



Biomimétisme

Vers des sites industriels régénératifs

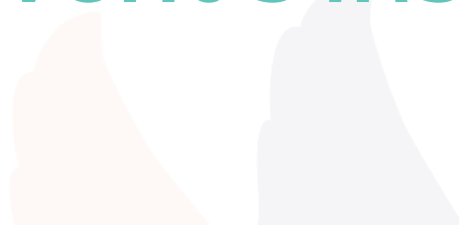
Journée Abonnés Biome+
11 octobre 2023

Thibaut Houette
Delphine Mathou
Edouard Seiller

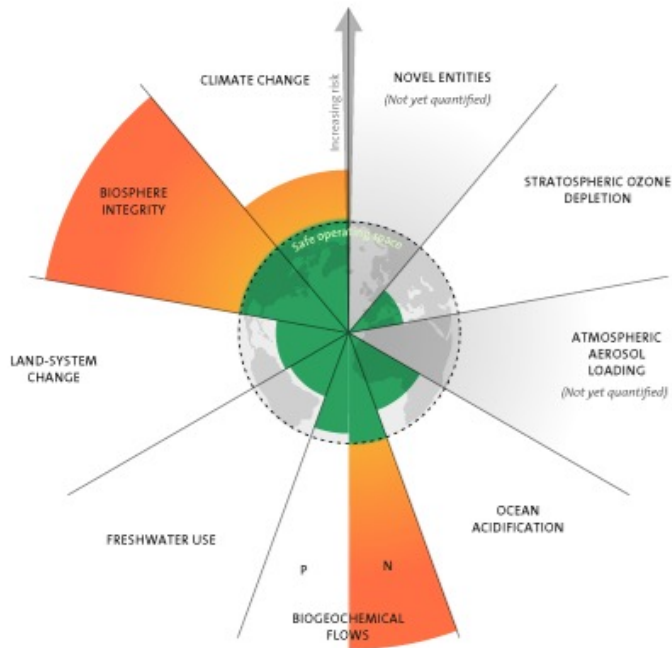


Les entreprises doivent s'inscrire dans :

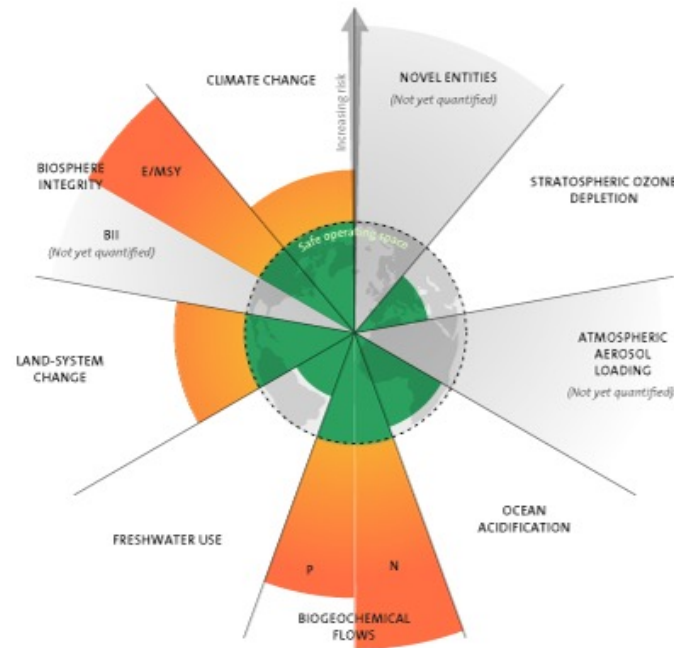
Les limites planétaires



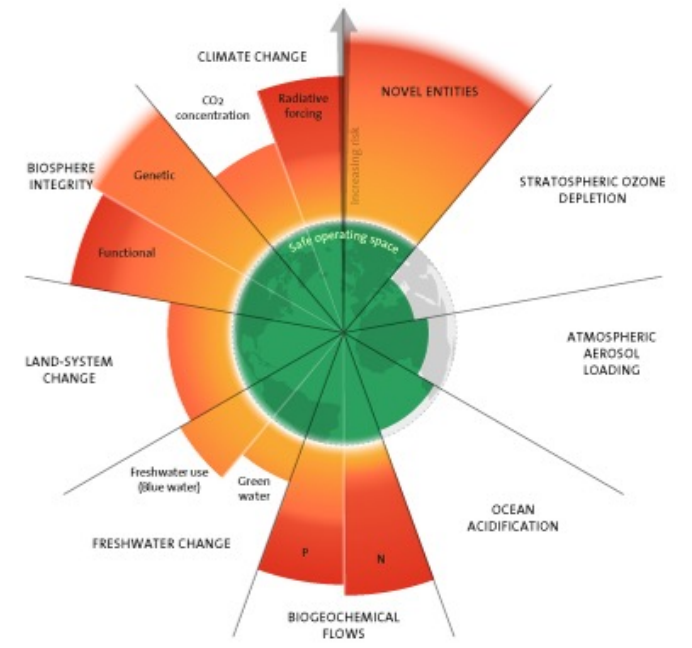
2009



2015



2023



Des contraintes ou des opportunités :



Décarbonation des activités



Adaptation des infrastructures au changement climatique



Préservation et régénération de la biodiversité



Circularisation des ressources



Coopération avec les parties prenantes et son territoire - Génération de communs

- Eco-conception de produits/services
- Nouveaux modèles économiques
- Nouvelles formes de coopération
- Infrastructures régénératives

Le biomimétisme : S'inspirer du vivant, 3.8 milliards d'années d'adaptation pour innover et concevoir durablement

La Nature : 1er laboratoire d'innovation et de R&D au monde



**Des propriétés remarquables
À différentes échelles**



Cahier des charges du vivant

Au-delà de la performance fonctionnelle, les **principes inspirés du vivant** comme **cahier des charges de la durabilité**.



ÉNERGIE

- Énergie solaire
- Optimisation de la consommation
- Sources diversifiées
- Séquestration du CO2



MATÉRIAUX

- Hiérarchisés, hybrides, composites
- Multifonctionnels, optimisés, adaptatifs
- Auto-assemblés
- Recyclables et recyclés



CHIMIE

- Composés abondants (O, N, H, C principalement)
- T,P modérées
- Solvant universel : eau
- Catalyse enzymatique



INFORMATION

- Capteurs, senseurs performants
- Intelligence collective, algorithmes pour gérer la complexité
- Stockage moléculaire



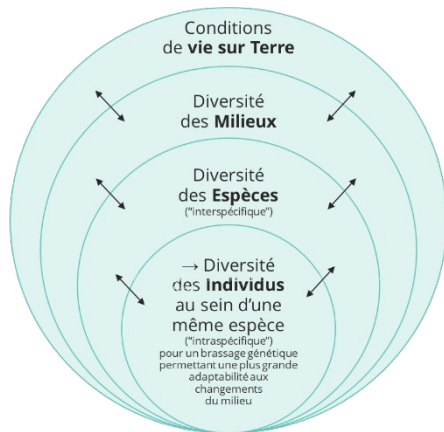
EAU

- Purification
- Collecte adaptée
- Stockage, transport, distribution optimisée
- Gestion de la surabondance

