

Amélioration de la performance environnementale des produits tout au long de leur cycle de vie



ANRT : Bâtiments Connectés
17.06.20

François VUILLAUME (elm.leblanc) & Claude GAZO (ENSAM)

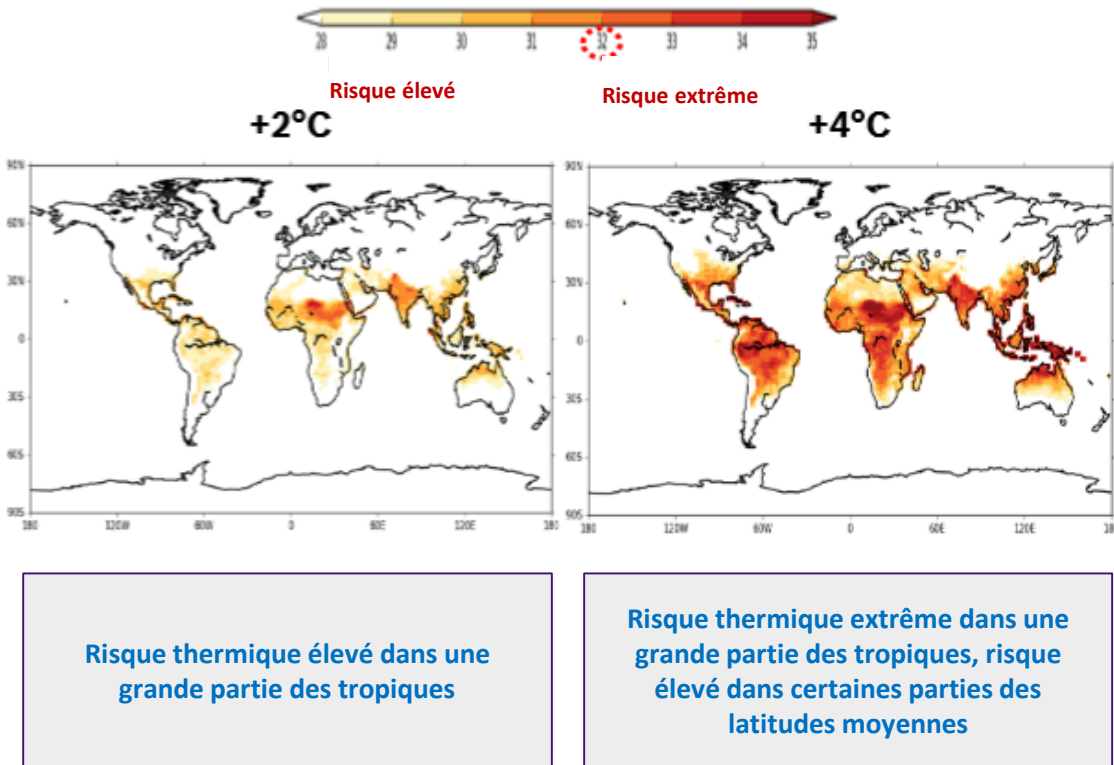
Amélioration de la performance environnementale des produits tout au long de leur cycle de vie

Déroulement



Amélioration de la performance environnementale des produits tout au long de leur cycle de vie

Introduction à l'économie circulaire - Défis environnementaux



Dans un scénario à 4 ° C, de grandes parties du monde deviendront inhabitables d'ici 2100

Amélioration de la performance environnementale des produits tout au long de leur cycle de vie

Corpus très riche de normes environnementales en pleine évolution


Marquages et déclarations environnementaux Déclarations environnementales de Type III Principes et modes opératoires

NUMERO DU DOCUMENT : NF EN ISO 14025
TYPE : Norme Externe
DATE DE LA DERNIERE VERSION DU TOPIC : 01/08/2010
AUTEUR : AFNOR
LIEN : https://fr.normes.bosch.com/NormMaster/DirectLink.do?ACTION=VIEW_STANDARDB&dir=DIN-EN+ISO+14025 (version DIN EN ISO 14025)
LANGUES DU LIEN : Allemand - Anglais

N° FICHE : 9 DATE CREATION DE LA FICHE : 12/07/2019

APPLICATION

Les déclarations environnementales de Type III présentent des informations environnementales quantifiées sur le cycle de vie d'un produit afin de permettre des comparaisons de produits remplissant la même fonction. Elles sont surtout utilisées dans le commerce interentreprises (le type I correspondant aux écolabels, le type II aux autodéclarations), et sont d'ordre volontaire. Pour l'application de cette norme, il est indispensable d'appliquer les normes répertoriées sur la figure :



Les objectifs des déclarations environnementales de Type III consistent à :

- Fournir des informations fondées sur l'ACV et des informations additionnelles relatives aux aspects environnementaux des produits,
- Aider les acheteurs et les utilisateurs à procéder à des comparaisons fondées entre produits (ces déclarations ne sont pas en tant que telles des affirmations comparatives)
- Encourager l'amélioration des performances en matière d'environnement
- Fournir des informations pour analyser les aspects environnementaux des produits tout au long de leur cycle de vie.

Un produit peut être créé à partir de modules ajustés conformément au PCR de la catégorie de produit associée. S'ils ne couvrent pas l'ensemble du cycle de vie du produit, alors cela doit être mentionné. Les informations recensées doivent être pertinentes et vérifiables, fondées sur la série de normes 14040. Un PCR a pour but de spécifier un objectif commun, ainsi que toutes les règles appropriées pour l'ACV d'une catégorie de produit, les paramètres prédéterminés, les règles sur les informations environnementales additionnelles et les exigences de consignation dans un rapport. En outre, un PCR se doit de recenser les instructions sur la façon de produire des données requises pour la déclaration. La création de nouveau PCR et la non utilisation d'un autre PCR existant dans une même catégorie doit être justifiée. Les étapes d'élaboration d'un PCR et les exigences pour la comparabilité sont répertoriées dans le document.

