Toutes les parties rédigées au moins en version brouillon	
v2.0	Version relue	Mi-année 3	Relecture par chercheurs / ingénieurs, entretiens intégrés	
Finale	Version de diffusion	Fin année 3	Document stabilisé, synthèse décideurs, annexes complètes	

JOURNAL DES MODIFICATIONS

Version	Date	Parties modifiées	Nature de la modification	Motif (source, cours, entretien...)	Auteur
v0.1	23/09/2026	Toutes	Création du gabarit	Initialisation du projet	S. Dodde
v0.1	26/09/2026	Toutes	Passage à Quarto et refonte de la mise en page	Lisibilité, versioning Git	S. Dodde

PARTIE 0

Mode d'emploi du document

0.1 Principe du document vivant

Le document est construit pour être rempli sur trois ans. L'architecture reste fixe ; seul le contenu progresse. Une section vide n'est pas une faiblesse : elle signale une question encore ouverte.

- **Couche 1 – Stratégie** (Parties I à XV) : le texte qui deviendra la stratégie. Style sobre, sourcé, lisible par décideurs, scientifiques et industriels.
- **Couche 2 – Outils de travail** (registre des sources, journal, hypothèses, questions ouvertes) : la matière première, jamais citée telle quelle dans la couche 1.
- **Couche 3 – Parcours personnel** (Annexe A) : ce que les études apportent et comment cela modifie la stratégie.

0.2 Structure standard d'un sous-chapitre (fiche A–I)

Chaque sous-chapitre contient la même fiche. Les champs A, B et D sont pré-remplis pour orienter la recherche ; les champs C, E, F, G, H et I sont à compléter.

Champ	Rôle	Règle de remplissage
A. Objectif	Ce que la section doit démontrer ou permettre de comprendre	Une à trois phrases ; peut être affiné
B. Questions	Questions auxquelles la recherche doit répondre	Ajouter, ne jamais supprimer : barrer et renvoyer vers la réponse
C. État actuel	Ce que l'on sait du Bénin sur ce point	Chaque phrase porte un statut et un ID de source
D. Données nécessaires	Liste précise des données à collecter	Formuler comme des indicateurs mesurables
E. Sources	Renvoi vers le registre des sources par type	Uniquement des IDs S-xxxx, pas de référence libre
F. Analyse	Séparer faits, données, interprétations, hypothèses, propositions	Ne jamais mélanger deux niveaux dans une même phrase
G. Lacunes	Ce qui reste à vérifier ou documenter	Chaque lacune importante devient une question ouverte (Annexe D)
H. Idées	Pistes non encore étayées	Aucune idée ne passe dans C ou F sans source
I. Références	Bibliographie de la section	Format défini en 0.5 ; renvoi vers l'Annexe E

0.3 Système de maturité des informations

Chaque information porte un statut entre crochets placé en début de phrase ou de cellule. Le statut progresse de gauche à droite ; il peut régresser (vers **À ACTUALISER**) si une donnée vieillit ou est contredite.

Statut	Signification	Condition d'entrée	Condition pour passer au statut suivant
À EXPLORER	Sujet identifié, aucune recherche faite	Question formulée	Au moins une piste de source identifiée

Statut	Signification	Condition d'entrée	Condition pour passer au statut suivant
À VÉRIFIER	Information entendue ou lue sans source fiable	Mention non sourcée, souvenir, discussion	Source traçable trouvée
SOURCE TROUVÉE	Une source existe mais n'a pas été évaluée	ID S-xxxx créé	Fiabilité évaluée (A-E) et recoupement
DONNÉE CONFIRMÉE	Information recoupée par au moins deux sources indépendantes ou une source primaire fiable (A/B)	Recoupement documenté	—
ANALYSE EN COURS	Interprétation en construction à partir de données confirmées	Données confirmées disponibles	Raisonnement rédigé et relu
PROPOSITION	Recommandation de l'auteur, argumentée	Analyse terminée	Relecture par un tiers compétent
VALIDÉ SCIENTIFIQUEMENT	Proposition ou analyse relue par un chercheur ou un ingénieur du domaine	Relecture tracée (nom, date, avis)	—
À ACTUALISER	Information datée ou potentiellement dépassée	Donnée de plus de 3 ans, ou contredite	Nouvelle source récente

0.4 Marqueurs de rédaction

Marqueur	Usage
DONNÉE À RECHERCHER	Une donnée précise manque (chiffre, coût, nom, date). Ne jamais la remplacer par une estimation non sourcée.
INTERPRÉTATIONS À COMPARER	Plusieurs lectures des mêmes données coexistent. Les présenter côte à côte avec leurs sources.
HYPOTHÈSE DE TRAVAIL	Idée de l'auteur, non démontrée. Doit être inscrite au registre des hypothèses (Annexe C).
PROPOSITION	Recommandation explicite de l'auteur.
CONTROVERSE	Désaccord documenté dans la littérature ou entre acteurs.

0.5 Système de sources

Toute affirmation importante porte un identifiant de source S-xxxx (numérotation continue, jamais réattribuée). Le registre ci-dessous est la référence unique ; les parties du document ne citent que des IDs.

ÉCHELLE DE FIABILITÉ

Note	Type de source	Exemples
A	Source primaire officielle ou revue à comité de lecture	Statistiques nationales, textes réglementaires, articles publiés
B	Rapport institutionnel reconnu	Organisations internationales, rapports ministériels
C	Source secondaire sérieuse	Presse spécialisée, rapports d'entreprises, thèses
D	Source informelle traçable	Entretien, conférence, site d'institution non daté
E	Source faible	Réseaux sociaux, blogs, information non datée — jamais seule

Format de référence : Auteur(s), année, titre, éditeur / revue, volume(numéro), pages, DOI ou URL, date de consultation.

Règles : (1) ne jamais présenter une hypothèse comme un fait ; (2) une donnée chiffrée porte sa date et son unité ; (3) une source de fiabilité D ou E ne suffit pas pour **DONNÉE CONFIRMÉE** ; (4) les entretiens sont cités avec l'accord de la personne.

0.6 Règles de versioning

- **v0.x** : versions de travail. Incrémenter à chaque ajout substantiel (nouvelle partie amorcée, 20 nouvelles sources, révision d'une hypothèse majeure).
- **v1.0** : toutes les parties contiennent au moins un premier texte.
- **v2.0** : version relue par au moins deux personnes extérieures compétentes.
- **Version finale** : figée, datée, accompagnée d'une synthèse pour décideurs.
- Chaque changement de version est inscrit au journal des modifications. Conserver une copie de chaque version (NomFichier_vX.Y_AAAA-MM-JJ.docx).

0.7 Style attendu du texte final

Scientifique, analytique, sobre, prospectif. Phrases courtes. Pas de slogan sans justification. Chaque recommandation est rattachée à un constat sourcé et à un indicateur de suivi. Le texte doit rester lisible par trois publics : décideurs publics, scientifiques, ingénieurs et industriels.

REGISTRE

Registre des sources

Référence unique pour toutes les affirmations du document. Ajouter une ligne par affirmation importante. Une même source peut appuyer plusieurs affirmations.

ID	Affirmation	Source (référence complète)	Type de source	Date	Fiabilité (A-E)	Vérifiée ?	Notes
—							
—							
—							
—							

PARTIE I

Vision et ambition technologique du Bénin

OBJECTIF DE LA PARTIE

Définir le périmètre, justifier l'intérêt d'une stratégie nationale dans ces domaines, et formuler une ambition 2040 réaliste à partir du diagnostic (Partie II).

STATUT À EXPLORER · MISE À JOUR ____ · VERSION ____

I.1 Pourquoi une stratégie nationale en matériaux et nanotechnologies

A Objectif	Démontrer, sources à l'appui, en quoi ces domaines peuvent répondre à des besoins nationaux concrets.
B Questions de recherche	• Quels problèmes nationaux (énergie, eau, construction, santé, agriculture) ont une composante matériaux ? • Quels pays à revenu comparable ont adopté une stratégie similaire, avec quels résultats ? • Quel est le coût de l'inaction (dépendance aux importations, fuite des talents) ?
C État actuel (Bénin)	À EXPLORER — DONNÉE À RECHERCHER
D Données nécessaires	Importations de matériaux et composants (valeur, volume) ; besoins sectoriels chiffrés ; exemples de stratégies nationales comparables.
E Sources (IDs du registre)	Articles : Rapports gouvernementaux : Organisations internationales : Statistiques : Publications universitaires : Rapports industriels : Brevets : Bases de données : Entretiens :
F Analyse personnelle	Faits : Données : Interprétations : HYPOTHÈSE DE TRAVAIL : PROPOSITION :
G Lacunes	À VÉRIFIER
H Idées et hypothèses	—
I Références	—

I.2 Définitions et périmètre

A Objectif	Fixer des définitions stables et sourcées pour chaque domaine couvert.
B Questions de recherche	• Quelles définitions internationales font référence (nanomatériau, matériau avancé, Materials Informatics) ? • Quels domaines sont inclus / exclus du périmètre, et pourquoi ?
C État actuel (Bénin)	À EXPLORER — DONNÉE À RECHERCHER
D Données nécessaires	Définitions normatives (organismes de normalisation, agences internationales) ; classifications utilisées dans les stratégies étrangères.
E Sources (IDs du registre)	Articles : Rapports gouvernementaux : Organisations internationales : Statistiques : Publications universitaires : Rapports industriels : Brevets : Bases de données : Entretiens :
F Analyse personnelle	Faits : Données : Interprétations : HYPOTHÈSE DE TRAVAIL : PROPOSITION :
G Lacunes	À VÉRIFIER
H Idées et hypothèses	—
I Références	—

I.3 La chaîne de capacités cible

A Objectif	Décrire la chaîne comprendre → concevoir → simuler → fabriquer → caractériser → intégrer → industrialiser et le niveau visé pour chaque maillon.
B Questions de recherche	• Quels maillons le Bénin peut-il maîtriser en premier, à coût raisonnable ? • Quels maillons dépendront durablement de partenariats ?
C État actuel (Bénin)	À EXPLORER — DONNÉE À RECHERCHER
D Données nécessaires	Coûts d'entrée par maillon (voir Parties VII et IX) ; exemples de trajectoires de pays.
E Sources (IDs du registre)	Articles : Rapports gouvernementaux : Organisations internationales : Statistiques : Publications universitaires : Rapports industriels : Brevets : Bases de données : Entretiens :
F Analyse personnelle	Faits : Données : Interprétations : HYPOTHÈSE DE TRAVAIL : PROPOSITION :

G Lacunes	À VÉRIFIER
H Idées et hypothèses	—
I Références	—

NIVEAU VISÉ PAR MAILLON

Maillon	Niveau actuel	Niveau visé 2030	Niveau visé 2035	Niveau visé 2040	Justification / source
Comprendre	À EXPLORER				
Concevoir	À EXPLORER				
Simuler	À EXPLORER				
Fabriquer	À EXPLORER				
Caractériser	À EXPLORER				
Intégrer	À EXPLORER				
Industrialiser	À EXPLORER				

Échelle proposée pour les niveaux : 0 absent · 1 dépendant de l'étranger · 2 capacité ponctuelle · 3 capacité nationale régulière · 4 capacité exportable. **PROPOSITION** à valider.

I.4 Vision 2040 et scénarios d'ambition

A Objectif	Formuler plusieurs niveaux d'ambition et les conditions de chacun, plutôt qu'une vision unique non justifiée.
B Questions de recherche	- Quelles hypothèses de financement, de talents et de partenariats distinguent les scénarios ? - Quels signaux permettraient de passer d'un scénario à l'autre ?
C État actuel (Bénin)	À EXPLORER — DONNÉE À RECHERCHER
D Données nécessaires	Budgets R&D comparés, effectifs de chercheurs, trajectoires de pays de référence.
E Sources (IDs du registre)	Articles : Rapports gouvernementaux : Organisations internationales : Statistiques : Publications universitaires : Rapports industriels : Brevets : Bases de données : Entretiens :
F Analyse personnelle	Faits : Données : Interprétations : HYPOTHÈSE DE TRAVAIL : PROPOSITION :
G Lacunes	À VÉRIFIER
H Idées et hypothèses	—
I Références	—

Scénario	Description	Hypothèses clés	Conditions nécessaires	Risques	Sources
Scénario 1 — sobre					

Scénario	Description	Hypothèses clés	Conditions nécessaires	Risques	Sources
Scénario 2 — intermédiaire					
Scénario 3 — ambitieux					

I.5 Principes directeurs

A Objectif	Énoncer les principes qui encadrent toutes les recommandations (réalisme, mutualisation, ouverture, soutenabilité, souveraineté...).
B Questions de recherche	• Quels principes sont justifiés par le diagnostic ? • Quels arbitrages ces principes imposent-ils ?
C État actuel (Bénin)	À EXPLORER — DONNÉE À RECHERCHER
D Données nécessaires	Principes retenus dans des stratégies scientifiques nationales comparables.
E Sources (IDs du registre)	Articles : Rapports gouvernementaux : Organisations internationales : Statistiques : Publications universitaires : Rapports industriels : Brevets : Bases de données : Entretiens :
F Analyse personnelle	Faits : Données : Interprétations : HYPOTHÈSE DE TRAVAIL : PROPOSITION :
G Lacunes	À VÉRIFIER
H Idées et hypothèses	—
I Références	—

I.6 Positionnement régional et international

A Objectif	Situer le Bénin par rapport aux pays de la région et à des pays de référence.
B Questions de recherche	• Quelles capacités existent chez les voisins et dans la CEDEAO ? • Où se trouvent des complémentarités plutôt que des doublons ?
C État actuel (Bénin)	À EXPLORER — DONNÉE À RECHERCHER
D Données nécessaires	Cartographie régionale des centres de recherche et infrastructures ; stratégies nationales publiées.
E Sources (IDs du registre)	Articles : Rapports gouvernementaux : Organisations internationales : Statistiques : Publications universitaires : Rapports industriels : Brevets : Bases de données : Entretiens :

F Analyse personnelle	Faits : Données : Interprétations : HYPOTHÈSE DE TRAVAIL : PROPOSITION :
G Lacunes	À VÉRIFIER
H Idées et hypothèses	—
I Références	—

BENCHMARK DES STRATÉGIES NATIONALES

Pays	Stratégie / programme	Année	Institutions clés	Résultats documentés	Éléments transposables	Source
—						

Sources de la partie

Type de source	IDs du registre (S-xxxx)	Couverture	Statut
Articles scientifiques			À EXPLORER
Rapports gouvernementaux			À EXPLORER
Organisations internationales			À EXPLORER
Statistiques			À EXPLORER
Publications universitaires			À EXPLORER
Rapports industriels			À EXPLORER
Brevets			À EXPLORER
Bases de données scientifiques			À EXPLORER
Entretiens (chercheurs, industriels)			À EXPLORER

PARTIE II

Diagnostic scientifique, technologique et industriel du Bénin

OBJECTIF DE LA PARTIE

Établir une photographie sourcée des capacités existantes. Toute la suite du document repose sur cette partie ; elle doit être la plus rigoureusement documentée.

STATUT À EXPLORER · MISE À JOUR ____ · VERSION ____

Légende des statuts de capacité (colonne « Statut ») : Existant · Insuffisant · Absent · À développer · À vérifier.

II.1 Contexte national

A Objectif	Poser le cadre démographique, économique et politique dans lequel s'inscrit la stratégie.
B Questions de recherche	• Quelle est la structure de l'économie et de l'emploi ? • Quels documents de politique nationale (développement, science, numérique, industrie) sont en vigueur ? • Quelle place la science et la technologie y occupent-elles ?
C État actuel (Bénin)	À EXPLORER — DONNÉE À RECHERCHER
D Données nécessaires	Population et pyramide des âges, PIB et structure sectorielle, balance commerciale, textes de politique publique en vigueur.
E Sources (IDs du registre)	Articles : Rapports gouvernementaux : Organisations internationales : Statistiques : Publications universitaires : Rapports industriels : Brevets : Bases de données : Entretiens :
F Analyse personnelle	Faits : Données : Interprétations : HYPOTHÈSE DE TRAVAIL : PROPOSITION :
G Lacunes	À VÉRIFIER
H Idées et hypothèses	—

I Références

—

II.2 Enseignement supérieur et recherche

A Objectif	Recenser les institutions, formations et équipes pertinentes.
B Questions de recherche	• Quelles universités et écoles forment en physique, chimie, matériaux, informatique ? • Combien de chercheurs et doctorants dans ces disciplines ? • Quelle production scientifique (volume, domaines, collaborations) ?
C État actuel (Bénin)	À EXPLORER — DONNÉE À RECHERCHER
D Données nécessaires	Liste des institutions, effectifs, programmes, publications indexées par domaine et par année.
E Sources (IDs du registre)	Articles : Rapports gouvernementaux : Organisations internationales : Statistiques : Publications universitaires : Rapports industriels : Brevets : Bases de données : Entretiens :
F Analyse personnelle	Faits : Données : Interprétations : HYPOTHÈSE DE TRAVAIL : PROPOSITION :
G Lacunes	À VÉRIFIER
H Idées et hypothèses	—
I Références	—

II.3 Capacités expérimentales

A Objectif	Inventorier les équipements de synthèse, caractérisation et fabrication réellement opérationnels.
B Questions de recherche	• Quels équipements existent, où, et sont-ils fonctionnels ? • Qui peut y accéder et à quel coût ? • Quels sont les principaux freins (maintenance, consommables, énergie) ?
C État actuel (Bénin)	À EXPLORER — DONNÉE À RECHERCHER
D Données nécessaires	Inventaire des équipements par laboratoire, taux d'utilisation, état de fonctionnement.
E Sources (IDs du registre)	Articles : Rapports gouvernementaux : Organisations internationales : Statistiques : Publications universitaires : Rapports industriels : Brevets : Bases de données : Entretiens :

F Analyse personnelle	Faits : Données : Interprétations : HYPOTHÈSE DE TRAVAIL : PROPOSITION :
G Lacunes	À VÉRIFIER
H Idées et hypothèses	—
I Références	—

II.4 Capacités numériques et de calcul

A Objectif	Évaluer l'infrastructure numérique disponible pour le calcul scientifique et l'IA.
B Questions de recherche	- Existe-t-il des ressources de calcul mutualisées (cluster, GPU) ? - Quelle connectivité (débit, réseau national de recherche et d'éducation) ? - Quelle disponibilité et quel coût de l'électricité pour un centre de calcul ?
C État actuel (Bénin)	À EXPLORER — DONNÉE À RECHERCHER
D Données nécessaires	Inventaire des serveurs et clusters, débit des réseaux académiques, coût et fiabilité de l'électricité.
E Sources (IDs du registre)	Articles : Rapports gouvernementaux : Organisations internationales : Statistiques : Publications universitaires : Rapports industriels : Brevets : Bases de données : Entretiens :
F Analyse personnelle	Faits : Données : Interprétations : HYPOTHÈSE DE TRAVAIL : PROPOSITION :
G Lacunes	À VÉRIFIER
H Idées et hypothèses	—
I Références	—

II.5 Tissu industriel et entrepreneurial

A Objectif	Identifier les entreprises et startups qui utilisent, transforment ou pourraient produire des matériaux et technologies avancées.
B Questions de recherche	- Quelles industries transforment des matériaux localement ? - Quelles startups technologiques existent et dans quels secteurs ? - Quels besoins technologiques expriment les industriels ?
C État actuel (Bénin)	À EXPLORER — DONNÉE À RECHERCHER
D Données nécessaires	Registre des entreprises par secteur, études sectorielles, enquêtes auprès d'industriels.