Biomimétisme

Le vivant au cœur d'un projet régénératif

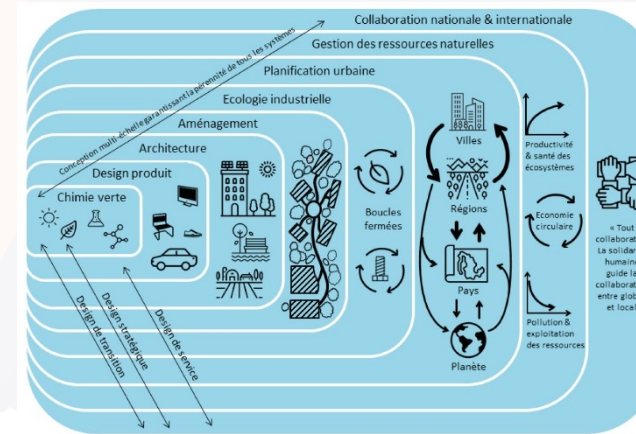
Régénérer la biodiversité



Régénérer les services écosystémiques

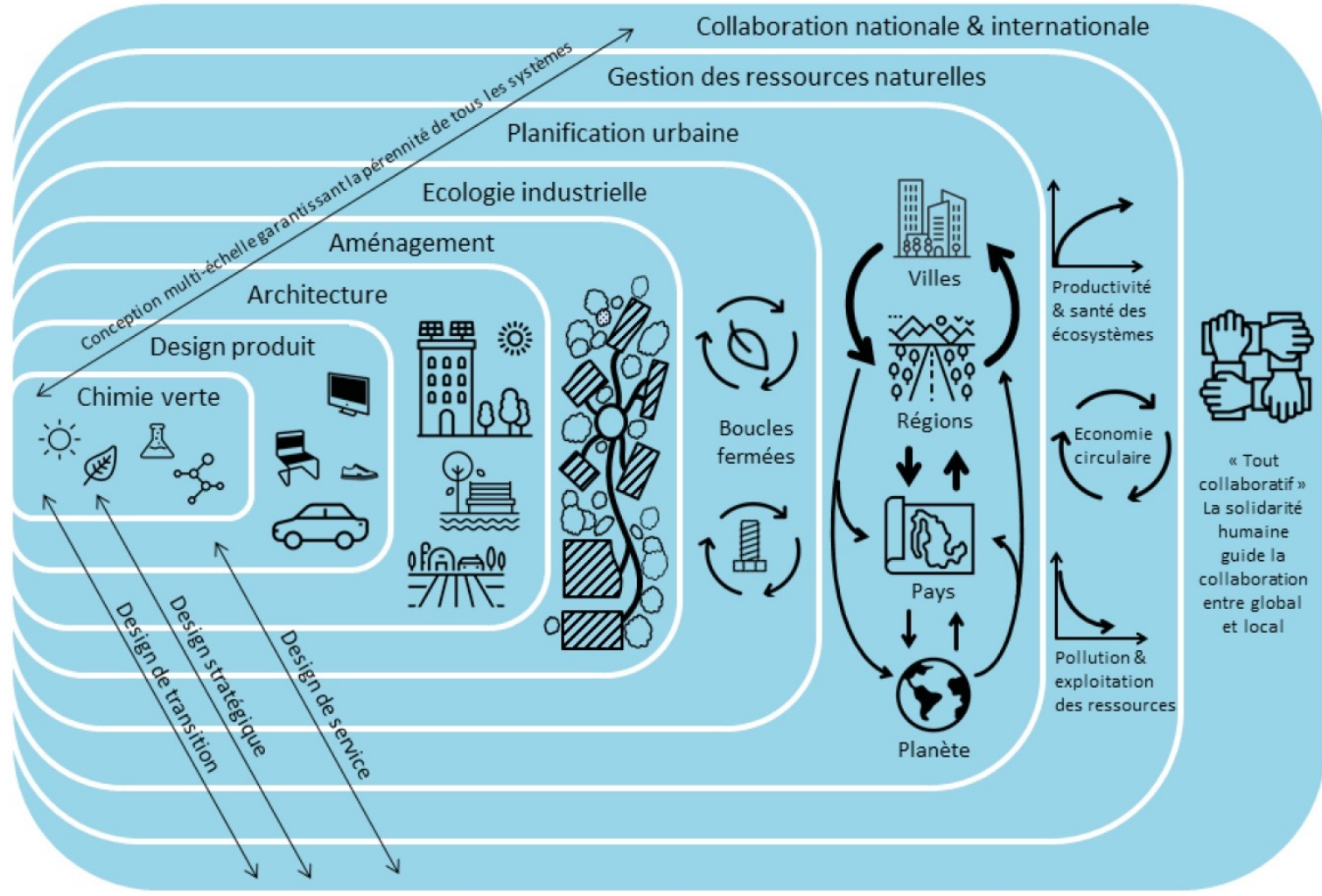


Penser socio-écosystème à toutes les échelles



Biomimétisme au service de projets régénératifs

Une approche multi-échelles



Biomimétisme

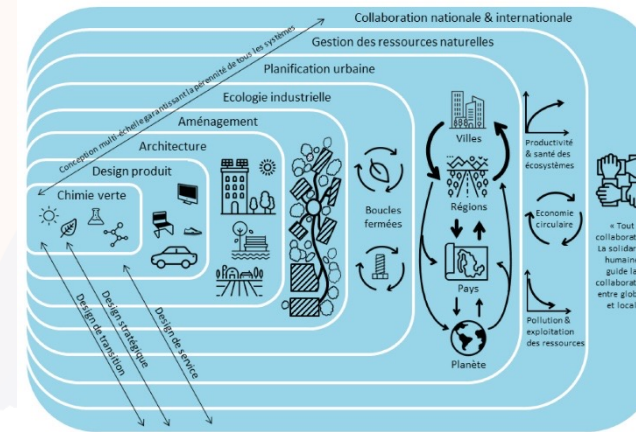
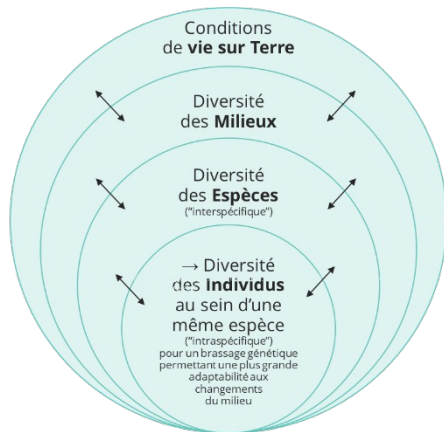
Le vivant au cœur d'un projet régénératif

Régénérer la biodiversité

Régénérer les services écosystémiques

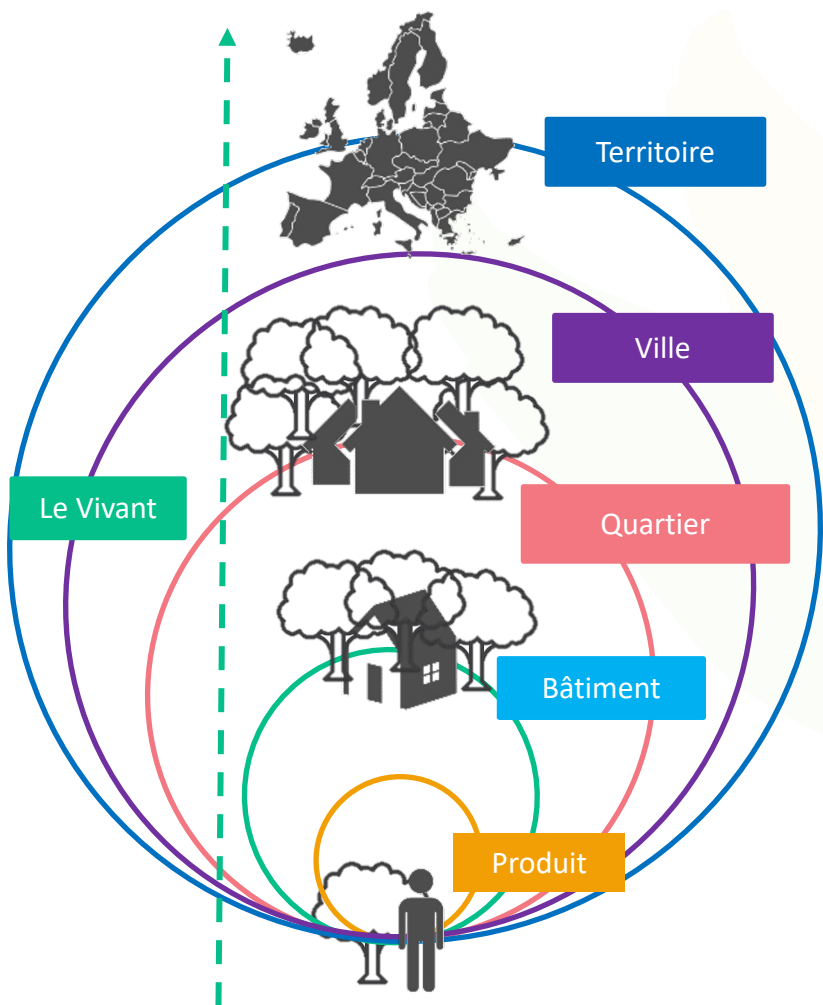
Penser socio-écosystème à toutes les échelles