Afin d'élaborer une déclaration environnementale de Type III, il convient de recenser des informations générales, des données issues de l'ACV, ICV ou modules d'informations (notamment les données relatives aux indicateurs principaux d'impact environnemental, les déchets engendrés, et des informations environnementales additionnelles portant sur des facteurs médicaux ou sociaux). Une étape de vérification des données est indispensable : elle se constitue d'une revue du PCR, d'une vérification indépendante des données pour la conformité, une vérification indépendante de la déclaration en elle-même. Enfin, cette étape reprend les compétences que doit posséder le vérificateur indépendant.

MOTS CLES : management & stratégie – labellisation & certification – qualité – communication – cycle de vie.



Loi sur l'économie circulaire

(publiée le 10/02/2020)

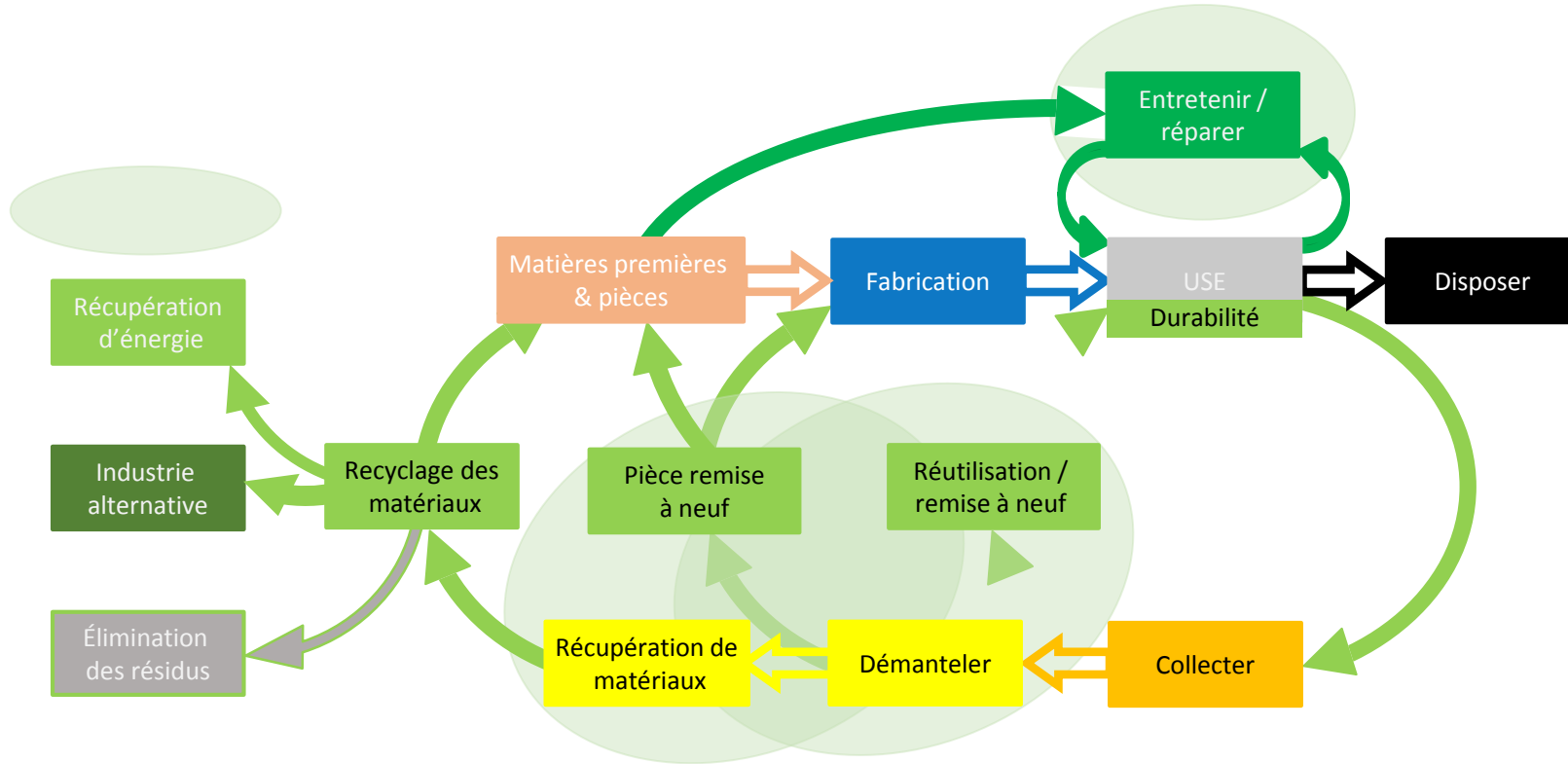
Nombreux décrets et arrêtés à venir

(calendrier publié)

- Indice de réparabilité des produits
- Plastiques à usage unique
- Fonctionnement des éco organismes

Amélioration de la performance environnementale des produits tout au long de leur cycle de vie

Futures normes européennes en développement - Économie circulaire et utilisation rationnelle des matériaux