E Sources (IDs du registre)	Articles : Rapports gouvernementaux : Organisations internationales : Statistiques : Publications universitaires : Rapports industriels : Brevets : Bases de données : Entretiens :
F Analyse personnelle	Faits : Données : Interprétations : HYPOTHÈSE DE TRAVAIL : PROPOSITION :
G Lacunes	À VÉRIFIER
H Idées et hypothèses	—
I Références	—

II.6 Financement et programmes publics

A Objectif	Mesurer les financements disponibles pour la recherche et l'innovation.
B Questions de recherche	• Quelle part du PIB est consacrée à la R&D ? • Quels fonds et programmes publics existent ? • Quelle part des financements est d'origine étrangère ?
C État actuel (Bénin)	À EXPLORER — DONNÉE À RECHERCHER
D Données nécessaires	Dépense intérieure de R&D, budgets des ministères concernés, programmes de financement actifs.
E Sources (IDs du registre)	Articles : Rapports gouvernementaux : Organisations internationales : Statistiques : Publications universitaires : Rapports industriels : Brevets : Bases de données : Entretiens :
F Analyse personnelle	Faits : Données : Interprétations : HYPOTHÈSE DE TRAVAIL : PROPOSITION :
G Lacunes	À VÉRIFIER
H Idées et hypothèses	—
I Références	—

II.7 Partenariats internationaux

A Objectif	Cartographier les coopérations scientifiques et technologiques existantes.
-------------------	--

B Questions de recherche	• Quels accords de coopération scientifique sont actifs ? • Quels réseaux régionaux ou centres d'excellence impliquent le Bénin ?
C État actuel (Bénin)	À EXPLORER — DONNÉE À RECHERCHER
D Données nécessaires	Accords bilatéraux et multilatéraux, co-publications internationales, programmes de mobilité.
E Sources (IDs du registre)	Articles : Rapports gouvernementaux : Organisations internationales : Statistiques : Publications universitaires : Rapports industriels : Brevets : Bases de données : Entretiens :
F Analyse personnelle	Faits : Données : Interprétations : HYPOTHÈSE DE TRAVAIL : PROPOSITION :
G Lacunes	À VÉRIFIER
H Idées et hypothèses	—
I Références	—

II.8 Ressources naturelles et matières premières

A Objectif	Identifier les ressources minérales, végétales et secondaires (déchets) susceptibles d'alimenter une filière matériaux.
B Questions de recherche	• Quelles ressources minérales sont documentées par des études géologiques ? • Quelles ressources biosourcées et résidus agricoles sont disponibles en volume ? • Quels flux de déchets (plastiques, électroniques, métaux) existent ?
C État actuel (Bénin)	À EXPLORER — DONNÉE À RECHERCHER
D Données nécessaires	Études géologiques officielles, statistiques agricoles, données sur la gestion des déchets.
E Sources (IDs du registre)	Articles : Rapports gouvernementaux : Organisations internationales : Statistiques : Publications universitaires : Rapports industriels : Brevets : Bases de données : Entretiens :
F Analyse personnelle	Faits : Données : Interprétations : HYPOTHÈSE DE TRAVAIL : PROPOSITION :
G Lacunes	À VÉRIFIER

H Idées et hypothèses	—
I Références	—

II.9 Synthèse du diagnostic

A Objectif	Résumer forces, faiblesses, opportunités et menaces, uniquement à partir de données confirmées.
B Questions de recherche	• Quels constats sont suffisamment étayés pour fonder des recommandations ?
C État actuel (Bénin)	À EXPLORER — DONNÉE À RECHERCHER
D Données nécessaires	Ensemble des données confirmées des sections II.1 à II.8.
E Sources (IDs du registre)	Articles : Rapports gouvernementaux : Organisations internationales : Statistiques : Publications universitaires : Rapports industriels : Brevets : Bases de données : Entretiens :
F Analyse personnelle	Faits : Données : Interprétations : HYPOTHÈSE DE TRAVAIL : PROPOSITION :
G Lacunes	À VÉRIFIER
H Idées et hypothèses	—
I Références	—

MATRICE SWOT (CHAQUE ÉLÉMENT PORTE UN ID DE SOURCE)

Forces	Faiblesses	Opportunités	Menaces
—			

II.10 Cartographie détaillée

Tableaux de recensement. Une ligne par entité. Ne rien inscrire sans source.

II.10.1 Universités

Nom	Ville	Facultés pertinentes	Effectifs	Statut	Source
—					

II.10.2 Écoles d'ingénieurs

Nom	Tutelle	Spécialités	Diplômés / an	Statut	Source
—					

II.10.3 Laboratoires

Nom	Institution	Thématiques	Équipements clés	Statut	Source
—					

II.10.4 Chercheurs

Nom	Institution	Spécialité	Publications clés	Contact établi ?	Source
—					

II.10.5 Formations

Intitulé	Niveau	Institution	Contenu matériaux / nano / calcul	Statut	Source
—					

II.10.6 Équipements

Équipement	Localisation	Fonctionnel ?	Accès	Statut	Source
—					

II.10.7 Entreprises

Nom	Secteur	Activité liée aux matériaux	Taille	Statut	Source
—					

II.10.8 Startups

Nom	Domaine	Stade	Technologie	Statut	Source
—					

II.10.9 Infrastructures (parcs, incubateurs, zones)

Nom	Type	Localisation	Services	Statut	Source
—					

II.10.10 Financements

Programme / fonds	Origine	Montant	Bénéficiaires	Statut	Source
—					

II.10.11 Programmes publics

Programme	Ministère	Objectif	Période	Statut	Source
—					

II.10.12 Partenariats internationaux

Partenaire	Pays / organisation	Domaine	Période	Statut	Source
—					

II.10.13 Capacités numériques

Ressource	Opérateur	Caractéristiques	Accès	Statut	Source
—					

II.10.14 Infrastructures de calcul

Système	Hébergeur	CPU / GPU / stockage	Utilisateurs	Statut	Source
—					

II.10.15 Capacités de caractérisation

Technique	Laboratoire	Modèle d'équipement	Accès	Statut	Source
—					

II.10.16 Capacités de fabrication

Procédé	Lieu	Échelle (labo / pilote / industrielle)	Accès	Statut	Source
—					

Sources de la partie

Type de source	IDs du registre (S-xxxx)	Couverture	Statut
Articles scientifiques			À EXPLORER
Rapports gouvernementaux			À EXPLORER
Organisations internationales			À EXPLORER
Statistiques			À EXPLORER
Publications universitaires			À EXPLORER
Rapports industriels			À EXPLORER
Brevets			À EXPLORER
Bases de données scientifiques			À EXPLORER
Entretiens (chercheurs, industriels)			À EXPLORER

PARTIE III

Fondations scientifiques : physique, chimie, matériaux et nanosciences

OBJECTIF DE LA PARTIE

Identifier les savoirs fondamentaux sans lesquels aucune capacité technologique durable n'est possible, et évaluer leur présence au Bénin.

STATUT À EXPLORER · MISE À JOUR ____ · VERSION ____

III.1 Physique de la matière condensée et physique quantique

A Objectif	Évaluer la solidité nationale en physique de la matière condensée et physique quantique (Structure électronique, bandes, semi-conducteurs, phénomènes quantiques) et son rôle dans la chaîne de valeur.
B Questions de recherche	• Où cette discipline est-elle enseignée au Bénin et à quel niveau ? • Combien de chercheurs actifs, avec quelle production ? • Quelles lacunes limitent les parties suivantes du document ?
C État actuel (Bénin)	À EXPLORER — DONNÉE À RECHERCHER
D Données nécessaires	Programmes d'enseignement, effectifs enseignants-chercheurs, publications du domaine, thèses soutenues.
E Sources (IDs du registre)	Articles : Rapports gouvernementaux : Organisations internationales : Statistiques : Publications universitaires : Rapports industriels : Brevets : Bases de données : Entretiens :
F Analyse personnelle	Faits : Données : Interprétations : HYPOTHÈSE DE TRAVAIL : PROPOSITION :
G Lacunes	À VÉRIFIER
H Idées et hypothèses	—
I Références	—

III.2 Chimie des matériaux et chimie de synthèse

A Objectif	Évaluer la solidité nationale en chimie des matériaux et chimie de synthèse (Synthèse inorganique, organique, polymères, chimie des solutions, sol-gel) et son rôle dans la chaîne de valeur.
B Questions de recherche	• Où cette discipline est-elle enseignée au Bénin et à quel niveau ? • Combien de chercheurs actifs, avec quelle production ? • Quelles lacunes limitent les parties suivantes du document ?
C État actuel (Bénin)	À EXPLORER — DONNÉE À RECHERCHER
D Données nécessaires	Programmes d'enseignement, effectifs enseignants-chercheurs, publications du domaine, thèses soutenues.
E Sources (IDs du registre)	Articles : Rapports gouvernementaux : Organisations internationales : Statistiques : Publications universitaires : Rapports industriels : Brevets : Bases de données : Entretiens :
F Analyse personnelle	Faits : Données : Interprétations : HYPOTHÈSE DE TRAVAIL : PROPOSITION :
G Lacunes	À VÉRIFIER
H Idées et hypothèses	—
I Références	—

III.3 Cristallographie et science des structures

A Objectif	Évaluer la solidité nationale en cristallographie et science des structures (Structures cristallines, défauts, diffraction) et son rôle dans la chaîne de valeur.
B Questions de recherche	• Où cette discipline est-elle enseignée au Bénin et à quel niveau ? • Combien de chercheurs actifs, avec quelle production ? • Quelles lacunes limitent les parties suivantes du document ?
C État actuel (Bénin)	À EXPLORER — DONNÉE À RECHERCHER
D Données nécessaires	Programmes d'enseignement, effectifs enseignants-chercheurs, publications du domaine, thèses soutenues.
E Sources (IDs du registre)	Articles : Rapports gouvernementaux : Organisations internationales : Statistiques : Publications universitaires : Rapports industriels : Brevets : Bases de données : Entretiens :

F Analyse personnelle	Faits : Données : Interprétations : HYPOTHÈSE DE TRAVAIL : PROPOSITION :
G Lacunes	À VÉRIFIER
H Idées et hypothèses	—
I Références	—

III.4 Thermodynamique et cinétique des matériaux

A Objectif	Évaluer la solidité nationale en thermodynamique et cinétique des matériaux (Diagrammes de phases, diffusion, transformations) et son rôle dans la chaîne de valeur.
B Questions de recherche	• Où cette discipline est-elle enseignée au Bénin et à quel niveau ? • Combien de chercheurs actifs, avec quelle production ? • Quelles lacunes limitent les parties suivantes du document ?
C État actuel (Bénin)	À EXPLORER — DONNÉE À RECHERCHER
D Données nécessaires	Programmes d'enseignement, effectifs enseignants-chercheurs, publications du domaine, thèses soutenues.
E Sources (IDs du registre)	Articles : Rapports gouvernementaux : Organisations internationales : Statistiques : Publications universitaires : Rapports industriels : Brevets : Bases de données : Entretiens :
F Analyse personnelle	Faits : Données : Interprétations : HYPOTHÈSE DE TRAVAIL : PROPOSITION :
G Lacunes	À VÉRIFIER
H Idées et hypothèses	—
I Références	—

III.5 Propriétés des matériaux

A Objectif	Évaluer la solidité nationale en propriétés des matériaux (Propriétés mécaniques, électroniques, optiques, magnétiques, thermiques) et son rôle dans la chaîne de valeur.
B Questions de recherche	• Où cette discipline est-elle enseignée au Bénin et à quel niveau ? • Combien de chercheurs actifs, avec quelle production ? • Quelles lacunes limitent les parties suivantes du document ?
C État actuel (Bénin)	À EXPLORER — DONNÉE À RECHERCHER
D Données nécessaires	Programmes d'enseignement, effectifs enseignants-chercheurs, publications du domaine, thèses soutenues.

E Sources (IDs du registre)	Articles : Rapports gouvernementaux : Organisations internationales : Statistiques : Publications universitaires : Rapports industriels : Brevets : Bases de données : Entretiens :
F Analyse personnelle	Faits : Données : Interprétations : HYPOTHÈSE DE TRAVAIL : PROPOSITION :
G Lacunes	À VÉRIFIER
H Idées et hypothèses	—
I Références	—

III.6 Nanosciences : effets de taille et de surface

A Objectif	Évaluer la solidité nationale en nanosciences : effets de taille et de surface (Confinement quantique, rapport surface/volume, auto-assemblage) et son rôle dans la chaîne de valeur.
B Questions de recherche	• Où cette discipline est-elle enseignée au Bénin et à quel niveau ? • Combien de chercheurs actifs, avec quelle production ? • Quelles lacunes limitent les parties suivantes du document ?
C État actuel (Bénin)	À EXPLORER — DONNÉE À RECHERCHER
D Données nécessaires	Programmes d'enseignement, effectifs enseignants-chercheurs, publications du domaine, thèses soutenues.
E Sources (IDs du registre)	Articles : Rapports gouvernementaux : Organisations internationales : Statistiques : Publications universitaires : Rapports industriels : Brevets : Bases de données : Entretiens :
F Analyse personnelle	Faits : Données : Interprétations : HYPOTHÈSE DE TRAVAIL : PROPOSITION :
G Lacunes	À VÉRIFIER
H Idées et hypothèses	—
I Références	—

III.7 Mathématiques et méthodes numériques

A Objectif	Évaluer la solidité nationale en mathématiques et méthodes numériques (Algèbre linéaire, EDP, statistiques, méthodes numériques, probabilités) et son rôle dans la chaîne de valeur.
B Questions de recherche	• Où cette discipline est-elle enseignée au Bénin et à quel niveau ? • Combien de chercheurs actifs, avec quelle production ? • Quelles lacunes limitent les parties suivantes du document ?
C État actuel (Bénin)	À EXPLORER — DONNÉE À RECHERCHER
D Données nécessaires	Programmes d'enseignement, effectifs enseignants-chercheurs, publications du domaine, thèses soutenues.
E Sources (IDs du registre)	Articles : Rapports gouvernementaux : Organisations internationales : Statistiques : Publications universitaires : Rapports industriels : Brevets : Bases de données : Entretiens :
F Analyse personnelle	Faits : Données : Interprétations : HYPOTHÈSE DE TRAVAIL : PROPOSITION :
G Lacunes	À VÉRIFIER
H Idées et hypothèses	—
I Références	—

III.8 La chaîne technologique : de l'atome à l'industrie

Atome → structure → matériau → nanostructure → composant → dispositif → système → produit → industrie.
Une fiche par étape.