Co-évoluer positivement avec le vivant

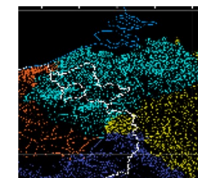


Biomimétisme au service de projets régénératifs

Des approches complémentaires



Approche territoriale → repenser nos modèles organisationnels et nos stratégies de conception



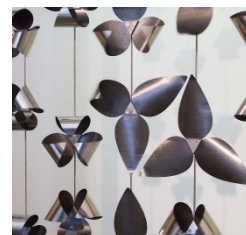
S'inspirer du vivant pour repenser nos modèles organisationnels et nos stratégies de conception



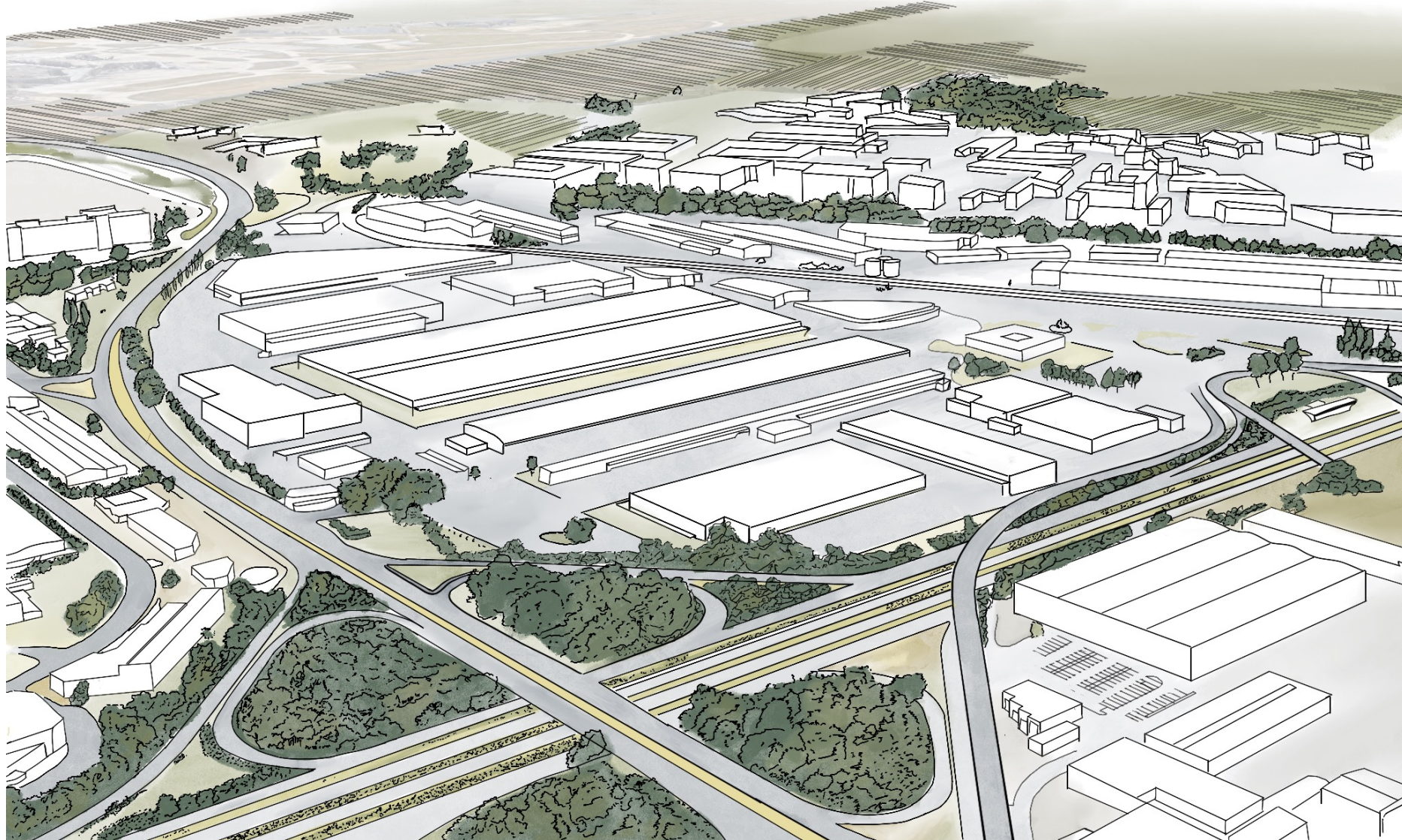
Approche écosystémique → Etude des écosystèmes afin d'améliorer la performance globale du site industriel, de la ZAC, etc.



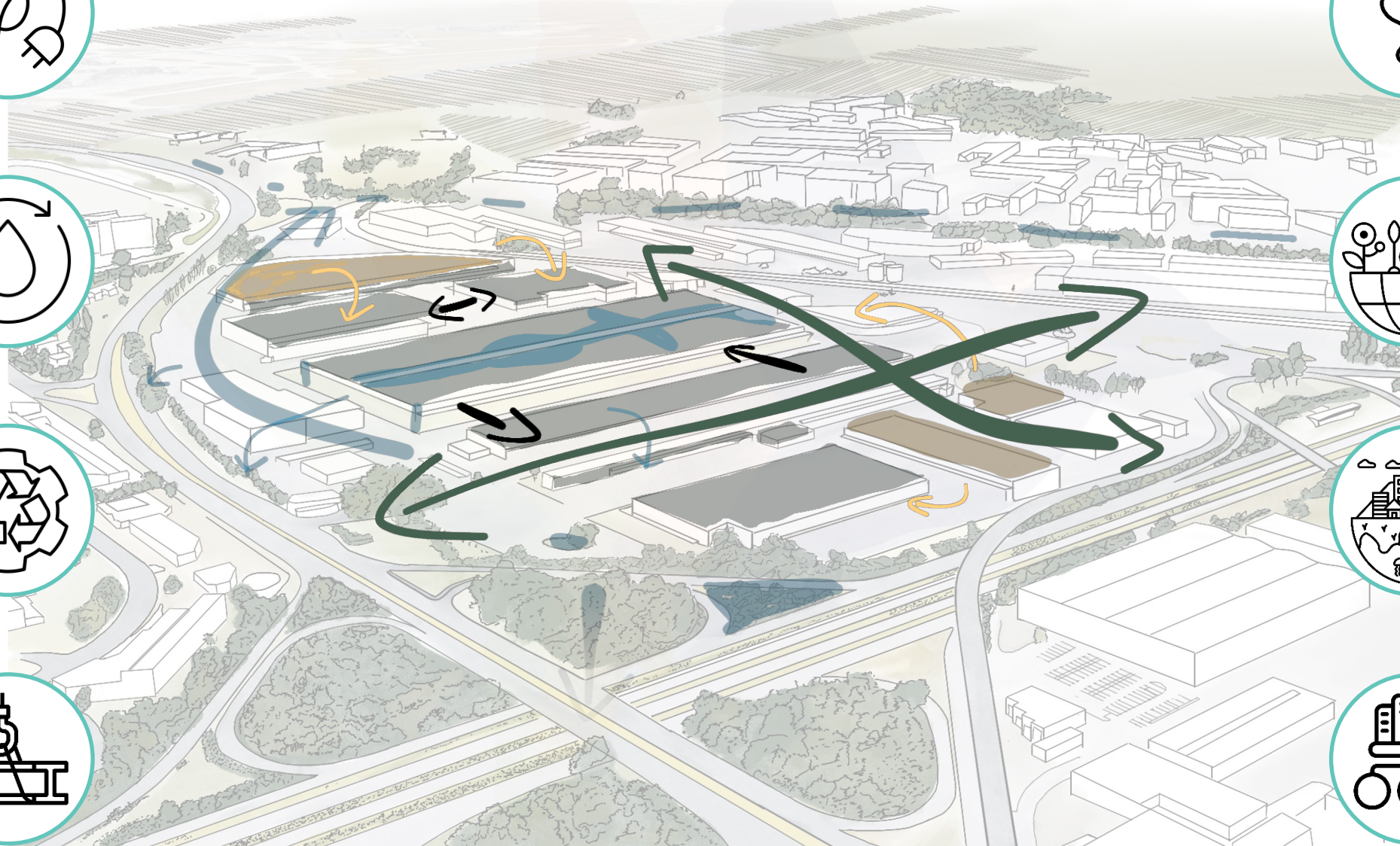
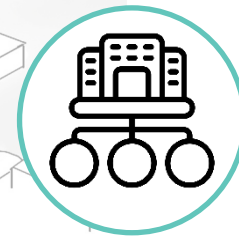
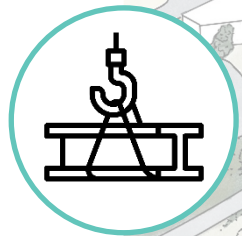
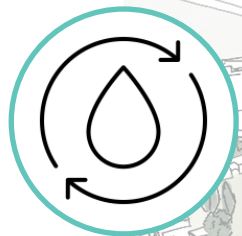
Approche fonctionnelle → Régulation thermique, traitement de l'air, traitement de l'eau, etc.