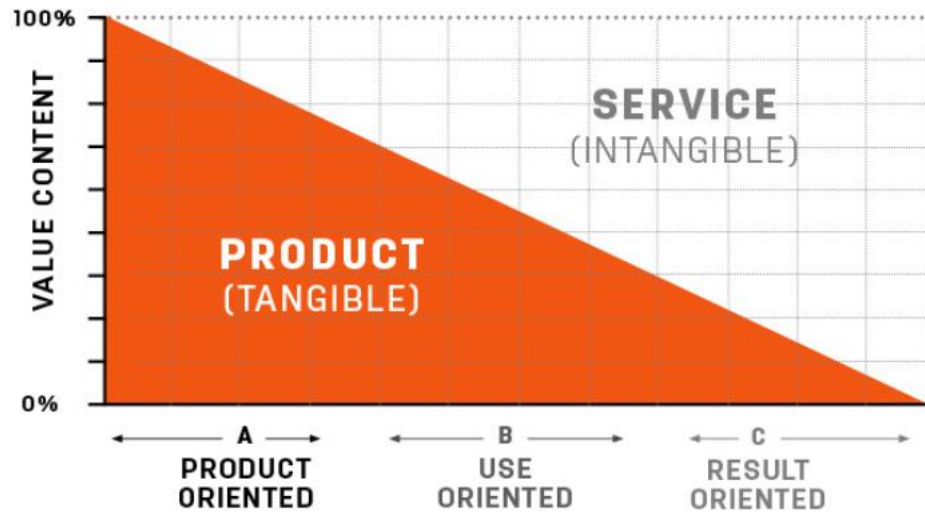
Trois objectifs de haut niveau de la Commission européenne, M / 543

- ❑ Prolonger la durée de vie du produit
- ❑ Possibilité de réutiliser les composants ou de recycler les matériaux des produits en fin de vie
- ❑ Utilisation de composants réutilisés et /ou de matériaux recyclés dans les produits

Amélioration de la performance environnementale des produits tout au long de leur cycle de vie

Economie Circulaire - De nouvelles opportunités : les nouveaux écosystèmes

► Business models:



Impact pour les appareils de chauffage?

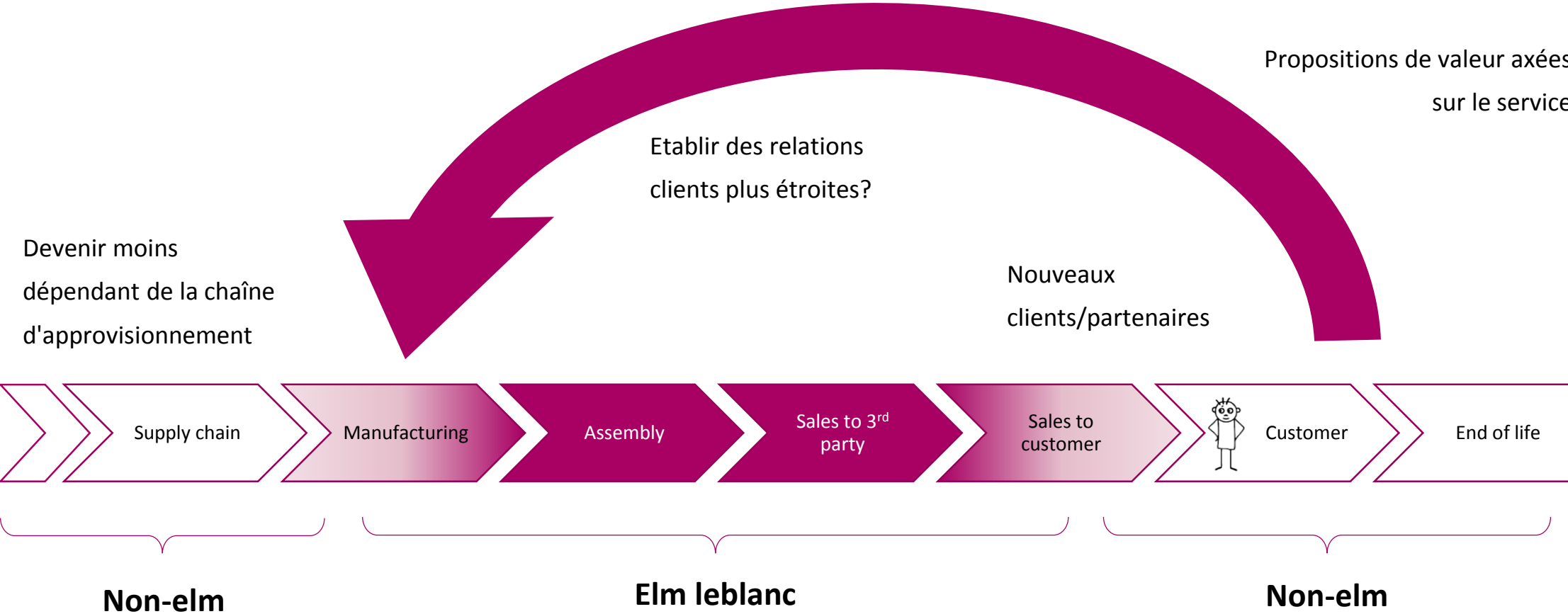
- *Produits : Vendre des appareils*
- *Utilisation : Location d'appareils*
- *Résultats : Vendre de la chaleur*

Nouveaux défis : une logistique inversée

- *Acquisition*
- *Retraitement*
- *Remarketing*

Amélioration de la performance environnementale des produits tout au long de leur cycle de vie

Economie Circulaire - Large potentiel de développement



Amélioration de la performance environnementale des produits tout au long de leur cycle de vie

Problématique industrielle

Comment arriver sur le marché au **bon moment** avec le **bon produit** ?