ÉTAPE 1 — ATOME

Connaissances nécessaires	—
Équipements	—
Compétences	—
Logiciels	—
Infrastructures	—
Acteurs (Bénin / étranger)	—
Obstacles	—
Opportunités pour le Bénin	HYPOTHÈSE DE TRAVAIL
Statut / sources	À EXPLORER

ÉTAPE 2 — STRUCTURE

Connaissances nécessaires	—
Équipements	—

Compétences	—
Logiciels	—
Infrastructures	—
Acteurs (Bénin / étranger)	—
Obstacles	—
Opportunités pour le Bénin	HYPOTHÈSE DE TRAVAIL
Statut / sources	À EXPLORER

ÉTAPE 3 — MATÉRIAU

Connaissances nécessaires	—
Équipements	—
Compétences	—
Logiciels	—
Infrastructures	—
Acteurs (Bénin / étranger)	—
Obstacles	—
Opportunités pour le Bénin	HYPOTHÈSE DE TRAVAIL
Statut / sources	À EXPLORER

ÉTAPE 4 — NANOSTRUCTURE

Connaissances nécessaires	—
Équipements	—
Compétences	—
Logiciels	—
Infrastructures	—
Acteurs (Bénin / étranger)	—
Obstacles	—
Opportunités pour le Bénin	HYPOTHÈSE DE TRAVAIL
Statut / sources	À EXPLORER

ÉTAPE 5 — COMPOSANT

Connaissances nécessaires	—
Équipements	—
Compétences	—
Logiciels	—
Infrastructures	—
Acteurs (Bénin / étranger)	—
Obstacles	—
Opportunités pour le Bénin	HYPOTHÈSE DE TRAVAIL
Statut / sources	À EXPLORER

ÉTAPE 6 — DISPOSITIF

Connaissances nécessaires	—
Équipements	—
Compétences	—
Logiciels	—
Infrastructures	—
Acteurs (Bénin / étranger)	—
Obstacles	—
Opportunités pour le Bénin	HYPOTHÈSE DE TRAVAIL
Statut / sources	À EXPLORER

ÉTAPE 7 — SYSTÈME

Connaissances nécessaires	—
Équipements	—
Compétences	—
Logiciels	—
Infrastructures	—
Acteurs (Bénin / étranger)	—
Obstacles	—
Opportunités pour le Bénin	HYPOTHÈSE DE TRAVAIL
Statut / sources	À EXPLORER

ÉTAPE 8 — PRODUIT

Connaissances nécessaires	—
Équipements	—
Compétences	—
Logiciels	—
Infrastructures	—
Acteurs (Bénin / étranger)	—
Obstacles	—
Opportunités pour le Bénin	HYPOTHÈSE DE TRAVAIL
Statut / sources	À EXPLORER

ÉTAPE 9 — INDUSTRIE

Connaissances nécessaires	—
Équipements	—
Compétences	—
Logiciels	—
Infrastructures	—
Acteurs (Bénin / étranger)	—
Obstacles	—
Opportunités pour le Bénin	HYPOTHÈSE DE TRAVAIL

Statut / sources

À EXPLORER

III.9 Culture scientifique et enseignement fondamental

A Objectif	Évaluer si le système éducatif produit le socle nécessaire en sciences fondamentales.
B Questions de recherche	• Quels sont les résultats en mathématiques et sciences au secondaire ? • Quelle part des étudiants s'oriente vers les sciences fondamentales ?
C État actuel (Bénin)	À EXPLORER — DONNÉE À RECHERCHER
D Données nécessaires	Statistiques d'orientation, résultats aux examens nationaux, effectifs par filière.
E Sources (IDs du registre)	Articles : Rapports gouvernementaux : Organisations internationales : Statistiques : Publications universitaires : Rapports industriels : Brevets : Bases de données : Entretiens :
F Analyse personnelle	Faits : Données : Interprétations : HYPOTHÈSE DE TRAVAIL : PROPOSITION :
G Lacunes	À VÉRIFIER
H Idées et hypothèses	—
I Références	—

Sources de la partie

Type de source	IDs du registre (S-xxxx)	Couverture	Statut
Articles scientifiques			À EXPLORER
Rapports gouvernementaux			À EXPLORER
Organisations internationales			À EXPLORER
Statistiques			À EXPLORER
Publications universitaires			À EXPLORER
Rapports industriels			À EXPLORER
Brevets			À EXPLORER
Bases de données scientifiques			À EXPLORER
Entretiens (chercheurs, industriels)			À EXPLORER

PARTIE IV

Materials Informatics, IA et calcul scientifique

OBJECTIF DE LA PARTIE

Évaluer dans quelle mesure le calcul, les données et l'IA peuvent constituer un point d'entrée à coût maîtrisé pour une capacité nationale en matériaux, avant les infrastructures expérimentales lourdes. **HYPOTHÈSE DE TRAVAIL** à tester.

STATUT **À EXPLORER** · MISE À JOUR ____ · VERSION ____

IV.1 Définition et panorama des Materials Informatics

A Objectif	Définir le champ, ses méthodes et son état de l'art.
B Questions de recherche	• Quelles sont les grandes approches (données, simulation, apprentissage, automatisation) ? • Quels résultats concrets ont été obtenus dans la littérature ? • Quelles limites sont documentées (qualité des données, transférabilité) ?
C État actuel (Bénin)	À EXPLORER — DONNÉE À RECHERCHER
D Données nécessaires	Articles de synthèse récents, feuilles de route internationales du domaine.
E Sources (IDs du registre)	Articles : Rapports gouvernementaux : Organisations internationales : Statistiques : Publications universitaires : Rapports industriels : Brevets : Bases de données : Entretiens :
F Analyse personnelle	Faits : Données : Interprétations : HYPOTHÈSE DE TRAVAIL : PROPOSITION :
G Lacunes	À VÉRIFIER
H Idées et hypothèses	—
I Références	—

IV.2 Bases de données de matériaux

A Objectif	Recenser les bases utilisables, leurs conditions d'accès et leur intérêt pour les applications béninoises.
B Questions de recherche	• Quelles bases sont ouvertes, lesquelles sont payantes ? • Quels types de données (calculées, expérimentales, structures, propriétés) ? • Quelles données manquent pour les matériaux d'intérêt local ?
C État actuel (Bénin)	À EXPLORER — DONNÉE À RECHERCHER
D Données nécessaires	Licences, volumes, formats, API, domaines couverts.
E Sources (IDs du registre)	Articles : Rapports gouvernementaux : Organisations internationales : Statistiques : Publications universitaires : Rapports industriels : Brevets : Bases de données : Entretiens :
F Analyse personnelle	Faits : Données : Interprétations : HYPOTHÈSE DE TRAVAIL : PROPOSITION :
G Lacunes	À VÉRIFIER
H Idées et hypothèses	—
I Références	—

INVENTAIRE DES BASES DE DONNÉES (NOMS À VÉRIFIER ET COMPLÉTER)

Base	Type de données	Accès / licence	API	Usage envisagé	Testée ?	Source
Materials Project						À EXPLORER
AFLOW						À EXPLORER
OQMD						À EXPLORER
NOMAD						À EXPLORER
JARVIS						À EXPLORER
Crystallography Open Database						À EXPLORER
ICSD						À EXPLORER
PubChem						À EXPLORER
—						

IV.3 Représentations et descripteurs des matériaux

A Objectif	Comprendre comment un matériau est encodé pour un algorithme (composition, structure, graphes, images, spectres).
-------------------	---

B Questions de recherche	• Quels descripteurs sont adaptés à quelles propriétés ? • Quels outils open source existent ?
C État actuel (Bénin)	À EXPLORER — DONNÉE À RECHERCHER
D Données nécessaires	Articles méthodologiques, documentation des bibliothèques.
E Sources (IDs du registre)	Articles : Rapports gouvernementaux : Organisations internationales : Statistiques : Publications universitaires : Rapports industriels : Brevets : Bases de données : Entretiens :
F Analyse personnelle	Faits : Données : Interprétations : HYPOTHÈSE DE TRAVAIL : PROPOSITION :
G Lacunes	À VÉRIFIER
H Idées et hypothèses	—
I Références	—

IV.4 Machine learning pour la prédiction de propriétés

A Objectif	Évaluer les méthodes classiques (régression, forêts, noyaux) et leurs conditions de succès.
B Questions de recherche	• Quelle taille de jeu de données est nécessaire ? • Comment quantifier l'incertitude des prédictions ? • Quels cas d'usage sont réalistes avec peu de données ?
C État actuel (Bénin)	À EXPLORER — DONNÉE À RECHERCHER
D Données nécessaires	Benchmarks publiés, jeux de données de référence.
E Sources (IDs du registre)	Articles : Rapports gouvernementaux : Organisations internationales : Statistiques : Publications universitaires : Rapports industriels : Brevets : Bases de données : Entretiens :
F Analyse personnelle	Faits : Données : Interprétations : HYPOTHÈSE DE TRAVAIL : PROPOSITION :
G Lacunes	À VÉRIFIER
H Idées et hypothèses	—
I Références	—

IV.5 Deep learning pour les matériaux

A Objectif	Étudier les réseaux de neurones sur graphes, modèles génératifs et modèles de fondation pour les matériaux.
B Questions de recherche	• Quelles ressources de calcul sont nécessaires à l'entraînement et à l'inférence ? • Des modèles pré-entraînés ouverts sont-ils réutilisables ?
C État actuel (Bénin)	À EXPLORER — DONNÉE À RECHERCHER
D Données nécessaires	Architectures de référence, coûts de calcul publiés.
E Sources (IDs du registre)	Articles : Rapports gouvernementaux : Organisations internationales : Statistiques : Publications universitaires : Rapports industriels : Brevets : Bases de données : Entretiens :
F Analyse personnelle	Faits : Données : Interprétations : HYPOTHÈSE DE TRAVAIL : PROPOSITION :
G Lacunes	À VÉRIFIER
H Idées et hypothèses	—
I Références	—

IV.6 Découverte et criblage de matériaux

A Objectif	Comprendre le criblage à haut débit et la découverte assistée.
B Questions de recherche	• Quels exemples de découvertes validées expérimentalement existent ? • Quel est le taux de validation expérimentale des prédictions ?
C État actuel (Bénin)	À EXPLORER — DONNÉE À RECHERCHER
D Données nécessaires	Études de cas publiées avec validation expérimentale.
E Sources (IDs du registre)	Articles : Rapports gouvernementaux : Organisations internationales : Statistiques : Publications universitaires : Rapports industriels : Brevets : Bases de données : Entretiens :
F Analyse personnelle	Faits : Données : Interprétations : HYPOTHÈSE DE TRAVAIL : PROPOSITION :
G Lacunes	À VÉRIFIER
H Idées et hypothèses	—

I Références

—

IV.7 Simulation : théorie de la fonctionnelle de la densité (DFT)

A Objectif	Évaluer la faisabilité nationale de calculs DFT et leurs applications.
B Questions de recherche	• Quels codes sont libres, lesquels sous licence ? • Quel matériel pour quelle taille de système ? • Quelles compétences théoriques sont requises ?
C État actuel (Bénin)	À EXPLORER — DONNÉE À RECHERCHER
D Données nécessaires	Documentation des codes, besoins matériels typiques DONNÉE À RECHERCHER
E Sources (IDs du registre)	Articles : Rapports gouvernementaux : Organisations internationales : Statistiques : Publications universitaires : Rapports industriels : Brevets : Bases de données : Entretiens :
F Analyse personnelle	Faits : Données : Interprétations : HYPOTHÈSE DE TRAVAIL : PROPOSITION :
G Lacunes	À VÉRIFIER
H Idées et hypothèses	—
I Références	—

IV.8 Dynamique moléculaire et potentiels interatomiques

A Objectif	Étudier la dynamique moléculaire classique et les potentiels appris par machine learning.
B Questions de recherche	• Quelles échelles de temps et d'espace sont accessibles ? • Quels matériaux d'intérêt local peuvent être modélisés ?
C État actuel (Bénin)	À EXPLORER — DONNÉE À RECHERCHER
D Données nécessaires	Codes, bibliothèques de potentiels, besoins de calcul.
E Sources (IDs du registre)	Articles : Rapports gouvernementaux : Organisations internationales : Statistiques : Publications universitaires : Rapports industriels : Brevets : Bases de données : Entretiens :

F Analyse personnelle	Faits : Données : Interprétations : HYPOTHÈSE DE TRAVAIL : PROPOSITION :
G Lacunes	À VÉRIFIER
H Idées et hypothèses	—
I Références	—

IV.9 Méthodes mésoscopiques et continues

A Objectif	Couvrir Monte Carlo, champ de phase, éléments finis et le lien multi-échelle.
B Questions de recherche	• Quels logiciels libres existent ? • Quelles applications industrielles directes (construction, mécanique) ?
C État actuel (Bénin)	À EXPLORER — DONNÉE À RECHERCHER
D Données nécessaires	Logiciels, cas d'application en ingénierie.
E Sources (IDs du registre)	Articles : Rapports gouvernementaux : Organisations internationales : Statistiques : Publications universitaires : Rapports industriels : Brevets : Bases de données : Entretiens :
F Analyse personnelle	Faits : Données : Interprétations : HYPOTHÈSE DE TRAVAIL : PROPOSITION :
G Lacunes	À VÉRIFIER
H Idées et hypothèses	—
I Références	—

IV.10 Optimisation et conception inverse

A Objectif	Étudier l'optimisation bayésienne et la conception inverse de matériaux et procédés.
B Questions de recherche	• Comment réduire le nombre d'expériences nécessaires ? • Quels gains documentés en temps et en coût ?
C État actuel (Bénin)	À EXPLORER — DONNÉE À RECHERCHER
D Données nécessaires	Études comparatives publiées.

E Sources (IDs du registre)	Articles : Rapports gouvernementaux : Organisations internationales : Statistiques : Publications universitaires : Rapports industriels : Brevets : Bases de données : Entretiens :
F Analyse personnelle	Faits : Données : Interprétations : HYPOTHÈSE DE TRAVAIL : PROPOSITION :
G Lacunes	À VÉRIFIER
H Idées et hypothèses	—
I Références	—

IV.11 Computer vision pour la caractérisation

A Objectif	Évaluer l'analyse automatique d'images de microscopie et de spectres.
B Questions de recherche	• Quelles tâches sont automatisables (segmentation, comptage, classification) ? • Des jeux de données annotés ouverts existent-ils ?
C État actuel (Bénin)	À EXPLORER — DONNÉE À RECHERCHER
D Données nécessaires	Jeux de données d'images, outils open source.
E Sources (IDs du registre)	Articles : Rapports gouvernementaux : Organisations internationales : Statistiques : Publications universitaires : Rapports industriels : Brevets : Bases de données : Entretiens :
F Analyse personnelle	Faits : Données : Interprétations : HYPOTHÈSE DE TRAVAIL : PROPOSITION :
G Lacunes	À VÉRIFIER
H Idées et hypothèses	—
I Références	—

IV.12 Automatisation des expériences et laboratoires autonomes

A Objectif	Comprendre les laboratoires pilotés par IA et leur accessibilité à petite échelle.
B Questions de recherche	• Existe-t-il des approches à bas coût (robotique ouverte, électronique grand public) ? • Quelles compétences combinées sont nécessaires ?

C État actuel (Bénin)	À EXPLORER — DONNÉE À RECHERCHER
D Données nécessaires	Publications sur laboratoires autonomes, coûts des plateformes.
E Sources (IDs du registre)	Articles : Rapports gouvernementaux : Organisations internationales : Statistiques : Publications universitaires : Rapports industriels : Brevets : Bases de données : Entretiens :
F Analyse personnelle	Faits : Données : Interprétations : HYPOTHÈSE DE TRAVAIL : PROPOSITION :
G Lacunes	À VÉRIFIER
H Idées et hypothèses	—
I Références	—

IV.13 Scientifc AI

A Objectif	Suivre les modèles de fondation scientifiques, l'apprentissage informé par la physique et les assistants de recherche.
B Questions de recherche	• Quels outils sont utilisables sans infrastructure lourde ? • Quels risques (fiabilité, reproductibilité) ?
C État actuel (Bénin)	À EXPLORER — DONNÉE À RECHERCHER
D Données nécessaires	Veille bibliographique, évaluations indépendantes.
E Sources (IDs du registre)	Articles : Rapports gouvernementaux : Organisations internationales : Statistiques : Publications universitaires : Rapports industriels : Brevets : Bases de données : Entretiens :
F Analyse personnelle	Faits : Données : Interprétations : HYPOTHÈSE DE TRAVAIL : PROPOSITION :
G Lacunes	À VÉRIFIER
H Idées et hypothèses	—
I Références	—

IV.14 HPC et GPU : besoins et architectures

A Objectif	Dimensionner les besoins de calcul d'une communauté nationale, du poste individuel au centre mutualisé.
-------------------	---

B Questions de recherche	• Quels besoins par type d'usage (DFT, MD, entraînement ML) ? • Achat, location cloud ou accès à un centre étranger : quels coûts comparés ? • Quelles contraintes énergétiques et de refroidissement ?
C État actuel (Bénin)	À EXPLORER — DONNÉE À RECHERCHER
D Données nécessaires	Coûts matériels, coûts cloud, coût de l'électricité, programmes d'accès au calcul pour chercheurs.
E Sources (IDs du registre)	Articles : Rapports gouvernementaux : Organisations internationales : Statistiques : Publications universitaires : Rapports industriels : Brevets : Bases de données : Entretiens :
F Analyse personnelle	Faits : Données : Interprétations : HYPOTHÈSE DE TRAVAIL : PROPOSITION :
G Lacunes	À VÉRIFIER
H Idées et hypothèses	—
I Références	—

IV.15 Gouvernance des données scientifiques

A Objectif	Définir comment produire, stocker et partager des données nationales (principes FAIR, souveraineté).
B Questions de recherche	• Qui héberge les données de recherche nationales ? • Quel cadre juridique s'applique ?
C État actuel (Bénin)	À EXPLORER — DONNÉE À RECHERCHER
D Données nécessaires	Textes sur la protection des données, politiques de science ouverte.
E Sources (IDs du registre)	Articles : Rapports gouvernementaux : Organisations internationales : Statistiques : Publications universitaires : Rapports industriels : Brevets : Bases de données : Entretiens :
F Analyse personnelle	Faits : Données : Interprétations : HYPOTHÈSE DE TRAVAIL : PROPOSITION :
G Lacunes	À VÉRIFIER
H Idées et hypothèses	—
I Références	—

IV.14 — ESTIMATION DES BESOINS DE CALCUL

Usage	Méthode	Ressource type	Ordre de grandeur (heures CPU/GPU)	Coût estimé	Source
Apprentissage / enseignement			DONNÉE À RECHERCHER		
Calculs DFT de recherche			DONNÉE À RECHERCHER		
Dynamique moléculaire			DONNÉE À RECHERCHER		
Entraînement de modèles ML			DONNÉE À RECHERCHER		
Criblage à haut débit			DONNÉE À RECHERCHER		

INVENTAIRE DES LOGICIELS ET BIBLIOTHÈQUES (À TESTER)

Outil	Catégorie	Licence	Besoin de calcul	Ma maîtrise (0–3)	Notes
Python / NumPy / SciPy				0	
pymatgen				0	
ASE				0	
matminer				0	
scikit-learn				0	
PyTorch				0	
PyTorch Geometric				0	
Quantum ESPRESSO				0	
LAMMPS				0	
OVITO				0	
VESTA				0	
—					

IV.16 Mes projets Python, IA, simulation et expérimentation

Espace de preuve par l'exemple : chaque projet teste une hypothèse du document ou développe une compétence nécessaire à la stratégie.