Site industriel régénératif

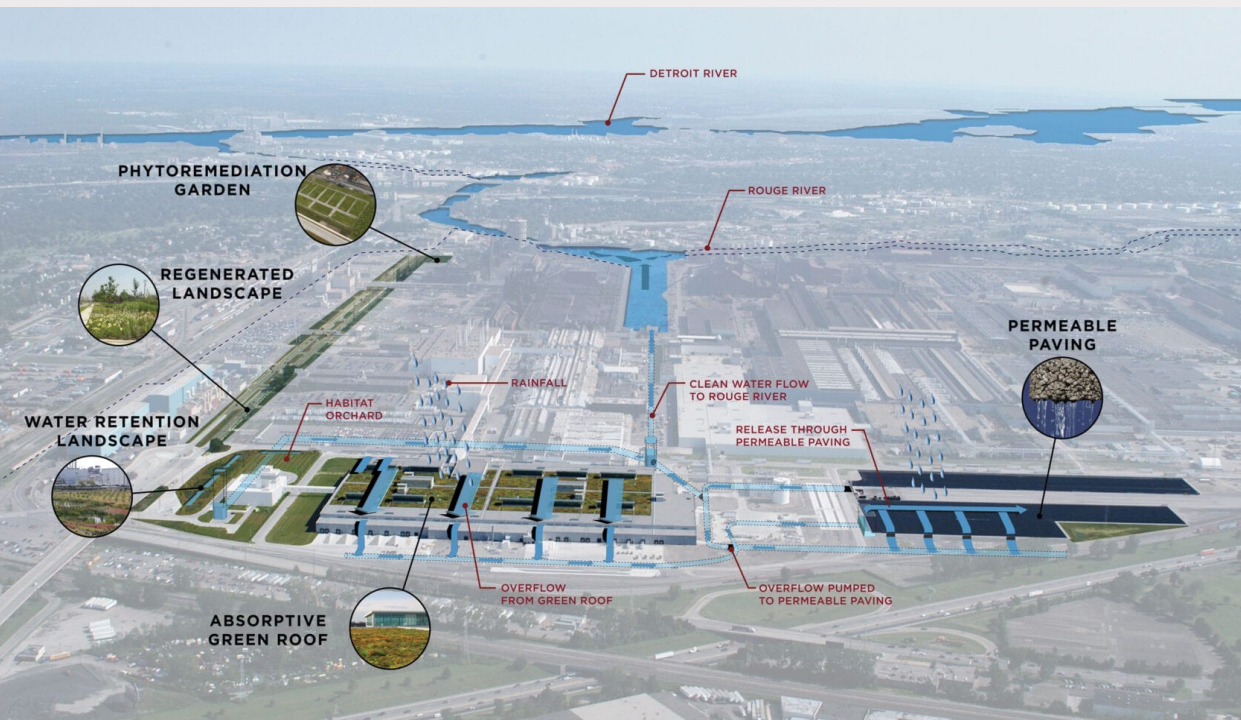
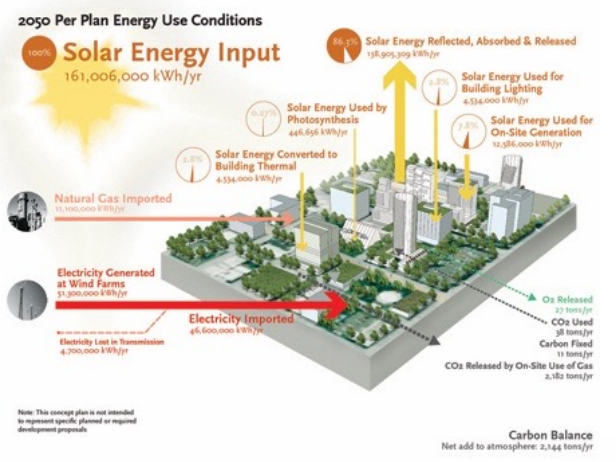
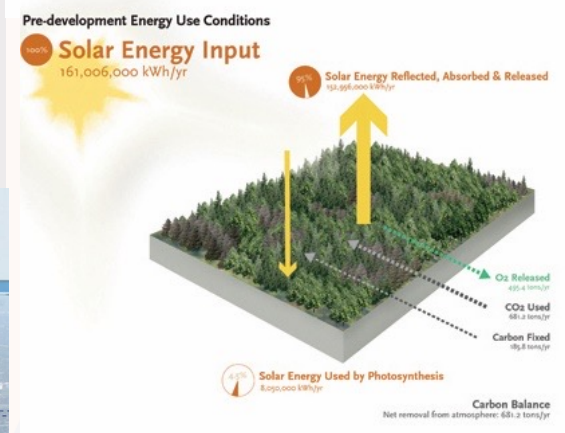
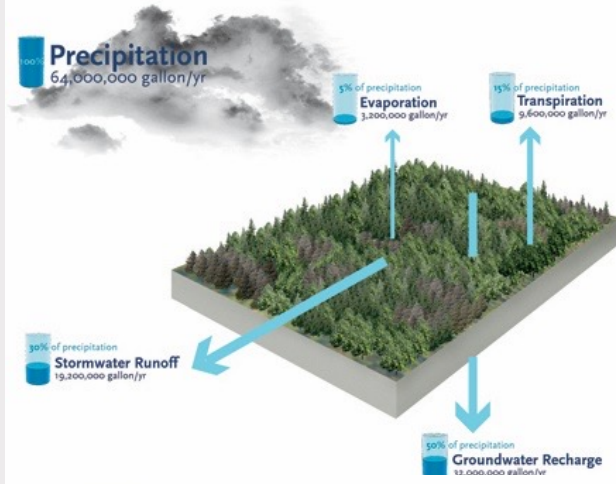
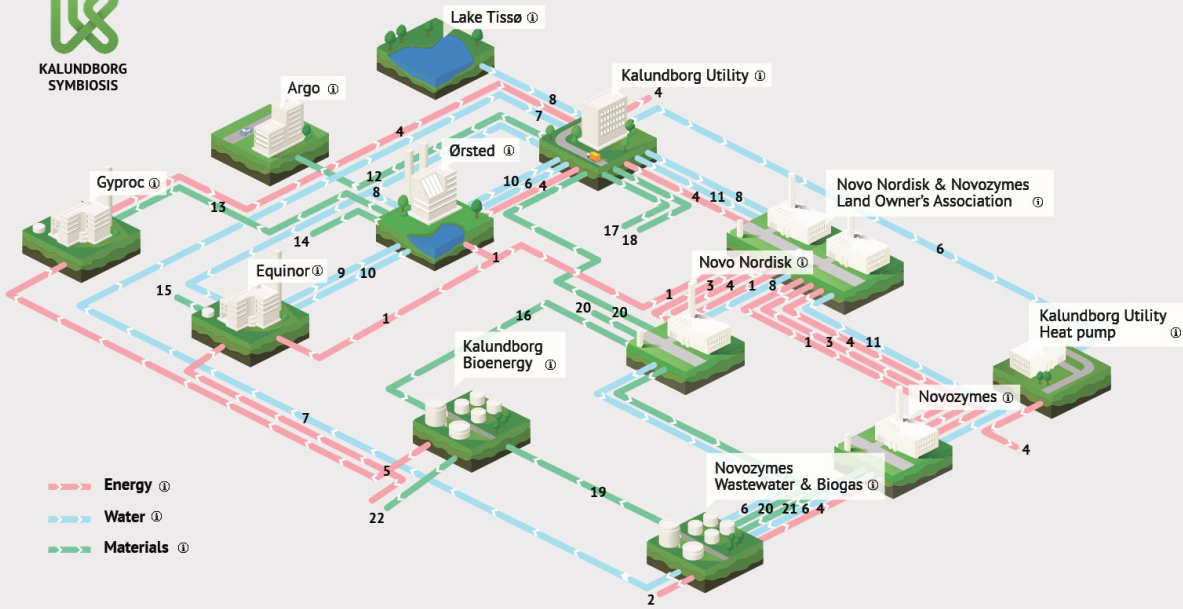