Méthodologie :

- Utilisation d'outils méthodologiques issus de TRIZ
- Analyse des impacts environnementaux par ACV (Analyse du Cycle de Vie du produit)

Un cas d'usage:

- Unité intérieure de pompe à chaleur



Amélioration de la performance environnementale des produits tout au long de leur cycle de vie

PROBLÉMATIQUE SUJET DE RECHERCHE

Prise de décision au sein d'un environnement **variable et incertain** : anticipation des **tendances d'évolution** et proposition d'une démarche méthodologique basée sur **l'éco-conception**

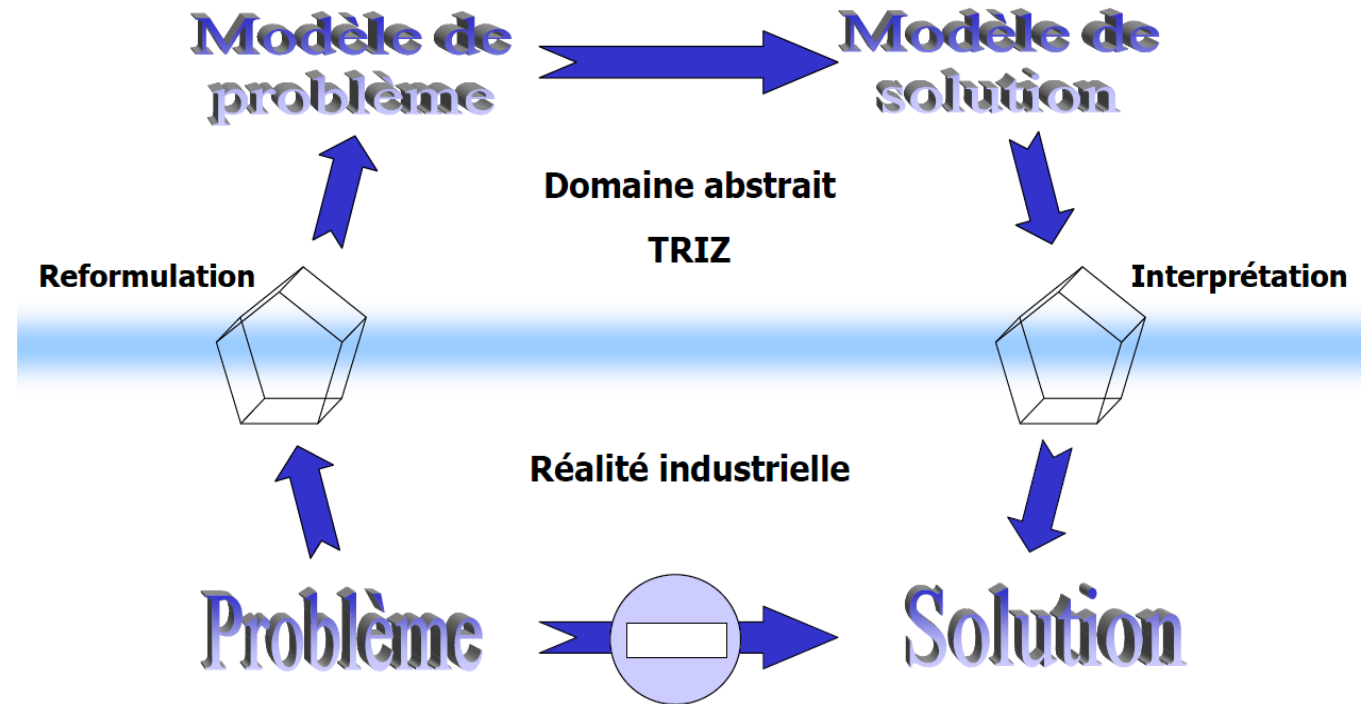
En s'appuyant sur un projet de faisabilité de pompe à chaleur

Amélioration de la performance environnementale des produits tout au long de leur cycle de vie

ÉTAT DE L'ART RECHERCHE D' ACTIONS POUR ANTICIPER LE MARCHÉ

Comment anticiper les normes environnementales à venir afin d'adapter les produits ?

- Utilisation d'outils issus de TRIZ
- Adaptation de la méthode des 9 écrans



Amélioration de la performance environnementale des produits tout au long de leur cycle de vie

Les premières observations

- ▶ Les **systèmes techniques évoluent** en concordance avec certaines **logiques communes** qui se retrouvent au cours du temps
- ▶ Durant leur évolution, les **systèmes** surmontent des **contradictions** issues de compromis technologiques.
- ▶ Les **inventeurs** réagissent avec des **mécanismes similaires** en résolvant leur problèmes, et ce, quelle que soit leur discipline d'appartenance

Amélioration de la performance environnementale des produits tout au long de leur cycle de vie

Démarche suivie

▶ **Formuler les lois** qui régissent l'évolution des systèmes techniques

▶ **Construire des méthodes** et des **outils** ayant pour but d'assister les inventeurs dans leur recherche de solutions.