REGISTRE DES PROJETS PERSONNELS

ID	Projet	Hypothèse testée / compétence visée	Données	Méthodes / outils	Résultat	Lien (code)	Statut
—							

FICHE PROJET PERSONNEL (À DUPLIQUER)

Identifiant et titre	P-__ —
Question scientifique	—
Lien avec la stratégie (partie, hypothèse H-__)	—
Données utilisées (source, licence)	—
Méthode	—
Outils et ressources de calcul	—
Résultats	—
Limites	—
Ce que cela change pour la stratégie	—

Dépôt de code / notebook	—
--------------------------	---

Dates (début / fin)	—
---------------------	---

Sources de la partie

Type de source	IDs du registre (S-xxxx)	Couverture	Statut
Articles scientifiques			À EXPLORER
Rapports gouvernementaux			À EXPLORER
Organisations internationales			À EXPLORER
Statistiques			À EXPLORER
Publications universitaires			À EXPLORER
Rapports industriels			À EXPLORER
Brevets			À EXPLORER
Bases de données scientifiques			À EXPLORER
Entretiens (chercheurs, industriels)			À EXPLORER

PARTIE V

Matériaux avancés et nanotechnologies

OBJECTIF DE LA PARTIE

Identifier les familles de matériaux avancés et de nanotechnologies pertinentes pour le Bénin, leur maturité et les conditions de leur développement.

STATUT À EXPLORER · MISE À JOUR ____ · VERSION ____

V.1 Typologie des matériaux avancés

A Objectif	Classer les familles de matériaux (métaux, céramiques, polymères, composites, semi-conducteurs, biomatériaux, nanomatériaux) selon un cadre stable.
B Questions de recherche	• Quelle classification retenir ? • Quelles familles sont prioritaires au regard des besoins nationaux ?
C État actuel (Bénin)	À EXPLORER — DONNÉE À RECHERCHER
D Données nécessaires	Classifications internationales, stratégies étrangères.
E Sources (IDs du registre)	Articles : Rapports gouvernementaux : Organisations internationales : Statistiques : Publications universitaires : Rapports industriels : Brevets : Bases de données : Entretiens :
F Analyse personnelle	Faits : Données : Interprétations : HYPOTHÈSE DE TRAVAIL : PROPOSITION :
G Lacunes	À VÉRIFIER
H Idées et hypothèses	—
I Références	—

V.2 Synthèse et élaboration des nanomatériaux

A Objectif	Comparer les voies de synthèse (top-down, bottom-up, chimie verte) selon leur coût et leur accessibilité.
B Questions de recherche	• Quelles voies nécessitent peu d'équipement lourd ? • Quelles voies utilisent des précurseurs disponibles localement ?
C État actuel (Bénin)	À EXPLORER — DONNÉE À RECHERCHER
D Données nécessaires	Protocoles publiés, coûts des précurseurs, exigences de sécurité.
E Sources (IDs du registre)	Articles : Rapports gouvernementaux : Organisations internationales : Statistiques : Publications universitaires : Rapports industriels : Brevets : Bases de données : Entretiens :
F Analyse personnelle	Faits : Données : Interprétations : HYPOTHÈSE DE TRAVAIL : PROPOSITION :
G Lacunes	À VÉRIFIER
H Idées et hypothèses	—
I Références	—

V.3 Matériaux pour l'énergie

A Objectif	Étudier les matériaux pour le photovoltaïque, le stockage, la conversion et l'efficacité énergétique.
B Questions de recherche	• Quel est l'état de l'art international en matériaux pour l'énergie ? • Quelles compétences et infrastructures sont nécessaires ? • Quelle activité existe au Bénin ou dans la région ? • Quel lien avec un besoin national documenté ?
C État actuel (Bénin)	À EXPLORER — DONNÉE À RECHERCHER
D Données nécessaires	Mix énergétique national, taux d'électrification, importations de panneaux et batteries.
E Sources (IDs du registre)	Articles : Rapports gouvernementaux : Organisations internationales : Statistiques : Publications universitaires : Rapports industriels : Brevets : Bases de données : Entretiens :
F Analyse personnelle	Faits : Données : Interprétations : HYPOTHÈSE DE TRAVAIL : PROPOSITION :

G Lacunes	À VÉRIFIER
H Idées et hypothèses	—
I Références	—

V.4 Matériaux pour l'eau et l'environnement

A Objectif	Étudier membranes, adsorbants, photocatalyseurs et matériaux de dépollution.
B Questions de recherche	• Quel est l'état de l'art international en traitement de l'eau par les matériaux ? • Quelles compétences et infrastructures sont nécessaires ? • Quelle activité existe au Bénin ou dans la région ? • Quel lien avec un besoin national documenté ?
C État actuel (Bénin)	À EXPLORER — DONNÉE À RECHERCHER
D Données nécessaires	Qualité de l'eau, polluants documentés, accès à l'eau potable.
E Sources (IDs du registre)	Articles : Rapports gouvernementaux : Organisations internationales : Statistiques : Publications universitaires : Rapports industriels : Brevets : Bases de données : Entretiens :
F Analyse personnelle	Faits : Données : Interprétations : HYPOTHÈSE DE TRAVAIL : PROPOSITION :
G Lacunes	À VÉRIFIER
H Idées et hypothèses	—
I Références	—

V.5 Matériaux de construction et géomatériaux

A Objectif	Étudier liants alternatifs, terre crue stabilisée, géopolymères, matériaux bas carbone.
B Questions de recherche	• Quel est l'état de l'art international en matériaux de construction bas carbone ? • Quelles compétences et infrastructures sont nécessaires ? • Quelle activité existe au Bénin ou dans la région ? • Quel lien avec un besoin national documenté ?
C État actuel (Bénin)	À EXPLORER — DONNÉE À RECHERCHER
D Données nécessaires	Volume de ciment importé et produit, ressources argileuses documentées, normes de construction.

E Sources (IDs du registre)	Articles : Rapports gouvernementaux : Organisations internationales : Statistiques : Publications universitaires : Rapports industriels : Brevets : Bases de données : Entretiens :
F Analyse personnelle	Faits : Données : Interprétations : HYPOTHÈSE DE TRAVAIL : PROPOSITION :
G Lacunes	À VÉRIFIER
H Idées et hypothèses	—
I Références	—

V.6 Matériaux biosourcés et valorisation des ressources locales

A Objectif	Évaluer la transformation de ressources végétales et de résidus en matériaux.
B Questions de recherche	• Quel est l'état de l'art international en matériaux biosourcés ? • Quelles compétences et infrastructures sont nécessaires ? • Quelle activité existe au Bénin ou dans la région ? • Quel lien avec un besoin national documenté ?
C État actuel (Bénin)	À EXPLORER — DONNÉE À RECHERCHER
D Données nécessaires	Volumes de résidus agricoles par filière, études de valorisation.
E Sources (IDs du registre)	Articles : Rapports gouvernementaux : Organisations internationales : Statistiques : Publications universitaires : Rapports industriels : Brevets : Bases de données : Entretiens :
F Analyse personnelle	Faits : Données : Interprétations : HYPOTHÈSE DE TRAVAIL : PROPOSITION :
G Lacunes	À VÉRIFIER
H Idées et hypothèses	—
I Références	—

V.7 Matériaux pour la santé

A Objectif	Étudier biomatériaux, matériaux pour le diagnostic et nanomédecine.
-------------------	---

B Questions de recherche	• Quel est l'état de l'art international en biomatériaux et diagnostic ? • Quelles compétences et infrastructures sont nécessaires ? • Quelle activité existe au Bénin ou dans la région ? • Quel lien avec un besoin national documenté ?
C État actuel (Bénin)	À EXPLORER — DONNÉE À RECHERCHER
D Données nécessaires	Besoins du système de santé, cadre réglementaire des dispositifs médicaux.
E Sources (IDs du registre)	Articles : Rapports gouvernementaux : Organisations internationales : Statistiques : Publications universitaires : Rapports industriels : Brevets : Bases de données : Entretiens :
F Analyse personnelle	Faits : Données : Interprétations : HYPOTHÈSE DE TRAVAIL : PROPOSITION :
G Lacunes	À VÉRIFIER
H Idées et hypothèses	—
I Références	—

V.8 Surfaces, revêtements et couches minces

A Objectif	Étudier les revêtements fonctionnels (anticorrosion, antisalissure, optiques).
B Questions de recherche	• Quel est l'état de l'art international en revêtements fonctionnels ? • Quelles compétences et infrastructures sont nécessaires ? • Quelle activité existe au Bénin ou dans la région ? • Quel lien avec un besoin national documenté ?
C État actuel (Bénin)	À EXPLORER — DONNÉE À RECHERCHER
D Données nécessaires	Besoins industriels (corrosion en milieu côtier, etc.) À VÉRIFIER
E Sources (IDs du registre)	Articles : Rapports gouvernementaux : Organisations internationales : Statistiques : Publications universitaires : Rapports industriels : Brevets : Bases de données : Entretiens :
F Analyse personnelle	Faits : Données : Interprétations : HYPOTHÈSE DE TRAVAIL : PROPOSITION :
G Lacunes	À VÉRIFIER
H Idées et hypothèses	—

I Références

—

V.9 Sécurité, toxicologie et cycle de vie des nanomatériaux

A Objectif	Intégrer les risques sanitaires et environnementaux dès la conception.
B Questions de recherche	• Quels cadres réglementaires internationaux s'appliquent ? • Quelles capacités d'évaluation des risques existent au Bénin ?
C État actuel (Bénin)	À EXPLORER — DONNÉE À RECHERCHER
D Données nécessaires	Réglementations étrangères, lignes directrices internationales, analyses de cycle de vie.
E Sources (IDs du registre)	Articles : Rapports gouvernementaux : Organisations internationales : Statistiques : Publications universitaires : Rapports industriels : Brevets : Bases de données : Entretiens :
F Analyse personnelle	Faits : Données : Interprétations : HYPOTHÈSE DE TRAVAIL : PROPOSITION :
G Lacunes	À VÉRIFIER
H Idées et hypothèses	—
I Références	—

V.10 Matrice des technologies

Ne renseigner maturité et coûts qu'avec une source. Liste de départ indicative, à modifier librement.

Technologie	Maturité mondiale (TRL)	Situation au Bénin	Compétences nécessaires	Infrastructure nécessaire	Coût approximatif	Applications	Horizon possible	Sources
Nanoparticules métalliques et d'oxydes	DONNÉE À RECHERCHER	À EXPLORER			DONNÉE À RECHERCHER			
Photovoltaïque silicium (assemblage)	DONNÉE À RECHERCHER	À EXPLORER			DONNÉE À RECHERCHER			
Photovoltaïque pérovskite	DONNÉE À RECHERCHER	À EXPLORER			DONNÉE À RECHERCHER			
Batteries lithium-ion (assemblage, recyclage)	DONNÉE À RECHERCHER	À EXPLORER			DONNÉE À RECHERCHER			
Batteries sodium-ion	DONNÉE À RECHERCHER	À EXPLORER			DONNÉE À RECHERCHER			
Membranes nanostructurées pour l'eau	DONNÉE À RECHERCHER	À EXPLORER			DONNÉE À RECHERCHER			

Technologie	Maturité mondiale (TRL)	Situation au Bénin	Compétences nécessaires	Infrastructure nécessaire	Coût approximatif	Applications	Horizon possible	Sources
Adsorbants biosourcés	DONNÉE À RECHERCHER	À EXPLORER			DONNÉE À RECHERCHER			
Photocatalyseurs	DONNÉE À RECHERCHER	À EXPLORER			DONNÉE À RECHERCHER			
Géopolymères et liants alternatifs	DONNÉE À RECHERCHER	À EXPLORER			DONNÉE À RECHERCHER			
Nanocellulose et composites naturels	DONNÉE À RECHERCHER	À EXPLORER			DONNÉE À RECHERCHER			
Matériaux 2D (graphène et analogues)	DONNÉE À RECHERCHER	À EXPLORER			DONNÉE À RECHERCHER			
Revêtements fonctionnels	DONNÉE À RECHERCHER	À EXPLORER			DONNÉE À RECHERCHER			
Électronique imprimée	DONNÉE À RECHERCHER	À EXPLORER			DONNÉE À RECHERCHER			
Capteurs à base de nanomatériaux	DONNÉE À RECHERCHER	À EXPLORER			DONNÉE À RECHERCHER			
Fabrication additive (polymères, métaux)	DONNÉE À RECHERCHER	À EXPLORER			DONNÉE À RECHERCHER			
—								

V.11 Ressources locales mobilisables

Ressource	Type (minérale / biosourcée / déchet)	Localisation	Volume disponible	Usage matériau possible	Statut	Source
—						

Sources de la partie

Type de source	IDs du registre (S-xxxx)	Couverture	Statut
Articles scientifiques			À EXPLORER
Rapports gouvernementaux			À EXPLORER
Organisations internationales			À EXPLORER
Statistiques			À EXPLORER
Publications universitaires			À EXPLORER
Rapports industriels			À EXPLORER
Brevets			À EXPLORER
Bases de données scientifiques			À EXPLORER
Entretiens (chercheurs, industriels)			À EXPLORER

PARTIE VI

Nanoélectronique, micro/nanofabrication et technologies avancées

OBJECTIF DE LA PARTIE

Évaluer quels segments de l'électronique avancée et de la fabrication de précision sont accessibles au Bénin, à quel horizon et à quelles conditions.

STATUT À EXPLORER · MISE À JOUR ____ · VERSION ____

VI.1 Panorama de la nanoélectronique et de la chaîne des semi-conducteurs

A Objectif	Comprendre la structure mondiale de la chaîne (conception, fabrication, assemblage, test) et ses barrières d'entrée.
B Questions de recherche	- Quels segments exigent le moins de capital ? - Comment des pays émergents se sont-ils insérés dans cette chaîne ?
C État actuel (Bénin)	À EXPLORER — DONNÉE À RECHERCHER
D Données nécessaires	Rapports sectoriels sur les semi-conducteurs, études de cas nationales.
E Sources (IDs du registre)	Articles : Rapports gouvernementaux : Organisations internationales : Statistiques : Publications universitaires : Rapports industriels : Brevets : Bases de données : Entretiens :
F Analyse personnelle	Faits : Données : Interprétations : HYPOTHÈSE DE TRAVAIL : PROPOSITION :
G Lacunes	À VÉRIFIER
H Idées et hypothèses	—
I Références	—

VI.2 Électronique imprimée et flexible

A Objectif	Évaluer une voie de fabrication moins capitalistique.
B Questions de recherche	• Quel est l'état de l'art international en électronique imprimée ? • Quelles compétences et infrastructures sont nécessaires ? • Quelle activité existe au Bénin ou dans la région ? • Quel lien avec un besoin national documenté ?
C État actuel (Bénin)	À EXPLORER — DONNÉE À RECHERCHER
D Données nécessaires	Coûts d'équipements d'impression, marchés d'application.
E Sources (IDs du registre)	Articles : Rapports gouvernementaux : Organisations internationales : Statistiques : Publications universitaires : Rapports industriels : Brevets : Bases de données : Entretiens :
F Analyse personnelle	Faits : Données : Interprétations : HYPOTHÈSE DE TRAVAIL : PROPOSITION :
G Lacunes	À VÉRIFIER
H Idées et hypothèses	—
I Références	—

VI.3 Procédés de micro et nanofabrication

A Objectif	Comprendre lithographie, dépôt, gravure, métrologie et exigences de salle blanche.
B Questions de recherche	• Quel niveau de salle blanche pour quels procédés ? • Quelles plateformes partagées existent dans la région ?
C État actuel (Bénin)	À EXPLORER — DONNÉE À RECHERCHER
D Données nécessaires	Spécifications de plateformes universitaires, coûts de fonctionnement.
E Sources (IDs du registre)	Articles : Rapports gouvernementaux : Organisations internationales : Statistiques : Publications universitaires : Rapports industriels : Brevets : Bases de données : Entretiens :
F Analyse personnelle	Faits : Données : Interprétations : HYPOTHÈSE DE TRAVAIL : PROPOSITION :
G Lacunes	À VÉRIFIER
H Idées et hypothèses	—