Site industriel régénératif



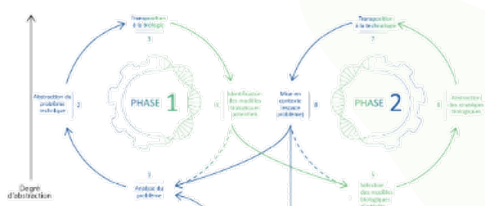
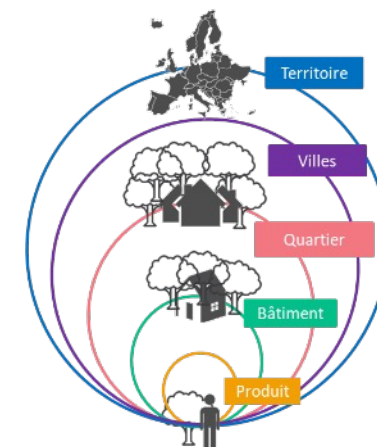


KALUNDBORG SYMBIOSIS



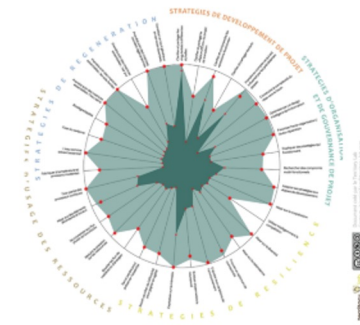
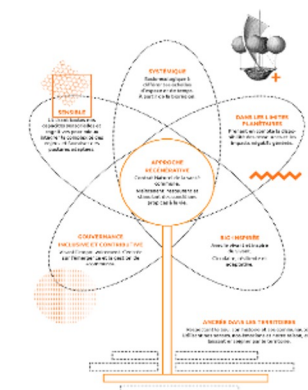
Biomimétisme au service de projets régénératifs

Des outils et méthodes complémentaires



Indicateurs et stratégies opérationnels de mesure de l'impact écologique positif d'un projet urbain et d'estimation de sa production de services écosystémiques

Dimension	Thème	Stratégie	Niveaux indicateurs
Fin de performance	Énergie	1. Passer à des énergies renouvelables	1. Énergie renouvelable
	Besoins en eau	2. Réduire les consommations d'énergie	1. Consommation d'énergie
		3. Capter les besoins climats	3. Surface à faible inertie
	Ressources en eau	4. Réduire la consommation d'eau	4. Consommation d'eau
		5. Gérer l'eau de pluie à l'échelle de la parcelle	5. Gestion des eaux pluviales
	Matériaux de construction	6. Gérer durablement les eaux usées	6. Surface perméable
		7. Promouvoir la circularité des matériaux de construction	7. Gestion des eaux usées sur place
	Gaz à effet de serre	8. Favoriser la réutilisation et le réaménagement	8. Indicateur de circularité des matériaux
		9. Utiliser des matériaux sains	9. Taux de réutilisation
	Alimentation	10. Réduire l'empreinte carbone	10. Mixité à l'échelle locale
11. Promouvoir les modes de vie à faible empreinte		11. Carbone incorporé	
Pesticides/engrais	12. Inclure la production alimentaire locale	12. Bilan annuel des GES	
	13. Maintenir les basses (0 phytos)	13. Zone de production alimentaire	
Déchets	14. Gérer durablement les déchets	14. Engrais et pesticides	
	15. Gérer les déchets organiques	15. Gestion locale des déchets organiques	
Structure urbaine	16. Réduire l'empreinte au sol	16. Taux de mise en décharge	
	17. Taux de recyclage	17. Taux de recyclage	
Structure biologique	18. Protéger et restaurer les milieux naturels	18. Protection des zones sensibles	
	19. Restaurer écologique	19. Restauration écologique	
Niveaux écologiques	20. Restaurer des sols	20. Changements topographiques	
	21. Comparaison de l'état de conservation	21. Comparaison de l'état de conservation	
Niveaux écologiques	22. Éviter de l'habitat naturel	22. Taux de prise en compte sur des zones sensibles	
	23. Éviter de l'habitat naturel	23. Taux de prise en compte sur des zones sensibles	
Niveaux écologiques	24. Éviter de l'habitat naturel	24. Espaces verts urbains	
	25. Éviter de l'habitat naturel	25. Facteur de surface des habitats	
Niveaux écologiques	26. Éviter de l'habitat naturel	26. Connectivité des espaces verts à l'échelle de la parcelle	
	27. Éviter de l'habitat naturel	27. Connectivité des espaces verts à l'échelle de la parcelle	