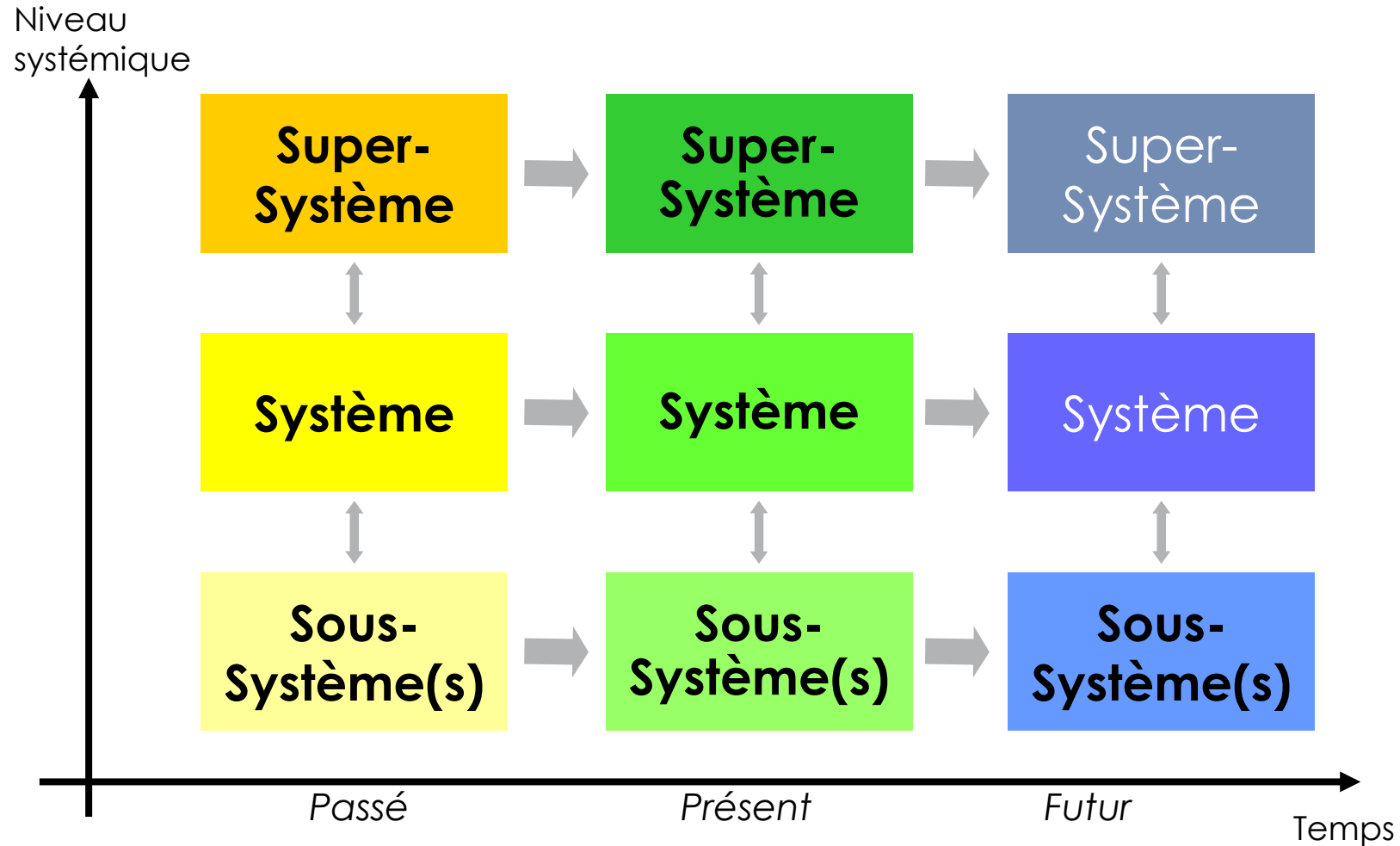
⇒ Une théorie, une (des) méthode (s) et des outils

Amélioration de la performance environnementale des produits tout au long de leur cycle de vie

"Théorie" :		
⇒ Concepts fondamentaux		
⇒ Outils d'analyse et de résolution		
Notions essentielles	Outils de déblocage de l'inertie psychologique	Outils de résolution des problèmes
<ul style="list-style-type: none">• Lois d'évolution• Contradictions• Ressources• Résultat Final Idéal• Inertie psychologique	<ul style="list-style-type: none">• Méthode des 9 écrans• Opérateurs DTC• Méthodes des Hommes Miniatures	<ul style="list-style-type: none">• Résolution des contradictions techniques• Modèles substances-champ• Standards• Effets PCG• Séparation des contradictions physiques