I Références

—

VI.4 MEMS et NEMS

A Objectif	Étudier les microsystèmes et leurs applications (capteurs, actionneurs).
B Questions de recherche	• Quel est l'état de l'art international en MEMS ? • Quelles compétences et infrastructures sont nécessaires ? • Quelle activité existe au Bénin ou dans la région ? • Quel lien avec un besoin national documenté ?
C État actuel (Bénin)	À EXPLORER — DONNÉE À RECHERCHER
D Données nécessaires	Marchés, procédés, fonderies accessibles à distance.
E Sources (IDs du registre)	Articles : Rapports gouvernementaux : Organisations internationales : Statistiques : Publications universitaires : Rapports industriels : Brevets : Bases de données : Entretiens :
F Analyse personnelle	Faits : Données : Interprétations : HYPOTHÈSE DE TRAVAIL : PROPOSITION :
G Lacunes	À VÉRIFIER
H Idées et hypothèses	—
I Références	—

VI.5 Capteurs et systèmes intelligents

A Objectif	Étudier capteurs, électronique embarquée, IoT et intégration système pour les besoins nationaux.
B Questions de recherche	• Quel est l'état de l'art international en capteurs et systèmes connectés ? • Quelles compétences et infrastructures sont nécessaires ? • Quelle activité existe au Bénin ou dans la région ? • Quel lien avec un besoin national documenté ?
C État actuel (Bénin)	À EXPLORER — DONNÉE À RECHERCHER
D Données nécessaires	Besoins de mesure (agriculture, eau, air, infrastructures), écosystème électronique local.
E Sources (IDs du registre)	Articles : Rapports gouvernementaux : Organisations internationales : Statistiques : Publications universitaires : Rapports industriels : Brevets : Bases de données : Entretiens :

F Analyse personnelle	Faits : Données : Interprétations : HYPOTHÈSE DE TRAVAIL : PROPOSITION :
G Lacunes	À VÉRIFIER
H Idées et hypothèses	—
I Références	—

VI.6 Photonique et optoélectronique

A Objectif	Évaluer LED, détecteurs, fibres et composants optiques.
B Questions de recherche	• Quel est l'état de l'art international en photonique ? • Quelles compétences et infrastructures sont nécessaires ? • Quelle activité existe au Bénin ou dans la région ? • Quel lien avec un besoin national documenté ?
C État actuel (Bénin)	À EXPLORER — DONNÉE À RECHERCHER
D Données nécessaires	Infrastructures télécoms, besoins en éclairage et détection.
E Sources (IDs du registre)	Articles : Rapports gouvernementaux : Organisations internationales : Statistiques : Publications universitaires : Rapports industriels : Brevets : Bases de données : Entretiens :
F Analyse personnelle	Faits : Données : Interprétations : HYPOTHÈSE DE TRAVAIL : PROPOSITION :
G Lacunes	À VÉRIFIER
H Idées et hypothèses	—
I Références	—

VI.7 Technologies émergentes (veille)

A Objectif	Suivre informatique quantique, calcul neuromorphique, spintronique, sans engagement prématuré.
B Questions de recherche	• Quelles technologies atteindront une maturité industrielle avant 2040 ? • Quelle veille minimale maintenir ?
C État actuel (Bénin)	À EXPLORER — DONNÉE À RECHERCHER
D Données nécessaires	Rapports de prospective, feuilles de route internationales.

E Sources (IDs du registre)	Articles : Rapports gouvernementaux : Organisations internationales : Statistiques : Publications universitaires : Rapports industriels : Brevets : Bases de données : Entretiens :
F Analyse personnelle	Faits : Données : Interprétations : HYPOTHÈSE DE TRAVAIL : PROPOSITION :
G Lacunes	À VÉRIFIER
H Idées et hypothèses	—
I Références	—

VI.8 Positionnement réaliste du Bénin

A Objectif	Conclure sur les segments accessibles par phase de la feuille de route.
B Questions de recherche	• Quels segments en 2027–2030, 2030–2035, 2035–2040 ?
C État actuel (Bénin)	À EXPLORER — DONNÉE À RECHERCHER
D Données nécessaires	Synthèse des sections VI.1 à VI.7.
E Sources (IDs du registre)	Articles : Rapports gouvernementaux : Organisations internationales : Statistiques : Publications universitaires : Rapports industriels : Brevets : Bases de données : Entretiens :
F Analyse personnelle	Faits : Données : Interprétations : HYPOTHÈSE DE TRAVAIL : PROPOSITION :
G Lacunes	À VÉRIFIER
H Idées et hypothèses	—
I Références	—

SEGMENTS DE LA CHAÎNE ÉLECTRONIQUE

Segment	Intensité capitalistique	Compétences requises	Accessibilité pour le Bénin	Horizon	Source
Conception de circuits (design)	DONNÉE À RECHERCHER		À EXPLORER		
Fabrication front-end	DONNÉE À RECHERCHER		À EXPLORER		
Assemblage et packaging	DONNÉE À RECHERCHER		À EXPLORER		

Segment	Intensité capitalistique	Compétences requises	Accessibilité pour le Bénin	Horizon	Source
Test et fiabilité	DONNÉE À RECHERCHER		À EXPLORER		
Fabrication de cartes électroniques	DONNÉE À RECHERCHER		À EXPLORER		
Intégration système et logiciel embarqué	DONNÉE À RECHERCHER		À EXPLORER		
Réparation, reconditionnement, recyclage	DONNÉE À RECHERCHER		À EXPLORER		
—					

Sources de la partie

Type de source	IDs du registre (S-xxxx)	Couverture	Statut
Articles scientifiques			À EXPLORER
Rapports gouvernementaux			À EXPLORER
Organisations internationales			À EXPLORER
Statistiques			À EXPLORER
Publications universitaires			À EXPLORER
Rapports industriels			À EXPLORER
Brevets			À EXPLORER
Bases de données scientifiques			À EXPLORER
Entretiens (chercheurs, industriels)			À EXPLORER

PARTIE VII

Infrastructures scientifiques et technologiques

OBJECTIF DE LA PARTIE

Définir, fiche par fiche, les infrastructures nécessaires, leurs coûts complets et leurs modèles de gestion, afin de fonder des choix d'investissement.

STATUT À EXPLORER · MISE À JOUR ____ · VERSION ____

VII.1 Principes de mutualisation

A Objectif	Déterminer comment partager des équipements coûteux entre institutions et avec l'industrie.
B Questions de recherche	• Quels modèles de plateformes partagées fonctionnent dans des pays comparables ? • Comment financer la maintenance dans la durée ?
C État actuel (Bénin)	À EXPLORER — DONNÉE À RECHERCHER
D Données nécessaires	Études de cas de plateformes mutualisées, taux d'utilisation, modèles tarifaires.
E Sources (IDs du registre)	Articles : Rapports gouvernementaux : Organisations internationales : Statistiques : Publications universitaires : Rapports industriels : Brevets : Bases de données : Entretiens :
F Analyse personnelle	Faits : Données : Interprétations : HYPOTHÈSE DE TRAVAIL : PROPOSITION :
G Lacunes	À VÉRIFIER
H Idées et hypothèses	—
I Références	—

VII.2 Caractérisation – fiches

DIFFRACTION DES RAYONS X (XRD)

Fonction	Identification des phases cristallines, paramètres de maille, taille de cristallites
Niveau de complexité (1–5)	—
Personnel nécessaire	—
Maintenance	—
Consommables	—
Coût (acquisition / fonctionnement annuel)	DONNÉE À RECHERCHER
Fournisseurs possibles	—
Applications	—
Modèle de gouvernance	—
Modèle économique	—
Partenariats possibles	—
Situation au Bénin	À EXPLORER
Sources	—

MICROSCOPIE ÉLECTRONIQUE À BALAYAGE (SEM/MEB) + EDS

Fonction	Morphologie de surface, microstructure, composition élémentaire locale
Niveau de complexité (1–5)	—
Personnel nécessaire	—
Maintenance	—
Consommables	—
Coût (acquisition / fonctionnement annuel)	DONNÉE À RECHERCHER
Fournisseurs possibles	—
Applications	—
Modèle de gouvernance	—
Modèle économique	—
Partenariats possibles	—
Situation au Bénin	À EXPLORER
Sources	—

MICROSCOPIE ÉLECTRONIQUE EN TRANSMISSION (TEM/MET)

Fonction	Structure à l'échelle atomique, défauts, nanoparticules
Niveau de complexité (1–5)	—
Personnel nécessaire	—
Maintenance	—
Consommables	—
Coût (acquisition / fonctionnement annuel)	DONNÉE À RECHERCHER
Fournisseurs possibles	—

Applications	—
Modèle de gouvernance	—
Modèle économique	—
Partenariats possibles	—
Situation au Bénin	À EXPLORER
Sources	—

MICROSCOPIE À FORCE ATOMIQUE (AFM)

Fonction	Topographie de surface à l'échelle nanométrique, propriétés locales
Niveau de complexité (1–5)	—
Personnel nécessaire	—
Maintenance	—
Consommables	—
Coût (acquisition / fonctionnement annuel)	DONNÉE À RECHERCHER
Fournisseurs possibles	—
Applications	—
Modèle de gouvernance	—
Modèle économique	—
Partenariats possibles	—
Situation au Bénin	À EXPLORER
Sources	—

SPECTROSCOPIE RAMAN

Fonction	Liaisons chimiques, phases, contraintes, matériaux carbonés
Niveau de complexité (1–5)	—
Personnel nécessaire	—
Maintenance	—
Consommables	—
Coût (acquisition / fonctionnement annuel)	DONNÉE À RECHERCHER
Fournisseurs possibles	—
Applications	—
Modèle de gouvernance	—
Modèle économique	—
Partenariats possibles	—
Situation au Bénin	À EXPLORER
Sources	—

SPECTROSCOPIE INFRAROUGE (FTIR)

Fonction	Groupes fonctionnels, liaisons chimiques
Niveau de complexité (1–5)	—
Personnel nécessaire	—

Maintenance	—
Consommables	—
Coût (acquisition / fonctionnement annuel)	DONNÉE À RECHERCHER
Fournisseurs possibles	—
Applications	—
Modèle de gouvernance	—
Modèle économique	—
Partenariats possibles	—
Situation au Bénin	À EXPLORER
Sources	—

SPECTROSCOPIE DE PHOTOÉLECTRONS X (XPS)

Fonction	Composition et états chimiques de surface
Niveau de complexité (1-5)	—
Personnel nécessaire	—
Maintenance	—
Consommables	—
Coût (acquisition / fonctionnement annuel)	DONNÉE À RECHERCHER
Fournisseurs possibles	—
Applications	—
Modèle de gouvernance	—
Modèle économique	—
Partenariats possibles	—
Situation au Bénin	À EXPLORER
Sources	—

SPECTROSCOPIE UV-VISIBLE-NIR

Fonction	Propriétés optiques, bande interdite, concentrations
Niveau de complexité (1-5)	—
Personnel nécessaire	—
Maintenance	—
Consommables	—
Coût (acquisition / fonctionnement annuel)	DONNÉE À RECHERCHER
Fournisseurs possibles	—
Applications	—
Modèle de gouvernance	—
Modèle économique	—
Partenariats possibles	—
Situation au Bénin	À EXPLORER
Sources	—

ANALYSES THERMIQUES (ATG / DSC)

Fonction	Stabilité thermique, transitions de phase
Niveau de complexité (1-5)	—
Personnel nécessaire	—
Maintenance	—
Consommables	—
Coût (acquisition / fonctionnement annuel)	DONNÉE À RECHERCHER
Fournisseurs possibles	—
Applications	—
Modèle de gouvernance	—
Modèle économique	—
Partenariats possibles	—
Situation au Bénin	À EXPLORER
Sources	—

SURFACE SPÉCIFIQUE ET POROSITÉ (BET)

Fonction	Surface spécifique, distribution de taille de pores
Niveau de complexité (1-5)	—
Personnel nécessaire	—
Maintenance	—
Consommables	—
Coût (acquisition / fonctionnement annuel)	DONNÉE À RECHERCHER
Fournisseurs possibles	—
Applications	—
Modèle de gouvernance	—
Modèle économique	—
Partenariats possibles	—
Situation au Bénin	À EXPLORER
Sources	—

MESURES ÉLECTRIQUES ET ÉLECTROCHIMIQUES

Fonction	Conductivité, caractérisation de dispositifs, performances de batteries et capteurs
Niveau de complexité (1-5)	—
Personnel nécessaire	—
Maintenance	—
Consommables	—
Coût (acquisition / fonctionnement annuel)	DONNÉE À RECHERCHER
Fournisseurs possibles	—
Applications	—
Modèle de gouvernance	—

Modèle économique	—
Partenariats possibles	—
Situation au Bénin	À EXPLORER
Sources	—

ESSAIS MÉCANIQUES

Fonction	Résistance, dureté, module, fatigue
Niveau de complexité (1–5)	—
Personnel nécessaire	—
Maintenance	—
Consommables	—
Coût (acquisition / fonctionnement annuel)	DONNÉE À RECHERCHER
Fournisseurs possibles	—
Applications	—
Modèle de gouvernance	—
Modèle économique	—
Partenariats possibles	—
Situation au Bénin	À EXPLORER
Sources	—

VII.3 Calcul – fiches

POSTE DE TRAVAIL SCIENTIFIQUE

Fonction	Développement, petits calculs, analyse de données
Niveau de complexité (1–5)	—
Personnel nécessaire	—
Maintenance	—
Consommables	—
Coût (acquisition / fonctionnement annuel)	DONNÉE À RECHERCHER
Fournisseurs possibles	—
Applications	—
Modèle de gouvernance	—
Modèle économique	—
Partenariats possibles	—
Situation au Bénin	À EXPLORER
Sources	—

SERVEUR GPU

Fonction	Entraînement et inférence de modèles d'IA, calculs accélérés
Niveau de complexité (1–5)	—
Personnel nécessaire	—

Maintenance	—
Consommables	—
Coût (acquisition / fonctionnement annuel)	DONNÉE À RECHERCHER
Fournisseurs possibles	—
Applications	—
Modèle de gouvernance	—
Modèle économique	—
Partenariats possibles	—
Situation au Bénin	À EXPLORER
Sources	—

CLUSTER CPU DE LABORATOIRE

Fonction	Calculs DFT et MD de taille moyenne
Niveau de complexité (1–5)	—
Personnel nécessaire	—
Maintenance	—
Consommables	—
Coût (acquisition / fonctionnement annuel)	DONNÉE À RECHERCHER
Fournisseurs possibles	—
Applications	—
Modèle de gouvernance	—
Modèle économique	—
Partenariats possibles	—
Situation au Bénin	À EXPLORER
Sources	—

CENTRE DE CALCUL MUTUALISÉ (HPC NATIONAL OU RÉGIONAL)

Fonction	Calculs intensifs pour l'ensemble de la communauté
Niveau de complexité (1–5)	—
Personnel nécessaire	—
Maintenance	—
Consommables	—
Coût (acquisition / fonctionnement annuel)	DONNÉE À RECHERCHER
Fournisseurs possibles	—
Applications	—
Modèle de gouvernance	—
Modèle économique	—
Partenariats possibles	—
Situation au Bénin	À EXPLORER
Sources	—

STOCKAGE ET GESTION DES DONNÉES SCIENTIFIQUES

Fonction	Conservation, sauvegarde et partage des données
Niveau de complexité (1-5)	—
Personnel nécessaire	—
Maintenance	—
Consommables	—
Coût (acquisition / fonctionnement annuel)	DONNÉE À RECHERCHER
Fournisseurs possibles	—
Applications	—
Modèle de gouvernance	—
Modèle économique	—
Partenariats possibles	—
Situation au Bénin	À EXPLORER
Sources	—

CLOUD SCIENTIFIQUE ET ACCÈS À DES CENTRES ÉTRANGERS

Fonction	Accès à la demande à des ressources de calcul externes
Niveau de complexité (1-5)	—
Personnel nécessaire	—
Maintenance	—
Consommables	—
Coût (acquisition / fonctionnement annuel)	DONNÉE À RECHERCHER
Fournisseurs possibles	—
Applications	—
Modèle de gouvernance	—
Modèle économique	—
Partenariats possibles	—
Situation au Bénin	À EXPLORER
Sources	—

RÉSEAU ET CONNECTIVITÉ RECHERCHE

Fonction	Transfert de données et accès distant
Niveau de complexité (1-5)	—
Personnel nécessaire	—
Maintenance	—
Consommables	—
Coût (acquisition / fonctionnement annuel)	DONNÉE À RECHERCHER
Fournisseurs possibles	—
Applications	—
Modèle de gouvernance	—

Modèle économique	—
Partenariats possibles	—
Situation au Bénin	À EXPLORER
Sources	—

VII.4 Fabrication — fiches

LABORATOIRE DE SYNTHÈSE CHIMIQUE

Fonction	Élaboration de nanomatériaux et matériaux par voie chimique
Niveau de complexité (1-5)	—
Personnel nécessaire	—
Maintenance	—
Consommables	—
Coût (acquisition / fonctionnement annuel)	DONNÉE À RECHERCHER
Fournisseurs possibles	—
Applications	—
Modèle de gouvernance	—
Modèle économique	—
Partenariats possibles	—
Situation au Bénin	À EXPLORER
Sources	—

DÉPÔT DE COUCHES MINCES (PVD / CVD / DÉPÔT EN SOLUTION)

Fonction	Élaboration de films minces fonctionnels
Niveau de complexité (1-5)	—
Personnel nécessaire	—
Maintenance	—
Consommables	—
Coût (acquisition / fonctionnement annuel)	DONNÉE À RECHERCHER
Fournisseurs possibles	—
Applications	—
Modèle de gouvernance	—
Modèle économique	—
Partenariats possibles	—
Situation au Bénin	À EXPLORER
Sources	—

PHOTOLITHOGRAPHIE

Fonction	Structuration micrométrique de motifs
Niveau de complexité (1-5)	—
Personnel nécessaire	—