Solution technique

Bâtiment

Site industriel

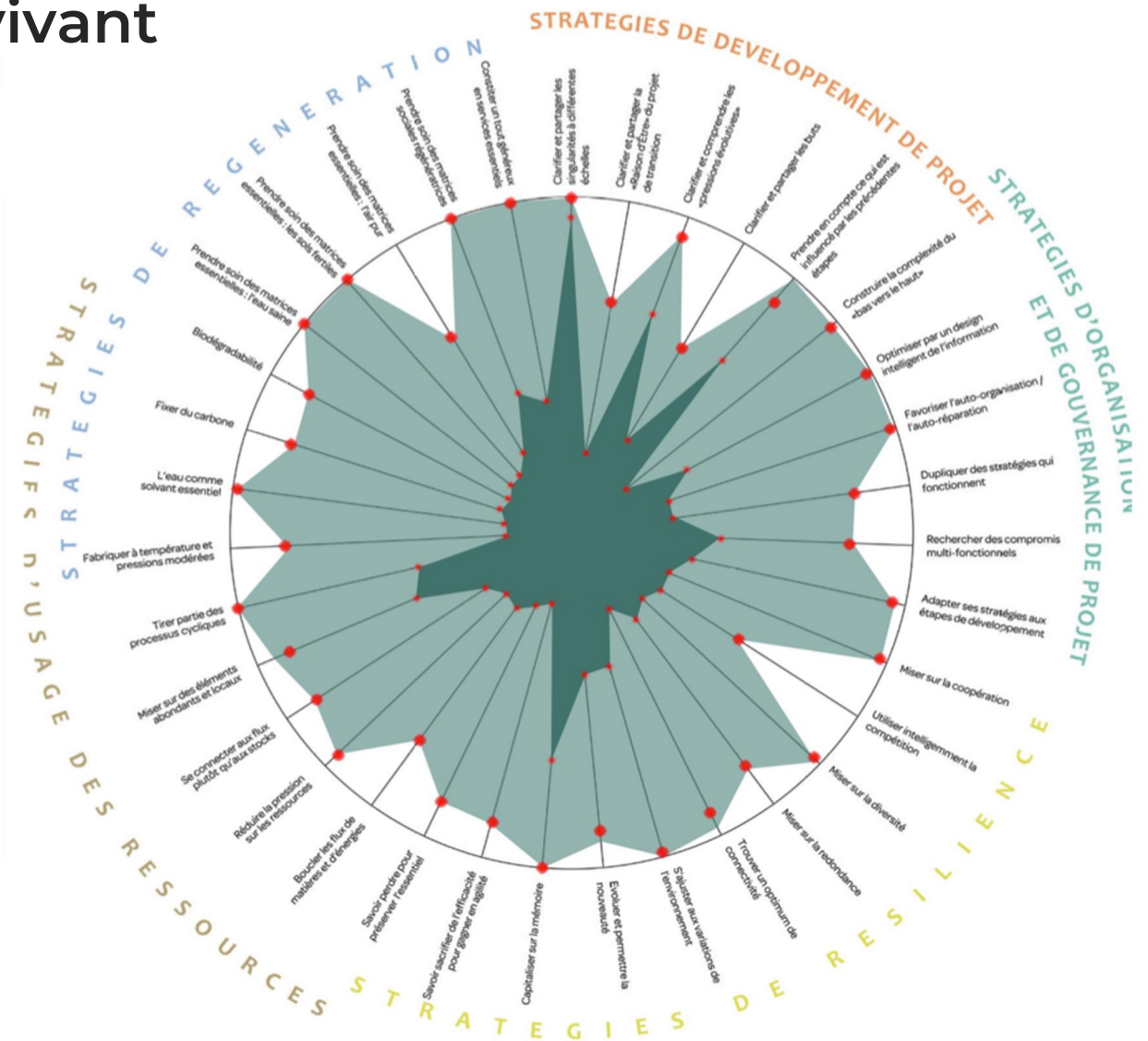
Territoire

Le Vivant

Lecture bio-inspirée des dynamiques du projet

Rosace des principes inspirés du vivant

STRATEGIES DE DEVELOPPEMENT DE PROJET	Clarifier et partager les singularités à différentes échelles (écorégion, socio-économique...) Clarifier et partager la «Raison d’Etre» du projet de transition Clarifier et comprendre les «pressions évolutives» Clarifier et partager les buts (à différentes échelles de temps et d’espace) Prendre en compte ce qui est influencé par les précédentes étapes (chemin historique) Construire la complexité du «bas vers le haut» Optimiser par un design intelligent de l’information (boucles de rétroactions, synchronisations...)
STRATEGIES D’ORGANISATION ET DE GOUVERNANCE DE PROJET	Favoriser l’auto-organisation / l’auto-réparation Dupliquer des stratégies qui fonctionnent Rechercher des compromis multi-fonctionnels Adapter ses stratégies aux étapes de développement (initiation, intermédiaire, maturité, crise...) Miser sur la coopération (surtout pour les communs et les crises) Utiliser intelligemment la compétition (pour stimuler et trier) Miser sur la diversité (chercher l’optimum) Miser sur la redondance (chercher l’optimum)
STRATEGIES DE RESILIENCE	Trouver un optimum de connectivité S’ajuster aux variations de l’environnement Evoluer et permettre la nouveauté Capitaliser sur la mémoire (des crises, des ressources disponibles...) Savoir sacrifier de l’efficacité pour gagner en agilité Savoir perdre pour préserver l’essentiel Boucler les flux de matières et d’énergies (les déchets sont des ressources !) Réduire la pression sur les ressources (surtout celles extraites de la croûte terrestre) Se connecter aux flux plutôt qu’aux stocks (matières et énergies) Miser sur des éléments abondants et locaux Tirer parti des processus cycliques (saisons, rythmes du vivant...)
STRATEGIES D’USAGE DES RESSOURCES	Fabriquer à température et pressions modérées L’eau comme solvant essentiel Fixer du carbone Biodégradabilité (pas de toxicités persistantes) Prendre soin des matrices essentielles : l’eau saine Prendre soin des matrices essentielles : les sols fertiles Prendre soin des matrices essentielles : l’air pur Prendre soin des matrices sociales régénératrices Constituer un tout généreux en services essentiels (créer et gérer des communs)
STRATEGIES DE REGENERATION	



Blanco et al, 2022

Développer un projet urbain régénératif

Régénératif & Services écosystémiques

18 stratégies pour inciter la production de services écosystémiques

1 S'appuyer sur les énergies renouvelables 	2 Réduire la consommation d'énergie 	3 Gérer les îlots de chaleur 	4 Réduire la consommation d'eau 	5 Gérer l'eau de pluie à l'échelle de la parcelle 	6 Gérer durablement les eaux usées
7 Promouvoir la circularité des matériaux de construction 	8 Prioriser la rénovation et le réaménagement 	9 Utiliser des matériaux sains 	10 Réduire l'empreinte carbone 	11 Promouvoir les modes de vie à faibles émissions 	12 Inciter la production alimentaire locale
13 Minimiser les intrants (0 phyto) 	14 Gérer durablement les déchets 	15 Protéger et restaurer les milieux naturels 	16 Réduire l'emprise au sol 	17 Créer de l'habitat naturel 	18 Améliorer la connectivité du réseau écologique

Extrait de thèse *Aménager des bénéfices pour la nature et la société : Un cadre de conception urbaine basé sur le biomimétisme des écosystèmes et la conception régénérative*, 2022

© Eduardo Blanco – Ceebios – Muséum national d'Histoire naturelle

Ce document est propriété du Ceebios (tous droits réservés)

Énergie **#1 S'appuyer sur les énergies renouvelables**

Objectif :
Encourager la production et l'utilisation d'énergies renouvelables non combustibles.

Points d'attention :
L'utilisation d'une production locale d'énergie renouvelable décentralisée et distribuée est positive mais doit être évaluée en fonction des potentialités du site local, de l'évaluation globale du cycle de vie et du carbone incorporé du projet. Les décideurs et les concepteurs doivent garder à l'esprit une perspective de cycle de vie, en évitant de déplacer inopinément les impacts sur le cycle de vie. La meilleure solution globale doit être évaluée pour chaque projet, en visant à réduire les impacts socio-écologiques et les émissions d'un point de vue global. Nous recommandons d'utiliser l'analyse du cycle de vie et des outils simplifiés d'empreinte carbone. Une attention particulière doit être accordée à la diversification du mix énergétique pour la résilience et aux solutions qui présentent des opportunités de mutualisation et d'économie d'échelle.

Exemples de solutions urbaines :
Géothermie, énergie éolienne, énergie solaire, énergie des vagues.