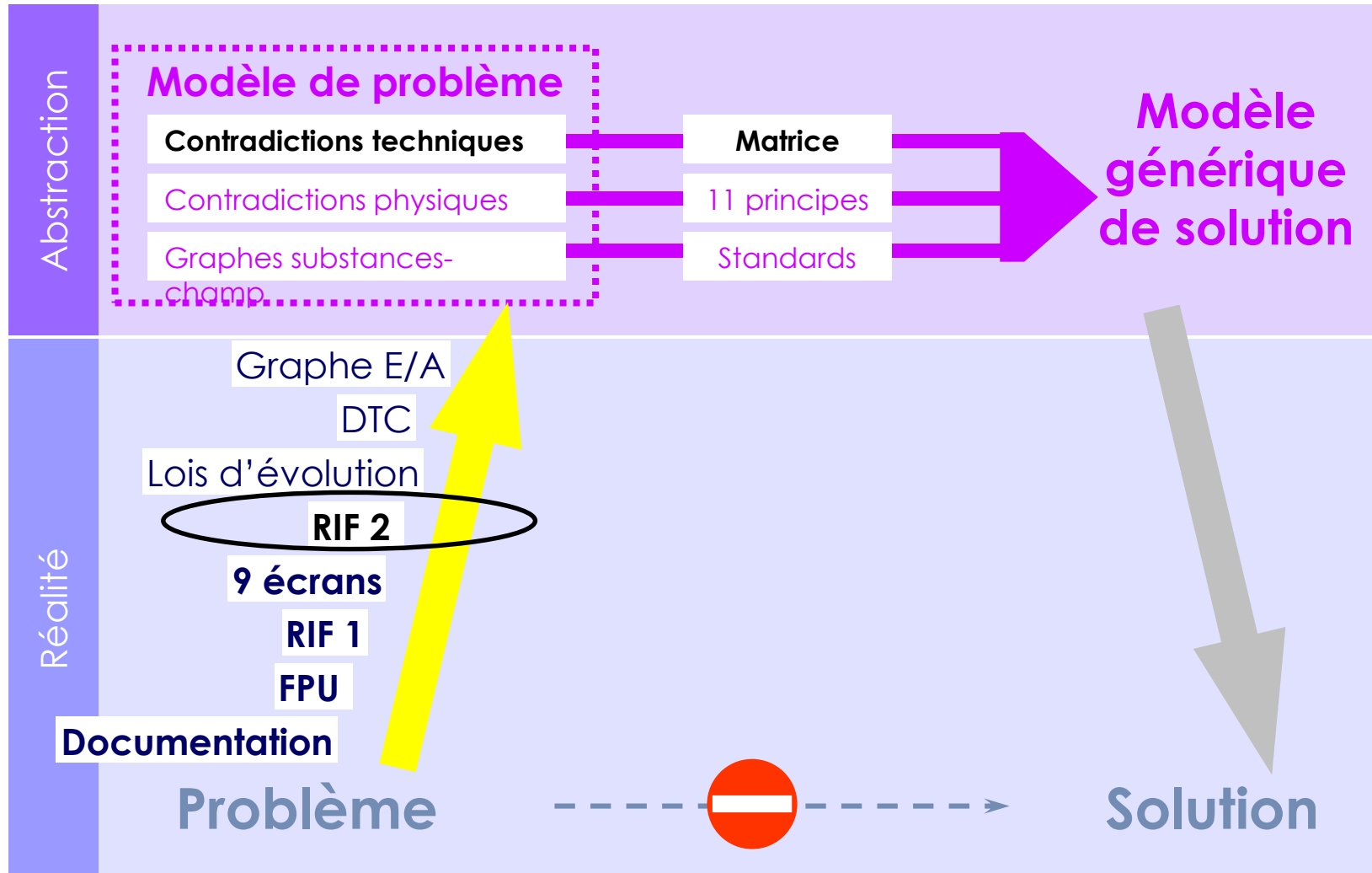
Amélioration de la performance environnementale des produits tout au long de leur cycle de vie

Les 9 écrans



Amélioration de la performance environnementale des produits tout au long de leur cycle de vie

Démarche



Amélioration de la performance environnementale des produits tout au long de leur cycle de vie

Pompe à chaleur, le produit

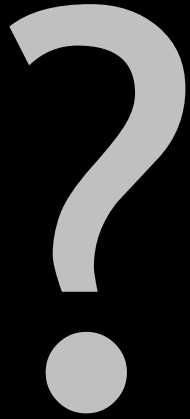


Unité intérieure (prototype)



Unité extérieure

Systeme, niveau systemique



Amélioration de la performance environnementale des produits tout au long de leur cycle de vie

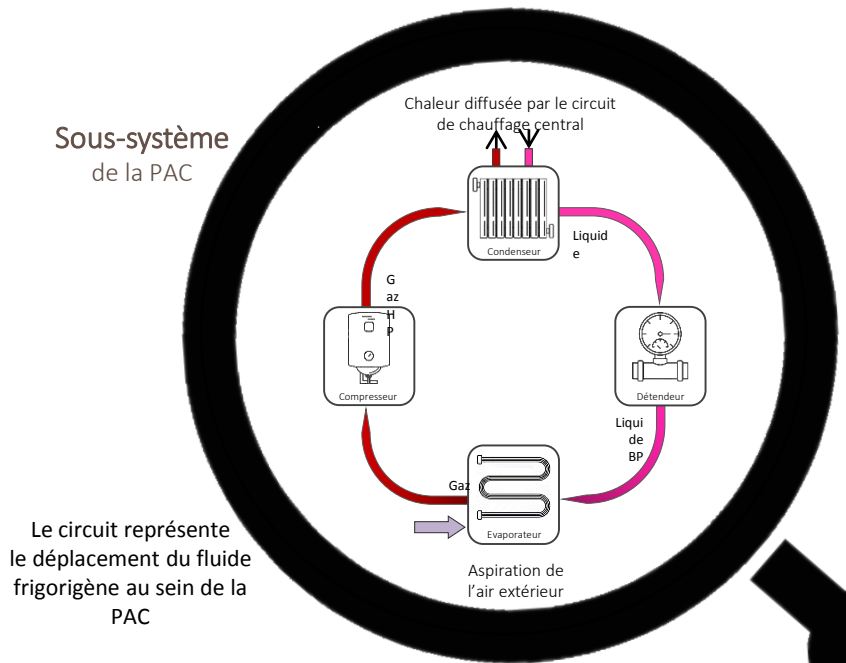
Remaniement des 9 écrans : adaptation au marché de la PAC