Maintenance	—
Consommables	—
Coût (acquisition / fonctionnement annuel)	DONNÉE À RECHERCHER
Fournisseurs possibles	—
Applications	—
Modèle de gouvernance	—
Modèle économique	—
Partenariats possibles	—
Situation au Bénin	À EXPLORER
Sources	—

SALLE BLANCHE

Fonction	Environnement contrôlé pour la micro/nanofabrication
Niveau de complexité (1-5)	—
Personnel nécessaire	—
Maintenance	—
Consommables	—
Coût (acquisition / fonctionnement annuel)	DONNÉE À RECHERCHER
Fournisseurs possibles	—
Applications	—
Modèle de gouvernance	—
Modèle économique	—
Partenariats possibles	—
Situation au Bénin	À EXPLORER
Sources	—

FABRICATION ADDITIVE

Fonction	Prototypage et production de pièces par impression 3D
Niveau de complexité (1-5)	—
Personnel nécessaire	—
Maintenance	—
Consommables	—
Coût (acquisition / fonctionnement annuel)	DONNÉE À RECHERCHER
Fournisseurs possibles	—
Applications	—
Modèle de gouvernance	—
Modèle économique	—
Partenariats possibles	—
Situation au Bénin	À EXPLORER
Sources	—

PROTOTYPAGE ÉLECTRONIQUE / FABLAB

Fonction	Conception et assemblage de cartes et systèmes
Niveau de complexité (1-5)	—
Personnel nécessaire	—
Maintenance	—
Consommables	—
Coût (acquisition / fonctionnement annuel)	DONNÉE À RECHERCHER
Fournisseurs possibles	—
Applications	—
Modèle de gouvernance	—
Modèle économique	—
Partenariats possibles	—
Situation au Bénin	À EXPLORER
Sources	—

PLATEFORME PILOTE DE MISE À L'ÉCHELLE

Fonction	Passage du laboratoire à la production pré-industrielle
Niveau de complexité (1-5)	—
Personnel nécessaire	—
Maintenance	—
Consommables	—
Coût (acquisition / fonctionnement annuel)	DONNÉE À RECHERCHER
Fournisseurs possibles	—
Applications	—
Modèle de gouvernance	—
Modèle économique	—
Partenariats possibles	—
Situation au Bénin	À EXPLORER
Sources	—

VII.5 Énergie, maintenance et soutenabilité

A Objectif	Évaluer les conditions d'exploitation durable (alimentation électrique, climatisation, pièces, techniciens).
B Questions de recherche	• Quelles pannes et interruptions affectent les équipements existants ? • Quels contrats de maintenance sont réalistes ?
C État actuel (Bénin)	À EXPLORER — DONNÉE À RECHERCHER
D Données nécessaires	Retours d'expérience de laboratoires, coûts de maintenance, qualité de l'alimentation électrique.

E Sources (IDs du registre)	Articles : Rapports gouvernementaux : Organisations internationales : Statistiques : Publications universitaires : Rapports industriels : Brevets : Bases de données : Entretiens :
F Analyse personnelle	Faits : Données : Interprétations : HYPOTHÈSE DE TRAVAIL : PROPOSITION :
G Lacunes	À VÉRIFIER
H Idées et hypothèses	—
I Références	—

VII.6 Accès à des infrastructures étrangères

A Objectif	Évaluer l'accès à distance ou par mobilité aux grands équipements étrangers comme alternative ou complément.
B Questions de recherche	- Quels programmes d'accès ouvrent leurs équipements aux chercheurs africains ? - Quels coûts et délais ?
C État actuel (Bénin)	À EXPLORER — DONNÉE À RECHERCHER
D Données nécessaires	Programmes d'accès des grandes infrastructures, conditions d'éligibilité.
E Sources (IDs du registre)	Articles : Rapports gouvernementaux : Organisations internationales : Statistiques : Publications universitaires : Rapports industriels : Brevets : Bases de données : Entretiens :
F Analyse personnelle	Faits : Données : Interprétations : HYPOTHÈSE DE TRAVAIL : PROPOSITION :
G Lacunes	À VÉRIFIER
H Idées et hypothèses	—
I Références	—

Sources de la partie

Type de source	IDs du registre (S-xxxx)	Couverture	Statut
Articles scientifiques			À EXPLORER
Rapports gouvernementaux			À EXPLORER

Type de source	IDs du registre (S-xxxx)	Couverture	Statut
Organisations internationales			À EXPLORER
Statistiques			À EXPLORER
Publications universitaires			À EXPLORER
Rapports industriels			À EXPLORER
Brevets			À EXPLORER
Bases de données scientifiques			À EXPLORER
Entretiens (chercheurs, industriels)			À EXPLORER

PARTIE VIII

Formation, talents et capital humain

OBJECTIF DE LA PARTIE

Déterminer les profils, compétences et volumes de personnes à former, et les filières capables de les produire.

STATUT À EXPLORER · MISE À JOUR ____ · VERSION ____

VIII.1 Le parcours de formation : du lycée à la recherche et l'industrie

A Objectif	Identifier les ruptures dans le parcours de formation scientifique.
B Questions de recherche	- À quelle étape perd-on le plus de talents scientifiques ? - Quelles passerelles existent entre formations ?
C État actuel (Bénin)	À EXPLORER — DONNÉE À RECHERCHER
D Données nécessaires	Effectifs par niveau et par filière, taux de réussite, débouchés.
E Sources (IDs du registre)	Articles : Rapports gouvernementaux : Organisations internationales : Statistiques : Publications universitaires : Rapports industriels : Brevets : Bases de données : Entretiens :
F Analyse personnelle	Faits : Données : Interprétations : HYPOTHÈSE DE TRAVAIL : PROPOSITION :
G Lacunes	À VÉRIFIER
H Idées et hypothèses	—
I Références	—

Étape	Rôle dans le parcours	Compétences clés à acquérir	Situation au Bénin	Ruptures observées	Source
Lycée			À EXPLORER		
Licence			À EXPLORER		
Cycle ingénieur			À EXPLORER		
Master			À EXPLORER		

Étape	Rôle dans le parcours	Compétences clés à acquérir	Situation au Bénin	Ruptures observées	Source
Doctorat			À EXPLORER		
Post-doctorat			À EXPLORER		
Recherche / Industrie			À EXPLORER		

VIII.2 Profils cibles

A Objectif	Définir les métiers nécessaires et estimer les besoins.
B Questions de recherche	- Combien de personnes par profil à chaque phase ? - Quels profils peuvent être formés localement, lesquels à l'étranger ?
C État actuel (Bénin)	À EXPLORER — DONNÉE À RECHERCHER
D Données nécessaires	Besoins exprimés par employeurs et laboratoires, benchmarks de pays comparables.
E Sources (IDs du registre)	Articles : Rapports gouvernementaux : Organisations internationales : Statistiques : Publications universitaires : Rapports industriels : Brevets : Bases de données : Entretiens :
F Analyse personnelle	Faits : Données : Interprétations : HYPOTHÈSE DE TRAVAIL : PROPOSITION :
G Lacunes	À VÉRIFIER
H Idées et hypothèses	—
I Références	—

Profil	Missions	Compétences clés	Niveau de formation	Besoin estimé 2030 / 2040	Source
Ingénieur matériaux				DONNÉE À RECHERCHER	
Nanotechnologue				DONNÉE À RECHERCHER	
Computational materials scientist				DONNÉE À RECHERCHER	
Data scientist scientifique				DONNÉE À RECHERCHER	
Ingénieur nanoélectronique				DONNÉE À RECHERCHER	
Chercheur				DONNÉE À RECHERCHER	
Technicien de laboratoire				DONNÉE À RECHERCHER	

VIII.3 Matrice des compétences

A Objectif	Relier chaque compétence à un besoin, une formation et une institution.
B Questions de recherche	• Quelles compétences n'ont aucune formation locale ?
C État actuel (Bénin)	À EXPLORER — DONNÉE À RECHERCHER
D Données nécessaires	Maquettes pédagogiques des formations existantes.
E Sources (IDs du registre)	Articles : Rapports gouvernementaux : Organisations internationales : Statistiques : Publications universitaires : Rapports industriels : Brevets : Bases de données : Entretiens :
F Analyse personnelle	Faits : Données : Interprétations : HYPOTHÈSE DE TRAVAIL : PROPOSITION :
G Lacunes	À VÉRIFIER
H Idées et hypothèses	—
I Références	—

Compétence	Niveau actuel	Besoin	Formation nécessaire	Institution potentielle	Horizon
Synthèse de nanomatériaux	À EXPLORER				
Caractérisation structurale (XRD, microscopie)	À EXPLORER				
Spectroscopies	À EXPLORER				
Simulation DFT	À EXPLORER				
Dynamique moléculaire	À EXPLORER				
Programmation scientifique (Python)	À EXPLORER				
Machine learning appliqué aux matériaux	À EXPLORER				
Gestion de données scientifiques	À EXPLORER				
Conception électronique	À EXPLORER				
Microfabrication et salle blanche	À EXPLORER				
Maintenance d'équipements scientifiques	À EXPLORER				
Métrologie et qualité	À EXPLORER				

Compétence	Niveau actuel	Besoin	Formation nécessaire	Institution potentielle	Horizon
Propriété intellectuelle	À EXPLORER				
Gestion de projet deeptech	À EXPLORER				
—					

VIII.4 Techniciens et ingénieurs de plateforme

A Objectif	Traiter spécifiquement la formation des techniciens, souvent absente des stratégies alors que les équipements en dépendent.
B Questions de recherche	- Existe-t-il des formations techniques de laboratoire ? - Comment fidéliser ce personnel ?
C État actuel (Bénin)	À EXPLORER — DONNÉE À RECHERCHER
D Données nécessaires	Offres de formation technique, statuts et rémunérations comparés.
E Sources (IDs du registre)	Articles : Rapports gouvernementaux : Organisations internationales : Statistiques : Publications universitaires : Rapports industriels : Brevets : Bases de données : Entretiens :
F Analyse personnelle	Faits : Données : Interprétations : HYPOTHÈSE DE TRAVAIL : PROPOSITION :
G Lacunes	À VÉRIFIER
H Idées et hypothèses	—
I Références	—

VIII.5 Diaspora et mobilité scientifique

A Objectif	Mobiliser les chercheurs et ingénieurs béninois à l'étranger.
B Questions de recherche	- Combien de chercheurs béninois exercent à l'étranger dans ces domaines ? - Quels dispositifs de retour ou de collaboration à distance fonctionnent ailleurs ?
C État actuel (Bénin)	À EXPLORER — DONNÉE À RECHERCHER
D Données nécessaires	Données sur la diaspora scientifique, programmes de mobilité.
E Sources (IDs du registre)	Articles : Rapports gouvernementaux : Organisations internationales : Statistiques : Publications universitaires : Rapports industriels : Brevets : Bases de données : Entretiens :

F Analyse personnelle	Faits : Données : Interprétations : HYPOTHÈSE DE TRAVAIL : PROPOSITION :
G Lacunes	À VÉRIFIER
H Idées et hypothèses	—
I Références	—

VIII.6 Formation continue et ressources numériques

A Objectif	Évaluer MOOC, écoles d'été et formations en ligne comme accélérateurs.
B Questions de recherche	• Quelles ressources ouvertes de qualité existent ? • Comment certifier ces apprentissages ?
C État actuel (Bénin)	À EXPLORER — DONNÉE À RECHERCHER
D Données nécessaires	Catalogues de formations ouvertes, écoles thématiques accessibles.
E Sources (IDs du registre)	Articles : Rapports gouvernementaux : Organisations internationales : Statistiques : Publications universitaires : Rapports industriels : Brevets : Bases de données : Entretiens :
F Analyse personnelle	Faits : Données : Interprétations : HYPOTHÈSE DE TRAVAIL : PROPOSITION :
G Lacunes	À VÉRIFIER
H Idées et hypothèses	—
I Références	—

Sources de la partie

Type de source	IDs du registre (S-xxxx)	Couverture	Statut
Articles scientifiques			À EXPLORER
Rapports gouvernementaux			À EXPLORER
Organisations internationales			À EXPLORER
Statistiques			À EXPLORER
Publications universitaires			À EXPLORER
Rapports industriels			À EXPLORER
Brevets			À EXPLORER
Bases de données scientifiques			À EXPLORER
Entretiens (chercheurs, industriels)			À EXPLORER

PARTIE IX

Recherche, innovation et transfert technologique

OBJECTIF DE LA PARTIE

Modéliser le passage de la recherche à l'industrie et identifier, étape par étape, les obstacles et les mécanismes nécessaires.

STATUT À EXPLORER · MISE À JOUR ____ · VERSION ____

IX.1 Modèle de la chaîne recherche → industrie

Étape	Obstacles	Mécanismes nécessaires	Acteurs	Existant au Bénin	Source
1. Recherche fondamentale				À EXPLORER	
2. Simulation / IA				À EXPLORER	
3. Expérimentation				À EXPLORER	
4. Caractérisation				À EXPLORER	
5. Prototype				À EXPLORER	
6. Propriété intellectuelle				À EXPLORER	
7. Startup / entreprise				À EXPLORER	
8. Industrialisation				À EXPLORER	
9. Exportation				À EXPLORER	

IX.2 Niveaux de maturité technologique (TRL)

A Objectif	Adopter une échelle commune pour suivre projets et technologies.
B Questions de recherche	• Quelle échelle TRL retenir (référence internationale) ? • Quels financements correspondent à quels niveaux ?
C État actuel (Bénin)	À EXPLORER — DONNÉE À RECHERCHER
D Données nécessaires	Définitions officielles des TRL, pratiques des agences de financement.

E Sources (IDs du registre)	Articles : Rapports gouvernementaux : Organisations internationales : Statistiques : Publications universitaires : Rapports industriels : Brevets : Bases de données : Entretiens :
F Analyse personnelle	Faits : Données : Interprétations : HYPOTHÈSE DE TRAVAIL : PROPOSITION :
G Lacunes	À VÉRIFIER
H Idées et hypothèses	—
I Références	—

IX.3 Propriété intellectuelle

A Objectif	Comprendre le cadre béninois et régional des brevets et sa pratique réelle.
B Questions de recherche	• Quel office régional de propriété intellectuelle couvre le Bénin et avec quelles procédures ? • Combien de brevets déposés par des acteurs béninois ? • Quelles politiques de PI dans les universités ?
C État actuel (Bénin)	À EXPLORER — DONNÉE À RECHERCHER
D Données nécessaires	Statistiques de dépôt, textes applicables, coûts de dépôt.
E Sources (IDs du registre)	Articles : Rapports gouvernementaux : Organisations internationales : Statistiques : Publications universitaires : Rapports industriels : Brevets : Bases de données : Entretiens :
F Analyse personnelle	Faits : Données : Interprétations : HYPOTHÈSE DE TRAVAIL : PROPOSITION :
G Lacunes	À VÉRIFIER
H Idées et hypothèses	—
I Références	—

IX.4 Structures de transfert et d'incubation

A Objectif	Recenser incubateurs, bureaux de transfert et accélérateurs.
B Questions de recherche	• Quelles structures existent et accompagnent-elles des projets deep-tech ?

C État actuel (Bénin)	À EXPLORER — DONNÉE À RECHERCHER
D Données nécessaires	Liste et résultats des structures d'accompagnement.
E Sources (IDs du registre)	Articles : Rapports gouvernementaux : Organisations internationales : Statistiques : Publications universitaires : Rapports industriels : Brevets : Bases de données : Entretiens :
F Analyse personnelle	Faits : Données : Interprétations : HYPOTHÈSE DE TRAVAIL : PROPOSITION :
G Lacunes	À VÉRIFIER
H Idées et hypothèses	—
I Références	—

IX.5 Relations recherche-industrie

A Objectif	Identifier les mécanismes de collaboration (contrats, thèses en entreprise, laboratoires communs).
B Questions de recherche	• Quelles collaborations existent aujourd'hui ? • Quels freins côté industrie et côté recherche ?
C État actuel (Bénin)	À EXPLORER — DONNÉE À RECHERCHER
D Données nécessaires	Entretiens, contrats de recherche recensés.
E Sources (IDs du registre)	Articles : Rapports gouvernementaux : Organisations internationales : Statistiques : Publications universitaires : Rapports industriels : Brevets : Bases de données : Entretiens :
F Analyse personnelle	Faits : Données : Interprétations : HYPOTHÈSE DE TRAVAIL : PROPOSITION :
G Lacunes	À VÉRIFIER
H Idées et hypothèses	—
I Références	—

IX.6 Science ouverte et publication

A Objectif	Définir la politique de publication, données ouvertes et logiciels libres.
B Questions de recherche	• Quelle visibilité internationale pour la recherche béninoise ?

C État actuel (Bénin)	À EXPLORER — DONNÉE À RECHERCHER
D Données nécessaires	Bibliométrie, politiques de science ouverte.
E Sources (IDs du registre)	Articles : Rapports gouvernementaux : Organisations internationales : Statistiques : Publications universitaires : Rapports industriels : Brevets : Bases de données : Entretiens :
F Analyse personnelle	Faits : Données : Interprétations : HYPOTHÈSE DE TRAVAIL : PROPOSITION :
G Lacunes	À VÉRIFIER
H Idées et hypothèses	—
I Références	—

Sources de la partie

Type de source	IDs du registre (S-xxxx)	Couverture	Statut
Articles scientifiques			À EXPLORER
Rapports gouvernementaux			À EXPLORER
Organisations internationales			À EXPLORER
Statistiques			À EXPLORER
Publications universitaires			À EXPLORER
Rapports industriels			À EXPLORER
Brevets			À EXPLORER
Bases de données scientifiques			À EXPLORER
Entretiens (chercheurs, industriels)			À EXPLORER

PARTIE X

Applications stratégiques pour le Bénin

OBJECTIF DE LA PARTIE

Partir des problèmes nationaux (et non des technologies) pour identifier où les matériaux avancés apportent une valeur démontrable.