Objectifs de développement durable connexes :

7 Énergie propre et abordable

11 Villes et communautés durables

13 Action climatique

#15 Protéger et restaurer les milieux naturels

Abiotique

la consommation annuelle totale d'énergie provenant de sources renouvelables (sans combustion) (%).

les données d'exploitation ou faisant une prévision de la consommation totale d'énergie renouvelable ; Consommation d'énergie renouvelable/Consommation totale d'énergie

lance à l'amélioration et des valeurs plus élevées sont

Objectif :
Protéger et restaurer les zones naturelles sensibles/sensibles sur le site du projet.

Points d'attention :
Une attention particulière doit être accordée à la protection des zones naturelles sensibles, à la conservation des sols non imperméabilisés, à la conservation de la topographie naturelle, à la protection des écosystèmes humides et à la restauration des sols contaminés ou dégradés.

Exemples de solutions urbaines :
Restauration des sols ; réhabilitation des écosystèmes humides ; protection des zones sensibles.

Objectifs de développement durable connexes :

11 Villes et communautés durables

12 Consommation responsable

14 Vie aquatique

15 Vie terrestre

Indicateurs connexes :

18 - Protection des zones sensibles : La part des zones terrestres ou humides du projet désignées comme protégées (%).

Méthode : Tableau ou SIG utilisant les données de surface du projet.

Données requises : La part des zones terrestres ou humides du projet désignées comme protégées ; La surface totale du projet.

Calcul : (Part des zones terrestres ou humides du projet désignées comme protégées / Surface totale du projet) x 100.

Interprétation et repère : Une tendance à l'amélioration et des valeurs plus élevées sont considérées comme positives.

Réduire la consommation d'eau

Matériaux

Faire dans la zone du projet, diversifier les sources disponibles et appuyer sur les ressources disponibles

mode de vie moins gourmand en eau. Les solutions architecturales techniques :

aires ; éducation ; réutilisation de l'eau de pluie.

Indicateurs connexes :

14 Vie aquatique

4 - La consommation d'eau : La consommation quotidienne d'eau par habitant (l.jour⁻¹hab⁻¹).

Méthode : Tableaux de calcul utilisant les données d'exploitation ou faisant une prévision modélisée.

Données requises : Montant total de la consommation d'eau (l./jour) ; Surface totale du projet.

Calcul : Montant total de la consommation d'eau (l./jour)/Surface totale du projet.

Interprétation et repère : Une tendance à la baisse et des valeurs inférieures sont considérées comme positives. En général, les habitants des villes des pays développés utilisent 272 litres par jour, alors que la moyenne en Afrique est de 53 litres par jour.



POCHECO



ENTREPRENDRE SANS DÉTRUIRE



Ecologie

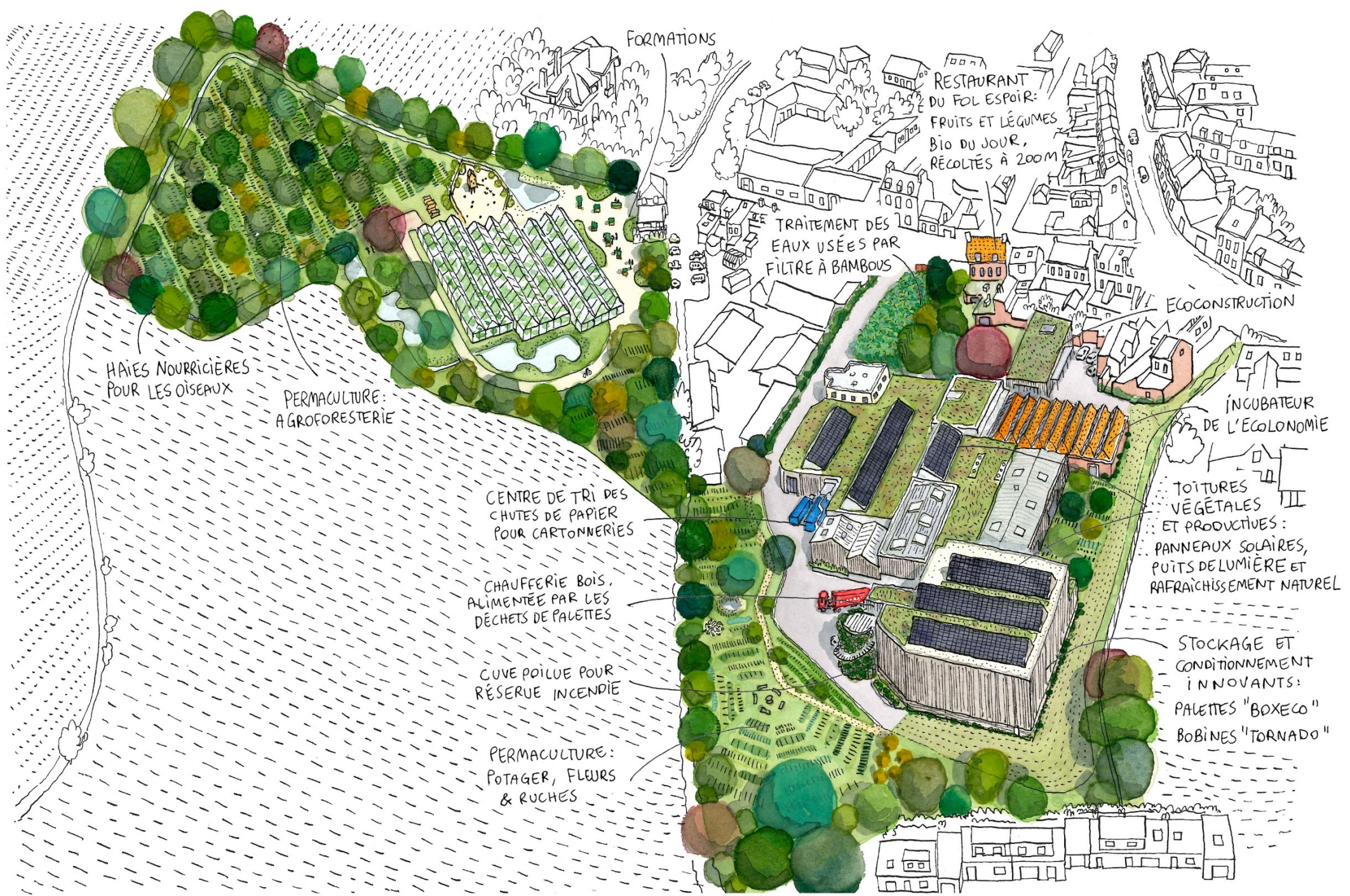
Réduction de l'impact
écologique de l'activité
et intégration accrue
dans le milieu naturel

Social

Amélioration
des conditions de
travail et du cadre
de vie des équipes,
en relation avec
le vivant

Economie

Amélioration de la
productivité de
l'entreprise tout en
assurant la
reconduction du
vivant non-humain



FORMATIONS

RESTAURANT
DU FOL ESPOIR:
FRUITS ET LÉGUMES
BIO DU JOUR,
RÉCOLTÉS À 200M

TRAITEMENT DES
EAUX USÉES PAR
FILTRE À BAMBOUS

ECOCONSTRUCTION

INCUBATEUR
DE L'ÉCONOMIE

TOITURES
VÉGÉTALES
ET PRODUCTIVES:
Panneaux solaires,
Puits de lumière et
rafraîchissement naturel

STOCKAGE ET
CONDITIONNEMENT
INNOVANTS:
PALETES "BOXECO"
BOBINES "TORNADO"