Super-système
Le marché des appareils de chauffage

- Domaine de l'habitat
- Maison individuelle isolée (MII)
- Marché de la rénovation
- Amélioration des systèmes d'isolation
- Appareils de chauffage en vogue :
 - Chaudière bois
 - Chaudière fioul
 - Chaudière gaz
 - Solaire thermique
 - PAC
- Croissance du marché de la PAC : + de 100 000 PAC installées en 2018
- Origine de l'électricité en France : nucléaire principalement



- Générateur de chauffage & refroidissement
- Gestion de l'ECS
- Energie électrique
- 8,4% de part d'EnR en 2018
- En fonctionnement nominal (7°C/35°) : COP = 5
- Dans la théorie : COP = 10



Amélioration de la performance environnementale des produits tout au long de leur cycle de vie

Remaniement des 9 écrans : adaptation au marché de la PAC

Super-système

SCÉNARIO 1 : Le cas du néo-malthusianisme en 2050

- Neutralité carbone atteinte (puits de carbone, bois, sol, nécromasse végétale, animale, fongique et microbienne)
- Tension sur les matériaux rares
- Electricité produite par des panneaux photovoltaïque puis stockée
- Electricité décarbonée
- Parc renouvelable qui possède une croissance si fulgurante que cette technologie supprime le nucléaire
- Croissance exponentielle des systèmes ultra-connectés
- Développement massif du smart GRID



- Explosion du nombre d'installations la pompe à chaleur
 - Référence dans le domaine du neuf
 - Mais aussi dans celui de la rénovation
 - Développement massif de la PAC
 - R&D poussée dans le domaine
- Innovation technologiques :
 - Commutation d'appareils entre eux – récupération du froid produit par la pompe à chaleur pour alimenter d'autres systèmes (réfrigérateur par exemple)
 - Pompe à chaleur ultra-intelligente qui régule sa consommation sur les habitudes de vie de l'occupant afin de l'abaisser au juste besoin tout en restant la plus performante possible
 - Remplacement des métaux rares par des matériaux facilement disponibles et peu impactants

Amélioration de la performance environnementale des produits tout au long de leur cycle de vie

Remaniement des 9 écrans : adaptation au marché de la PAC

Super-système

SCÉNARIO 2 : Un effondrement énergétique en 2050

- Forte croissance de la demande énergétique en raison de la croissance de la population mondiale et du mode de vie occidental adopté par les pays hors OCDE
- Tension très forte portant sur le nucléaire, ce qui remet en cause toute la production d'électricité française ; plusieurs conséquences peuvent apparaître
 - flambée des prix de l'électricité, effondrement du cours du kilowattheure, voire faillite d'EDF
- Quotas d'émissions de CO2 particulièrement forts
 - Entretien du réchauffement climatique, ce qui implique une augmentation de la température terrestre, modification des climats
- Mise à l'arrêt des centrales nucléaires durant l'été / block-out électrique des centrales électriques en été



- La pompe à chaleur constitue un appareil qui ne sera plus pertinent sur le marché :
 - Remise en cause du mix 50% de renouvelable et 50% de nucléaire car le besoin d'énergies fossiles se fera fortement ressentir afin de contrebalancer la croissance de la demande mondiale en énergie
 - Besoin de fonctionner en autosuffisance énergétique et optimisation de la taille des habitat. La pompe à chaleur sera trop énergivore par rapport au besoin réel en chauffage
 - Soit la PAC disparaîtra, soit il faudra la penser au minima requis en termes de besoins, ce qui implique une diminution de puissance, de quantité d'appareils produits, de taille, une alternative obligatoire au fluide frigorigène.

Amélioration de la performance environnementale des produits tout au long de leur cycle de vie

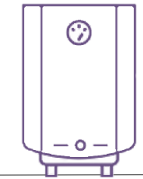
Remaniement des 9 écrans : adaptation au marché de la PAC

Super-système

SCÉNARIO 3 : La sobriété heureuse en 2050

- Effort massif réalisé dans le domaine de l'habitat :
 - Les personnes les plus précaires financièrement parlant sont aidées
 - Efforts déployés pour aider les gens à installer des appareils moins coûteux en énergies et moins impactant environnementalement parlant
 - Spécialisation des habitations suivant les régions climatiques considérées
- Economie circulaire :
 - Développement du biogaz
 - Utilisation des substrats de déchets agricoles
- Conflit dans les usages entre la mobilité et le chauffage de l'habitat :
 - Forte propension à ce que le biogaz soit alloué à la mobilité plutôt qu'au chauffage

Systeme
La PAC



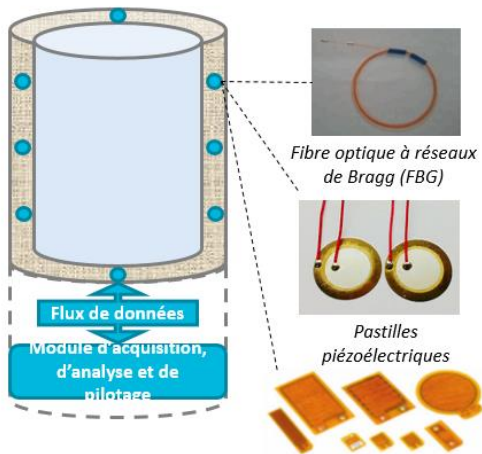
- La pompe à chaleur constitue une solution au cas par cas, suivant les conditions de l'habitat et les conditions climatiques associées
- Elle peut être couplée avec d'autres solutions, comme les chaudières thermiques, pour optimiser son effet
- Développement de la PAC croissant pour s'adapter aux nouveaux usages dans le domaine de l'habitat
 - La pompe à chaleur va devoir se diversifier en termes de puissances et de dimensions pour pouvoir s'adapter aux habitats en devenir (plus petits et mieux isolés)
 - L'avenir de la pompe à chaleur se situe sur le marché de la rénovation
- Pilotage automatique des systèmes afin d'être économe plutôt que se conformer au confort strict et personnel de chaque individu
- Création de réseau de distribution et d'échange de chauffage pour échanger l'énergie produite entre plusieurs habitats