STATUT A EXPLORER · MISE À JOUR ____ · VERSION ____

Chaque secteur est traité avec la même grille de 14 points. Les secteurs sont ensuite comparés avec les critères de la Partie XV.

X.1 Énergie

1\.	Problème national	—
2\.	Besoin technologique	—
3\.	Science nécessaire	—
4\.	Matériaux nécessaires	—
5\.	Technologie envisageable	—
6\.	Niveau de maturité (TRL mondial)	—
7\.	Infrastructure nécessaire	—
8\.	Compétences nécessaires	—
9\.	Prototype potentiel	—
10\.	Modèle économique potentiel	—
11\.	Risques	—
12\.	Réglementation	—
13\.	Impact potentiel	—
14\.	Sources	—

X.2 Eau

1\.	Problème national	—
2\.	Besoin technologique	—
3\.	Science nécessaire	—

4\.	Matériaux nécessaires	—
5\.	Technologie envisageable	—
6\.	Niveau de maturité (TRL mondial)	—
7\.	Infrastructure nécessaire	—
8\.	Compétences nécessaires	—
9\.	Prototype potentiel	—
10\.	Modèle économique potentiel	—
11\.	Risques	—
12\.	Réglementation	—
13\.	Impact potentiel	—
14\.	Sources	—

X.3 Agriculture et agroalimentaire

1\.	Problème national	—
2\.	Besoin technologique	—
3\.	Science nécessaire	—
4\.	Matériaux nécessaires	—
5\.	Technologie envisageable	—
6\.	Niveau de maturité (TRL mondial)	—
7\.	Infrastructure nécessaire	—
8\.	Compétences nécessaires	—
9\.	Prototype potentiel	—
10\.	Modèle économique potentiel	—
11\.	Risques	—
12\.	Réglementation	—
13\.	Impact potentiel	—
14\.	Sources	—

X.4 Construction et habitat

1\.	Problème national	—
2\.	Besoin technologique	—
3\.	Science nécessaire	—
4\.	Matériaux nécessaires	—
5\.	Technologie envisageable	—
6\.	Niveau de maturité (TRL mondial)	—
7\.	Infrastructure nécessaire	—
8\.	Compétences nécessaires	—
9\.	Prototype potentiel	—
10\.	Modèle économique potentiel	—

11\.	Risques	—
12\.	Réglementation	—
13\.	Impact potentiel	—
14\.	Sources	—

X.5 Santé

1\.	Problème national	—
2\.	Besoin technologique	—
3\.	Science nécessaire	—
4\.	Matériaux nécessaires	—
5\.	Technologie envisageable	—
6\.	Niveau de maturité (TRL mondial)	—
7\.	Infrastructure nécessaire	—
8\.	Compétences nécessaires	—
9\.	Prototype potentiel	—
10\.	Modèle économique potentiel	—
11\.	Risques	—
12\.	Réglementation	—
13\.	Impact potentiel	—
14\.	Sources	—

X.6 Environnement et gestion des déchets

1\.	Problème national	—
2\.	Besoin technologique	—
3\.	Science nécessaire	—
4\.	Matériaux nécessaires	—
5\.	Technologie envisageable	—
6\.	Niveau de maturité (TRL mondial)	—
7\.	Infrastructure nécessaire	—
8\.	Compétences nécessaires	—
9\.	Prototype potentiel	—
10\.	Modèle économique potentiel	—
11\.	Risques	—
12\.	Réglementation	—
13\.	Impact potentiel	—
14\.	Sources	—

X.7 Électronique

1\.	Problème national	—
-----	-------------------	---

2\.	Besoin technologique	—
3\.	Science nécessaire	—
4\.	Matériaux nécessaires	—
5\.	Technologie envisageable	—
6\.	Niveau de maturité (TRL mondial)	—
7\.	Infrastructure nécessaire	—
8\.	Compétences nécessaires	—
9\.	Prototype potentiel	—
10\.	Modèle économique potentiel	—
11\.	Risques	—
12\.	Réglementation	—
13\.	Impact potentiel	—
14\.	Sources	—

X.8 Télécommunications

1\.	Problème national	—
2\.	Besoin technologique	—
3\.	Science nécessaire	—
4\.	Matériaux nécessaires	—
5\.	Technologie envisageable	—
6\.	Niveau de maturité (TRL mondial)	—
7\.	Infrastructure nécessaire	—
8\.	Compétences nécessaires	—
9\.	Prototype potentiel	—
10\.	Modèle économique potentiel	—
11\.	Risques	—
12\.	Réglementation	—
13\.	Impact potentiel	—
14\.	Sources	—

X.9 Industrie manufacturière

1\.	Problème national	—
2\.	Besoin technologique	—
3\.	Science nécessaire	—
4\.	Matériaux nécessaires	—
5\.	Technologie envisageable	—
6\.	Niveau de maturité (TRL mondial)	—
7\.	Infrastructure nécessaire	—
8\.	Compétences nécessaires	—

9\.	Prototype potentiel	—
10\.	Modèle économique potentiel	—
11\.	Risques	—
12\.	Réglementation	—
13\.	Impact potentiel	—
14\.	Sources	—

X.10 Synthèse comparative des secteurs

Secteur	Gravité du problème	Maturité technologique	Capacité nationale	Coût d'entrée	Impact potentiel	Source
Énergie						
Eau						
Agriculture						
Construction						
Santé						
Environnement						
Électronique						
Télécommunications						
Industrie						

Sources de la partie

Type de source	IDs du registre (S-xxxx)	Couverture	Statut
Articles scientifiques			À EXPLORER
Rapports gouvernementaux			À EXPLORER
Organisations internationales			À EXPLORER
Statistiques			À EXPLORER
Publications universitaires			À EXPLORER
Rapports industriels			À EXPLORER
Brevets			À EXPLORER
Bases de données scientifiques			À EXPLORER
Entretiens (chercheurs, industriels)			À EXPLORER

PARTIE XI

Industrialisation et écosystème deeptech

OBJECTIF DE LA PARTIE

Identifier les conditions de passage du prototype à la production et à la création d'entreprises technologiques viables.

STATUT À EXPLORER · MISE À JOUR ____ · VERSION ____

XI.1 Du prototype à la production

A Objectif	Comprendre les étapes et coûts du passage à l'échelle.
B Questions de recherche	• Quelles étapes de mise à l'échelle sont les plus coûteuses ? • Quelles plateformes pilotes existent dans la région ?
C État actuel (Bénin)	À EXPLORER — DONNÉE À RECHERCHER
D Données nécessaires	Études de cas de mise à l'échelle, coûts de lignes pilotes.
E Sources (IDs du registre)	Articles : Rapports gouvernementaux : Organisations internationales : Statistiques : Publications universitaires : Rapports industriels : Brevets : Bases de données : Entretiens :
F Analyse personnelle	Faits : Données : Interprétations : HYPOTHÈSE DE TRAVAIL : PROPOSITION :
G Lacunes	À VÉRIFIER
H Idées et hypothèses	—
I Références	—

XI.2 Chaînes d'approvisionnement

A Objectif	Identifier les dépendances en intrants (précurseurs, équipements, pièces).
-------------------	--

B Questions de recherche	• Quels intrants sont importés, depuis où, à quels délais ? • Quelles alternatives locales ?
C État actuel (Bénin)	À EXPLORER — DONNÉE À RECHERCHER
D Données nécessaires	Données douanières, entretiens avec importateurs.
E Sources (IDs du registre)	Articles : Rapports gouvernementaux : Organisations internationales : Statistiques : Publications universitaires : Rapports industriels : Brevets : Bases de données : Entretiens :
F Analyse personnelle	Faits : Données : Interprétations : HYPOTHÈSE DE TRAVAIL : PROPOSITION :
G Lacunes	À VÉRIFIER
H Idées et hypothèses	—
I Références	—

XI.3 Normes, métrologie, qualité et certification

A Objectif	Évaluer l'infrastructure qualité nationale nécessaire à la commercialisation.
B Questions de recherche	• Quelles normes et laboratoires accrédités existent ? • Quelles certifications exigent les marchés visés ?
C État actuel (Bénin)	À EXPLORER — DONNÉE À RECHERCHER
D Données nécessaires	Organisme national de normalisation, laboratoires accrédités, exigences des marchés.
E Sources (IDs du registre)	Articles : Rapports gouvernementaux : Organisations internationales : Statistiques : Publications universitaires : Rapports industriels : Brevets : Bases de données : Entretiens :
F Analyse personnelle	Faits : Données : Interprétations : HYPOTHÈSE DE TRAVAIL : PROPOSITION :
G Lacunes	À VÉRIFIER
H Idées et hypothèses	—
I Références	—

XI.4 Financement de l'innovation deeptech

A Objectif	Recenser subventions, capital-risque, prêts et financements mixtes accessibles.
B Questions de recherche	- Quels investisseurs financent la deeptech en Afrique de l'Ouest ? - Quels montants et à quels stades ?
C État actuel (Bénin)	À EXPLORER — DONNÉE À RECHERCHER
D Données nécessaires	Rapports sur le capital-risque africain, programmes de subventions.
E Sources (IDs du registre)	Articles : Rapports gouvernementaux : Organisations internationales : Statistiques : Publications universitaires : Rapports industriels : Brevets : Bases de données : Entretiens :
F Analyse personnelle	Faits : Données : Interprétations : HYPOTHÈSE DE TRAVAIL : PROPOSITION :
G Lacunes	À VÉRIFIER
H Idées et hypothèses	—
I Références	—

XI.5 Startups et création d'entreprises technologiques

A Objectif	Définir les conditions d'émergence de startups issues de la recherche.
B Questions de recherche	- Quels obstacles juridiques et administratifs ? - Quels modèles (spin-off, venture studio, partenariat industriel) ?
C État actuel (Bénin)	À EXPLORER — DONNÉE À RECHERCHER
D Données nécessaires	Cadre juridique des entreprises innovantes, études de cas.
E Sources (IDs du registre)	Articles : Rapports gouvernementaux : Organisations internationales : Statistiques : Publications universitaires : Rapports industriels : Brevets : Bases de données : Entretiens :
F Analyse personnelle	Faits : Données : Interprétations : HYPOTHÈSE DE TRAVAIL : PROPOSITION :
G Lacunes	À VÉRIFIER
H Idées et hypothèses	—
I Références	—

XI.6 Marchés cibles

A Objectif	Évaluer les marchés nationaux, régionaux (CEDEAO) et d'exportation.
B Questions de recherche	• Quelle taille de marché pour chaque application prioritaire ? • Quelles barrières à l'export ?
C État actuel (Bénin)	À EXPLORER — DONNÉE À RECHERCHER
D Données nécessaires	Études de marché, statistiques commerciales régionales.
E Sources (IDs du registre)	Articles : Rapports gouvernementaux : Organisations internationales : Statistiques : Publications universitaires : Rapports industriels : Brevets : Bases de données : Entretiens :
F Analyse personnelle	Faits : Données : Interprétations : HYPOTHÈSE DE TRAVAIL : PROPOSITION :
G Lacunes	À VÉRIFIER
H Idées et hypothèses	—
I Références	—

XI.7 Politique industrielle et zones économiques

A Objectif	Articuler la stratégie avec la politique industrielle nationale.
B Questions de recherche	• Quelles incitations et zones industrielles existent ? • Sont-elles adaptées à des industries technologiques ?
C État actuel (Bénin)	À EXPLORER — DONNÉE À RECHERCHER
D Données nécessaires	Textes de politique industrielle, régimes incitatifs.
E Sources (IDs du registre)	Articles : Rapports gouvernementaux : Organisations internationales : Statistiques : Publications universitaires : Rapports industriels : Brevets : Bases de données : Entretiens :
F Analyse personnelle	Faits : Données : Interprétations : HYPOTHÈSE DE TRAVAIL : PROPOSITION :
G Lacunes	À VÉRIFIER
H Idées et hypothèses	—
I Références	—

ACTEURS DE L'ÉCOSYSTÈME DEEPTech

Acteur	Type (investisseur, incubateur, industriel, fonds public...)	Stade couvert	Secteurs	Portée (national / régional)	Source
—					

Sources de la partie

Type de source	IDs du registre (S-xxxx)	Couverture	Statut
Articles scientifiques			À Explorer
Rapports gouvernementaux			À Explorer
Organisations internationales			À Explorer
Statistiques			À Explorer
Publications universitaires			À Explorer
Rapports industriels			À Explorer
Brevets			À Explorer
Bases de données scientifiques			À Explorer
Entretiens (chercheurs, industriels)			À Explorer

PARTIE XII

Gouvernance, financement et coopération internationale

OBJECTIF DE LA PARTIE

Proposer une architecture de pilotage, un modèle de financement et une stratégie de coopération cohérents avec le diagnostic.

STATUT À EXPLORER · MISE À JOUR ____ · VERSION ____

XII.1 Architecture institutionnelle

A Objectif	Déterminer qui pilote, coordonne, exécute et évalue la stratégie.
B Questions de recherche	• Quelles institutions ont aujourd'hui la compétence ? • Faut-il une structure dédiée ou renforcer l'existant ? • Quels modèles de gouvernance ont fonctionné ailleurs ?
C État actuel (Bénin)	À EXPLORER — DONNÉE À RECHERCHER
D Données nécessaires	Organigrammes ministériels, textes d'attribution, études de cas.
E Sources (IDs du registre)	Articles : Rapports gouvernementaux : Organisations internationales : Statistiques : Publications universitaires : Rapports industriels : Brevets : Bases de données : Entretiens :
F Analyse personnelle	Faits : Données : Interprétations : HYPOTHÈSE DE TRAVAIL : PROPOSITION :
G Lacunes	À VÉRIFIER
H Idées et hypothèses	—
I Références	—

XII.2 Cadre juridique et réglementaire

A Objectif	Identifier les textes à adapter (recherche, PI, sécurité des nanomatériaux, données).
B Questions de recherche	Quels textes existent, lesquels manquent ?
C État actuel (Bénin)	À EXPLORER — DONNÉE À RECHERCHER
D Données nécessaires	Textes législatifs et réglementaires en vigueur.
E Sources (IDs du registre)	Articles : Rapports gouvernementaux : Organisations internationales : Statistiques : Publications universitaires : Rapports industriels : Brevets : Bases de données : Entretiens :
F Analyse personnelle	Faits : Données : Interprétations : HYPOTHÈSE DE TRAVAIL : PROPOSITION :
G Lacunes	À VÉRIFIER
H Idées et hypothèses	—
I Références	—

XII.3 Financement national de la recherche

A Objectif	Évaluer les mécanismes nationaux et leur soutenabilité.
B Questions de recherche	- Quels mécanismes de financement pérenne sont envisageables ? - Quelle part pour l'investissement et pour le fonctionnement ?
C État actuel (Bénin)	À EXPLORER — DONNÉE À RECHERCHER
D Données nécessaires	Budgets publics, lois de finances, comparaisons internationales.
E Sources (IDs du registre)	Articles : Rapports gouvernementaux : Organisations internationales : Statistiques : Publications universitaires : Rapports industriels : Brevets : Bases de données : Entretiens :
F Analyse personnelle	Faits : Données : Interprétations : HYPOTHÈSE DE TRAVAIL : PROPOSITION :
G Lacunes	À VÉRIFIER
H Idées et hypothèses	—
I Références	—

XII.4 Financements internationaux

A Objectif	Recenser bailleurs, fondations et programmes compétitifs accessibles.
B Questions de recherche	- Quels programmes sont ouverts aux institutions béninoises ? - Quels taux de succès ?
C État actuel (Bénin)	À EXPLORER — DONNÉE À RECHERCHER
D Données nécessaires	Appels à projets, rapports des bailleurs.
E Sources (IDs du registre)	Articles : Rapports gouvernementaux : Organisations internationales : Statistiques : Publications universitaires : Rapports industriels : Brevets : Bases de données : Entretiens :
F Analyse personnelle	Faits : Données : Interprétations : HYPOTHÈSE DE TRAVAIL : PROPOSITION :
G Lacunes	À VÉRIFIER
H Idées et hypothèses	—
I Références	—

XII.5 Coopération bilatérale et multilatérale

A Objectif	Construire une stratégie de partenariats équilibrés (transfert de compétences, co-propriété).
B Questions de recherche	- Quels partenaires offrent un accès réel aux infrastructures et au transfert de savoir-faire ? - Quels risques de dépendance ?
C État actuel (Bénin)	À EXPLORER — DONNÉE À RECHERCHER
D Données nécessaires	Accords existants, retours d'expérience.
E Sources (IDs du registre)	Articles : Rapports gouvernementaux : Organisations internationales : Statistiques : Publications universitaires : Rapports industriels : Brevets : Bases de données : Entretiens :
F Analyse personnelle	Faits : Données : Interprétations : HYPOTHÈSE DE TRAVAIL : PROPOSITION :
G Lacunes	À VÉRIFIER
H Idées et hypothèses	—

I Références

—

XII.6 Coopération régionale africaine

A Objectif	Identifier les complémentarités avec les pays et institutions de la région.
B Questions de recherche	• Quels centres d'excellence régionaux existent dans ces domaines ? • Quelle mutualisation est possible ?
C État actuel (Bénin)	À EXPLORER — DONNÉE À RECHERCHER
D Données nécessaires	Programmes régionaux, centres d'excellence, réseaux.
E Sources (IDs du registre)	Articles : Rapports gouvernementaux : Organisations internationales : Statistiques : Publications universitaires : Rapports industriels : Brevets : Bases de données : Entretiens :
F Analyse personnelle	Faits : Données : Interprétations : HYPOTHÈSE DE TRAVAIL : PROPOSITION :
G Lacunes	À VÉRIFIER
H Idées et hypothèses	—
I Références	—

XII.7 Souveraineté technologique et dépendances

A Objectif	Analyser les dépendances critiques (équipements, logiciels, données, talents).
B Questions de recherche	• Quelles dépendances sont acceptables, lesquelles sont à réduire ?
C État actuel (Bénin)	À EXPLORER — DONNÉE À RECHERCHER
D Données nécessaires	Analyse des chaînes d'approvisionnement, contrôles à l'export.
E Sources (IDs du registre)	Articles : Rapports gouvernementaux : Organisations internationales : Statistiques : Publications universitaires : Rapports industriels : Brevets : Bases de données : Entretiens :
F Analyse personnelle	Faits : Données : Interprétations : HYPOTHÈSE DE TRAVAIL : PROPOSITION :
G Lacunes	À VÉRIFIER

H Idées et hypothèses	—
-----------------------	---

I Références	—
--------------	---

SOURCES DE FINANCEMENT POTENTIELLES

Source	Type (public, bailleur, fondation, privé)	Objet	Montants typiques	Conditions	Calendrier	Source
—						

PARTENAIRES POTENTIELS

Partenaire	Pays / organisation	Domaine d'excellence	Type de coopération envisagée	Contact	Statut	Source
—						

Sources de la partie

Type de source	IDs du registre (S-xxxx)	Couverture	Statut
Articles scientifiques			À EXPLORER
Rapports gouvernementaux			À EXPLORER
Organisations internationales			À EXPLORER
Statistiques			À EXPLORER
Publications universitaires			À EXPLORER
Rapports industriels			À EXPLORER
Brevets			À EXPLORER
Bases de données scientifiques			À EXPLORER
Entretiens (chercheurs, industriels)			À EXPLORER

PARTIE XIII

Feuille de route 2027–2040

OBJECTIF DE LA PARTIE

Organiser les actions en trois phases conditionnelles : on ne passe à la phase suivante que si les conditions définies sont remplies.