HAÏES NOURRICIÈRES
POUR LES OISEAUX

PERMACULTURE:
AGROFORESTERIE

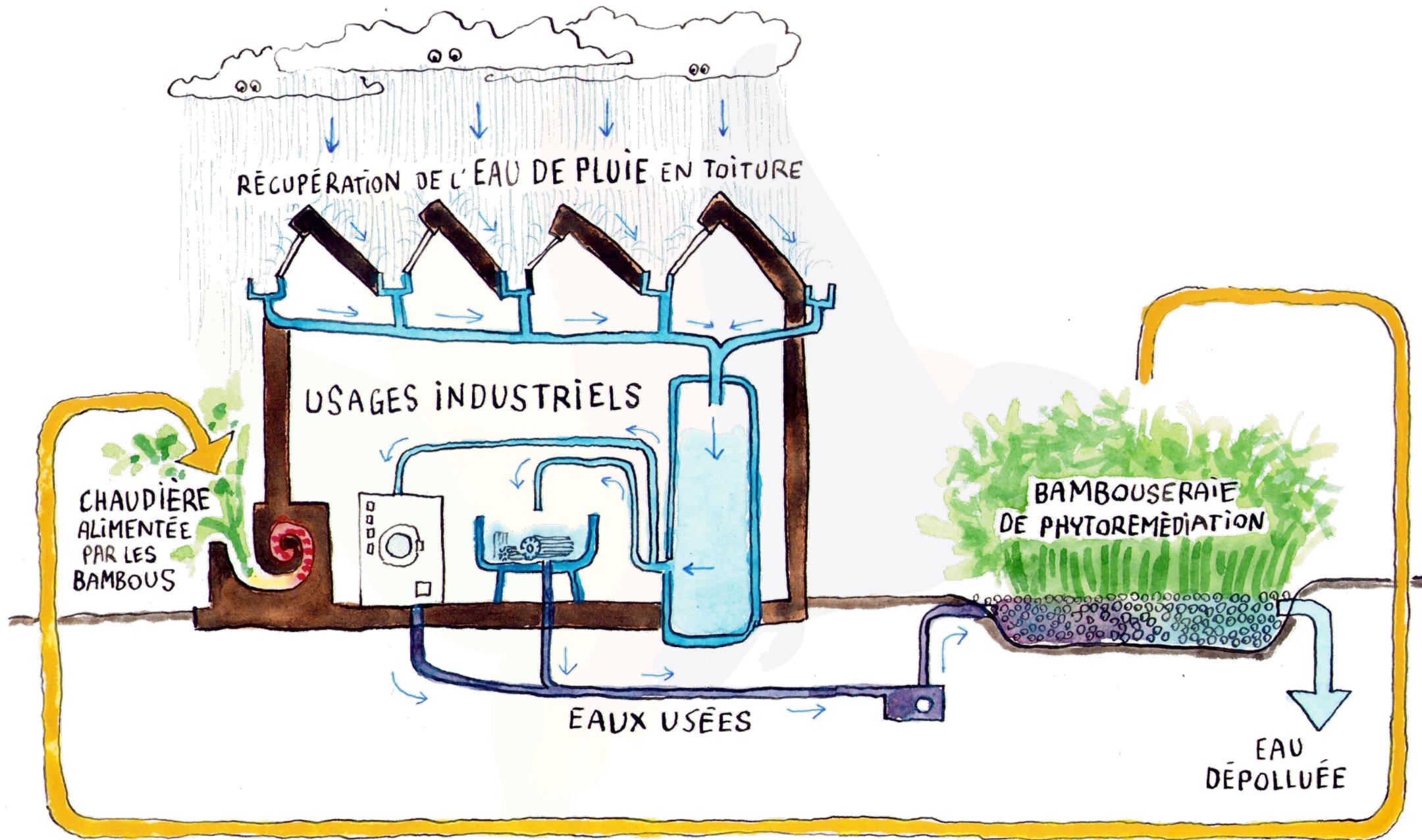
CENTRE DE TRI DES
CHUTES DE PAPIER
POUR CARTONNÉES

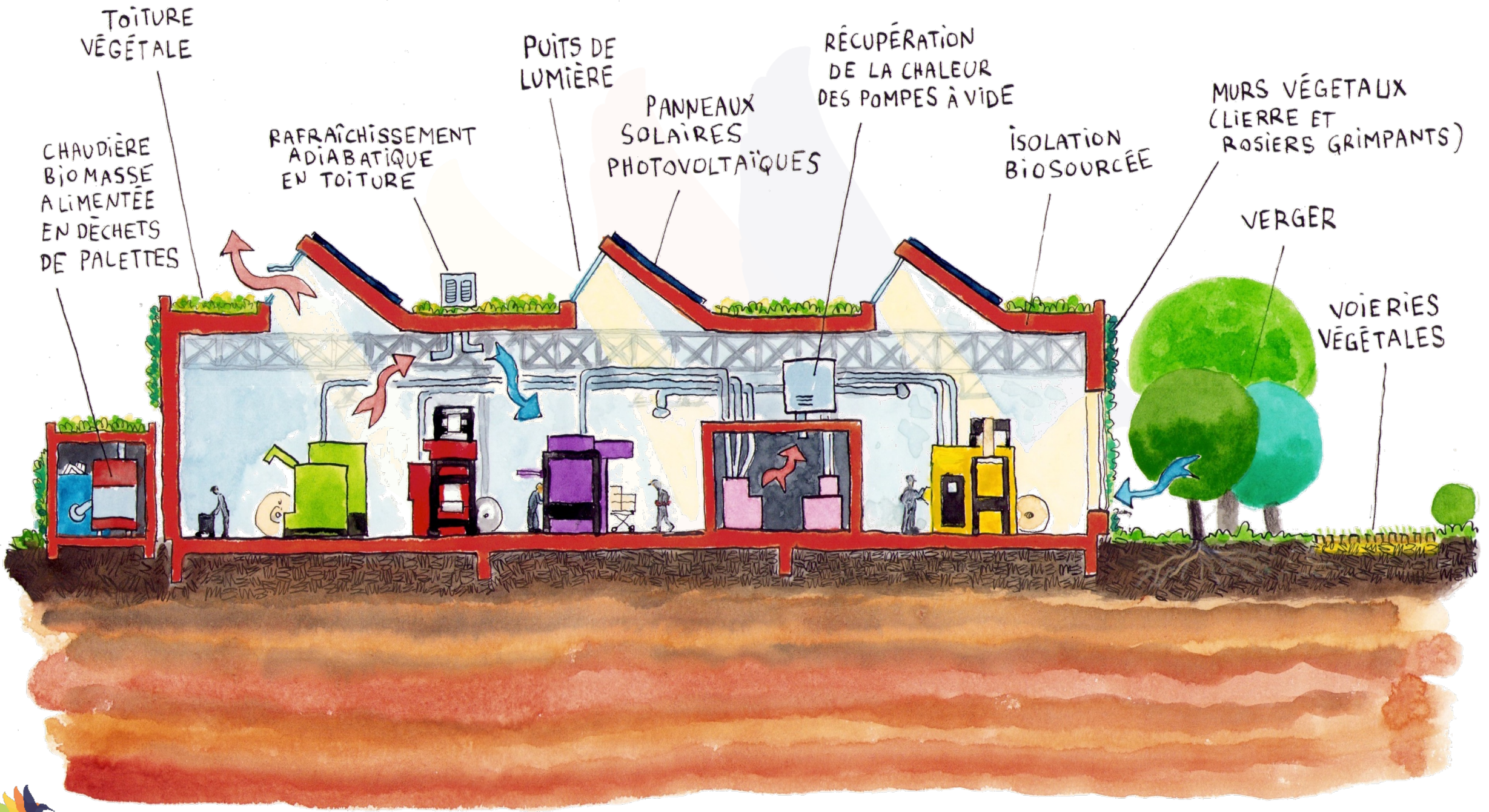
CHAUFFERIE BOIS,
ALIMENTÉE PAR LES
DÉCHETS DE PALETES

CUVE POILUE POUR
RÉSERVE INCENDIE

PERMACULTURE:
POTAGER, FLEURS
& RUCHES









Merci

Thibaut Houette
Delphine Mathou
Edouard Seiller