STATUT À EXPLORER · MISE À JOUR ____ · VERSION ____

Principe : les dates sont indicatives ; les conditions de passage priment. Chaque action renvoie à un indicateur de la Partie XIV et, le cas échéant, à un projet de la Partie XV.

XIII.1 Phase 1 — 2027–2030 : Fondations

Orientation attendue : socle de formation, calcul et données, premières plateformes mutualisées, diagnostic consolidé. HYPOTHÈSE DE TRAVAIL à confirmer par le diagnostic.

Objectifs	—
Infrastructures	—
Formations	—
Programmes de recherche	—
Projets	—
Financements	—
Indicateurs	—
Conditions nécessaires avant la phase suivante	—

XIII.2 Phase 2 — 2030–2035 : Construction des capacités

Orientation attendue : plateformes expérimentales, programmes de recherche structurés, premiers prototypes et transferts. HYPOTHÈSE DE TRAVAIL.

Objectifs	—
Infrastructures	—
Formations	—
Programmes de recherche	—
Projets	—
Financements	—
Indicateurs	—

Conditions nécessaires avant la phase suivante —

XIII.3 Phase 3 — 2035–2040 : Technologies avancées et industrialisation

Orientation attendue : lignes pilotes, entreprises technologiques, exportation régionale.

HYPOTHÈSE DE TRAVAIL

Objectifs —

Infrastructures —

Formations —

Programmes de recherche —

Projets —

Financements —

Indicateurs —

Conditions nécessaires avant la phase suivante —

XIII.4 Jalons

ID	Jalon	Phase	Date cible	Condition de réussite	Indicateur (Partie XIV)	Statut
—						

XIII.5 Dépendances et séquençement

A Objectif	Rendre explicites les dépendances entre actions (ex. : pas de plateforme sans techniciens formés).
B Questions de recherche	• Quelles actions sont prérequis d'autres actions ? • Quel est le chemin critique ?
C État actuel (Bénin)	À EXPLORER — DONNÉE À RECHERCHER
D Données nécessaires	Délais de formation, délais d'acquisition d'équipements, cycles budgétaires.
E Sources (IDs du registre)	Articles : Rapports gouvernementaux : Organisations internationales : Statistiques : Publications universitaires : Rapports industriels : Brevets : Bases de données : Entretiens :
F Analyse personnelle	Faits : Données : Interprétations : HYPOTHÈSE DE TRAVAIL : PROPOSITION :
G Lacunes	À VÉRIFIER
H Idées et hypothèses	—
I Références	—

Sources de la partie

Type de source	IDs du registre (S-xxxx)	Couverture	Statut
Articles scientifiques			À EXPLORER
Rapports gouvernementaux			À EXPLORER
Organisations internationales			À EXPLORER
Statistiques			À EXPLORER
Publications universitaires			À EXPLORER
Rapports industriels			À EXPLORER
Brevets			À EXPLORER
Bases de données scientifiques			À EXPLORER
Entretiens (chercheurs, industriels)			À EXPLORER

PARTIE XIV

Indicateurs, évaluation et révision de la stratégie

OBJECTIF DE LA PARTIE

Mesurer les progrès avec des indicateurs définis, sourcés et mesurés à fréquence fixe, et organiser la révision du document.

STATUT À EXPLORER · MISE À JOUR ____ · VERSION ____

XIV.1 Tableau de bord

Indicateur	Définition précise	Valeur initiale	Objectif	Année	Source	Fréquence de mesure
Nombre de chercheurs (domaines couverts)		DONNÉE À RECHERCHER				
Ingénieurs formés / an		DONNÉE À RECHERCHER				
Doctorants		DONNÉE À RECHERCHER				
Publications indexées		DONNÉE À RECHERCHER				
Brevets déposés		DONNÉE À RECHERCHER				
Infrastructures opérationnelles		DONNÉE À RECHERCHER				
Équipements de caractérisation fonctionnels		DONNÉE À RECHERCHER				
Capacité HPC disponible		DONNÉE À RECHERCHER				
Financements R&D		DONNÉE À RECHERCHER				
Startups deeptech actives		DONNÉE À RECHERCHER				
Prototypes réalisés		DONNÉE À RECHERCHER				
Contrats industriels		DONNÉE À RECHERCHER				
Transferts technologiques		DONNÉE À RECHERCHER				
Emplois qualifiés créés		DONNÉE À RECHERCHER				
Collaborations internationales actives		DONNÉE À RECHERCHER				

Indicateur	Définition précise	Valeur initiale	Objectif	Année	Source	Fréquence de mesure
—						

XIV.2 Méthode d'évaluation

A Objectif	Définir qui évalue, comment et selon quel calendrier.
B Questions de recherche	• Quelles méthodes d'évaluation des politiques scientifiques sont reconnues ? • Comment éviter des indicateurs qui incitent aux mauvais comportements ?
C État actuel (Bénin)	À EXPLORER — DONNÉE À RECHERCHER
D Données nécessaires	Référentiels d'évaluation des politiques de recherche.
E Sources (IDs du registre)	Articles : Rapports gouvernementaux : Organisations internationales : Statistiques : Publications universitaires : Rapports industriels : Brevets : Bases de données : Entretiens :
F Analyse personnelle	Faits : Données : Interprétations : HYPOTHÈSE DE TRAVAIL : PROPOSITION :
G Lacunes	À VÉRIFIER
H Idées et hypothèses	—
I Références	—

XIV.3 Procédure de révision

A Objectif	Organiser la révision périodique de la stratégie et de ce document.
B Questions de recherche	• Quelle fréquence de révision ? • Quels événements déclenchent une révision anticipée ?
C État actuel (Bénin)	À EXPLORER — DONNÉE À RECHERCHER
D Données nécessaires	Pratiques de révision de stratégies nationales comparables.
E Sources (IDs du registre)	Articles : Rapports gouvernementaux : Organisations internationales : Statistiques : Publications universitaires : Rapports industriels : Brevets : Bases de données : Entretiens :

F	Analyse personnelle	Faits : Données : Interprétations : HYPOTHÈSE DE TRAVAIL : PROPOSITION :
G	Lacunes	À VÉRIFIER
H	Idées et hypothèses	—
I	Références	—

HISTORIQUE DES RÉVISIONS DE FOND

Date	Déclencheur	Parties révisées	Décision	Version
—				

Sources de la partie

Type de source	IDs du registre (S-xxxx)	Couverture	Statut
Articles scientifiques			À EXPLORER
Rapports gouvernementaux			À EXPLORER
Organisations internationales			À EXPLORER
Statistiques			À EXPLORER
Publications universitaires			À EXPLORER
Rapports industriels			À EXPLORER
Brevets			À EXPLORER
Bases de données scientifiques			À EXPLORER
Entretiens (chercheurs, industriels)			À EXPLORER

PARTIE XV

Projets nationaux prioritaires

OBJECTIF DE LA PARTIE

Sélectionner et décrire un portefeuille de projets structurants à partir de critères explicites, sans attribuer de priorité ou de budget arbitraire.

STATUT À EXPLORER · MISE À JOUR ____ · VERSION ____

XV.1 Critères de priorisation

Liste de départ PROPOSITION, à valider. Les pondérations ne seront fixées qu’après consultation et collecte de données.

Critère	Définition	Mode de mesure	Donnée source	Pondération
Importance du problème national				[À DÉTERMINER]
Maturité technologique				[À DÉTERMINER]
Capacités nationales existantes				[À DÉTERMINER]
Coût total (investissement + fonctionnement)				[À DÉTERMINER]
Effet d’entraînement (formation, autres projets)				[À DÉTERMINER]
Potentiel économique				[À DÉTERMINER]
Potentiel scientifique				[À DÉTERMINER]
Risques (techniques, financiers, sanitaires)				[À DÉTERMINER]
Disponibilité de partenaires				[À DÉTERMINER]
—				

XV.2 Portefeuille de projets candidats

ID	Projet	Secteur (Partie X)	Phase	Score (grille XV.1)	État d’avancement	Statut
—						

XV.3 Fiche projet standard (à dupliquer)

PN-__ — NOM DU PROJET

Problème	—
----------	---

Objectif	—
Justification scientifique	—
Technologie	—
Infrastructure	—
Ressources humaines	—
Partenaires	—
Budget	[À ESTIMER — méthode et sources à préciser]
Calendrier	—
Risques	—
Indicateurs	—
Résultats attendus	—
Potentiel industriel	—
Potentiel scientifique	—
Score selon les critères XV.1	—
État d'avancement	À EXPLORER
Sources	—

Sources de la partie

Type de source	IDs du registre (S-xxxx)	Couverture	Statut
Articles scientifiques			À EXPLORER
Rapports gouvernementaux			À EXPLORER
Organisations internationales			À EXPLORER
Statistiques			À EXPLORER
Publications universitaires			À EXPLORER
Rapports industriels			À EXPLORER
Brevets			À EXPLORER
Bases de données scientifiques			À EXPLORER
Entretiens (chercheurs, industriels)			À EXPLORER

ANNEXES

Outils de travail et parcours personnel

A. Mon parcours · B. Journal de recherche · C. Registre des hypothèses · D. Questions ouvertes · E. Bibliographie · F. Glossaire · G. Sigles · H. Outils de collecte (fiche de lecture, grille d'entretien).

ANNEXE A

Mon parcours d'études (2026–2029)

Partie personnelle. Elle alimente le document sans en modifier l'architecture : chaque apprentissage qui change la stratégie est inscrit en A.4, puis reporté dans la partie concernée.

A.1 Année 1

COURS SUIVIS

Cours	Semestre	Notions clés	Lien avec la stratégie (partie)
—			

COMPÉTENCES ACQUISES

Compétence	Niveau (0–3)	Preuve (projet, note, certificat)	Section de la matrice VIII.3
—			

LIVRES ET ARTICLES

Référence	Type	Idées principales	ID registre (S-xxxx)
—			

PROJETS, LOGICIELS ET EXPÉRIENCES

Intitulé	Nature (projet / logiciel / TP / stage)	Ce que j'ai appris	Lien (P-xx, code)
—			

QUESTIONS SCIENTIFIQUES APPARUES

Question	Contexte	Renvoyée vers (Annexe D, Q-xx)
—		

BILAN DE L'ANNÉE 1

Principaux acquis	—
Ce qui a changé dans ma compréhension	—
Sections du document mises à jour	—
Objectifs pour l'année suivante	—

A.2 Année 2

COURS SUIVIS

Cours	Semestre	Notions clés	Lien avec la stratégie (partie)
—			

COMPÉTENCES ACQUISES

Compétence	Niveau (0-3)	Preuve (projet, note, certificat)	Section de la matrice VIII.3
—			

LIVRES ET ARTICLES

Référence	Type	Idées principales	ID registre (S-xxxx)
—			

PROJETS, LOGICIELS ET EXPÉRIENCES

Intitulé	Nature (projet / logiciel / TP / stage)	Ce que j'ai appris	Lien (P-xx, code)
—			

QUESTIONS SCIENTIFIQUES APPARUES

Question	Contexte	Renvoyée vers (Annexe D, Q-xx)
—		

BILAN DE L'ANNÉE 2

Principaux acquis	—
Ce qui a changé dans ma compréhension	—
Sections du document mises à jour	—
Objectifs pour l'année suivante	—

A.3 Année 3

COURS SUIVIS

Cours	Semestre	Notions clés	Lien avec la stratégie (partie)
—			

COMPÉTENCES ACQUISES

Compétence	Niveau (0-3)	Preuve (projet, note, certificat)	Section de la matrice VIII.3
—			

LIVRES ET ARTICLES

Référence	Type	Idées principales	ID registre (S-xxxx)
—			

PROJETS, LOGICIELS ET EXPÉRIENCES

Intitulé	Nature (projet / logiciel / TP / stage)	Ce que j'ai appris	Lien (P-xx, code)
—			

QUESTIONS SCIENTIFIQUES APPARUES

Question	Contexte	Renvoyée vers (Annexe D, Q-xx)
—		

BILAN DE L'ANNÉE 3

Principaux acquis	—
Ce qui a changé dans ma compréhension	—

Sections du document mises à jour	—
-----------------------------------	---

Objectifs pour l'année suivante	—
---------------------------------	---

A.4 Ce que mes études m'ont appris et qui peut modifier cette stratégie

Date	Apprentissage	Source (cours, article, projet)	Partie concernée	Modification proposée	Appliquée ? (version)
—					

ANNEXE B

Journal de recherche

Date	Sujet	Ce que j'ai appris	Source	Question générée	Impact potentiel sur la stratégie
—					
—					

ANNEXE C

Registre des hypothèses

Identifiants H-01, H-02... Statuts : ouverte · en test · confirmée · infirmée · abandonnée. Une hypothèse infirmée reste au registre.

ID	Hypothèse	Pourquoi je la formule	Données nécessaires	Comment la tester	Résultat	Statut
H-01	Le calcul et les données (Partie IV) constituent un point d'entrée moins coûteux que les infrastructures expérimentales lourdes.	Coûts d'entrée a priori plus faibles	Coûts comparés calcul / équipements ; retours d'expérience	Comparer coûts complets et productions scientifiques de pays comparables		Ouverte

ANNEXE D

Questions ouvertes

ID	Question	Partie	Date d'ouverture	Pistes / personnes à consulter	Réponse (ID source)	Statut
—						
—						

ANNEXE E

Bibliographie structurée

Format : Auteur(s), année, titre, éditeur / revue, volume(numéro), pages, DOI ou URL, date de consultation. Chaque référence porte l’ID du registre des sources.

E.1 Articles scientifiques

ID	Référence complète	Parties concernées
—		
—		

E.2 Rapports gouvernementaux

ID	Référence complète	Parties concernées
—		
—		

E.3 Rapports d’organisations internationales

ID	Référence complète	Parties concernées
—		
—		

E.4 Statistiques et bases de données

ID	Référence complète	Parties concernées
—		
—		

E.5 Publications universitaires (thèses, mémoires)

ID	Référence complète	Parties concernées
—		
—		

E.6 Rapports industriels

ID	Référence complète	Parties concernées
—		
—		

E.7 Brevets

ID	Référence complète	Parties concernées
—		
—		

E.8 Ouvrages de référence

ID	Référence complète	Parties concernées
—		
—		

E.9 Entretiens

ID	Référence complète	Parties concernées
—		
—		

ANNEXE F

Glossaire

Terme	Définition	Source
—		
—		

ANNEXE G

Sigles et acronymes

Sigle	Signification
—	
—	

ANNEXE H

Outils de collecte

H.1 FICHE DE LECTURE (ARTICLE OU RAPPORT)

ID registre	S-
Référence complète	—
Type et fiabilité (A-E)	—
Question traitée	—
Méthode	—
Résultats principaux	—
Limites	—
Données réutilisables	—
Pertinence pour le Bénin	—
Parties du document concernées	—
Questions générées	—

H.2 GRILLE D'ENTRETIEN (CHERCHEUR, INGÉNIEUR, INDUSTRIEL, DÉCIDEUR)

Personne, fonction, institution	—
Date, lieu, accord de citation	—
Activité et équipements	—
Besoins et obstacles rencontrés	—
Collaborations existantes	—
Avis sur les priorités nationales	—
Données ou documents recommandés	—
Autres personnes à contacter	—
Points à vérifier	—
ID registre attribué	S-