Amélioration de la performance environnementale des produits tout au long de leur cycle de vie

Remaniement des 9 écrans : adaptation au marché de la PAC

Évolution du marché
la *Green-Tech* en 2050

- ▶ Neutralité carbone
- ▶ Electricité produite par le PV puis stockée + décarbonée
- ▶ Croissance des systèmes ultra-connectés
- ▶ Développement massif du *smart GRID*

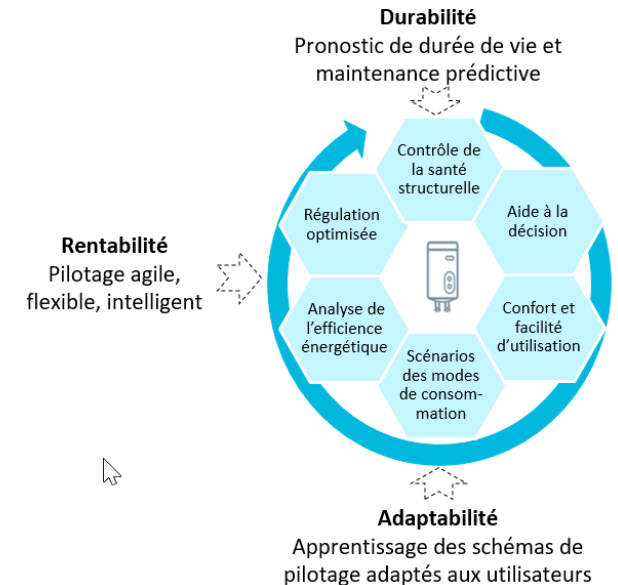


Évolution du système
de la PAC

- Explosion du nombre d'installations la PAC
 - Référence dans le neuf et la rénovation
 - R&D poussée dans le domaine
- Innovation technologiques :
 - Commutation d'appareils entre eux
 - PAC ultra-intelligente qui régule sa consommation



ANTICIPATION DU MARCHÉ DES APPAREILS DE CHAUFFAGE RÉSULTATS DES 9 ÉCRANS DE TRIZ



Amélioration de la performance environnementale des produits tout au long de leur cycle de vie

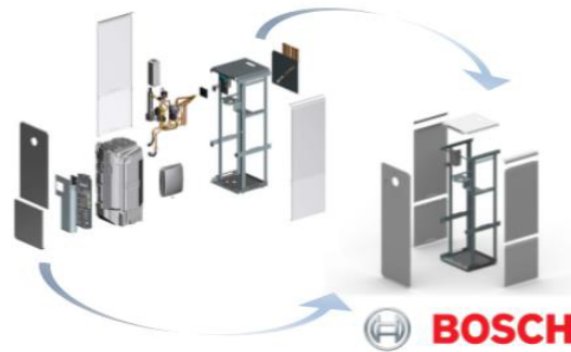
Conduction d'une Analyse de Cycle de Vie - Résultats pour le cas d'usage de la pompe à chaleur / Objectifs

Réaliser l'ACV du prototype existant pour :

- **Identifier** les impacts environnementaux
- **Evaluer** différents scénarios d'**écoconception**

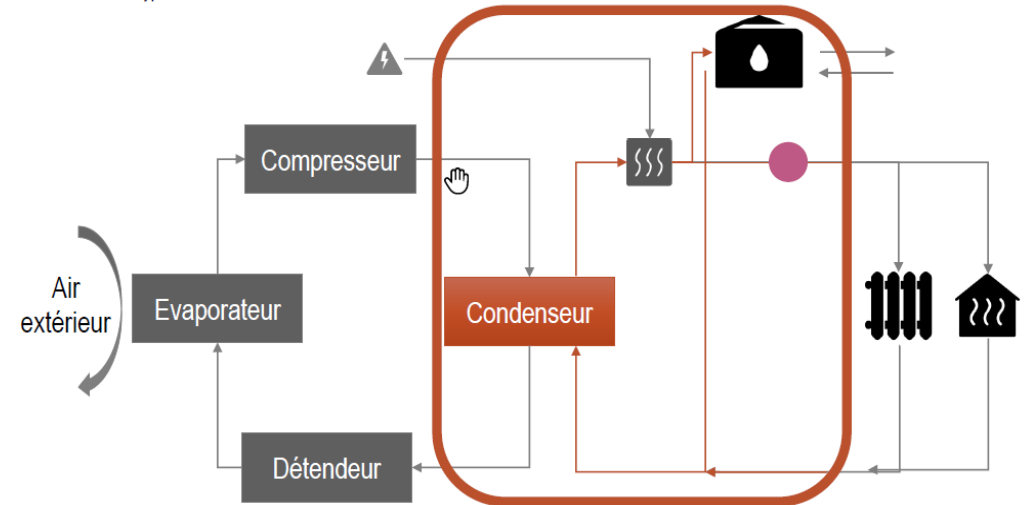
L'ACV porte sur le prototype ci-contre :

- PAC air/eau SPLIT; avec possibilité d'ajouter un 2^e circuit
- Fonctions : Chauffage et ECS
- Puissance calorifique : 3-12 kW
- Résidentiel
- Fluide frigo : R290



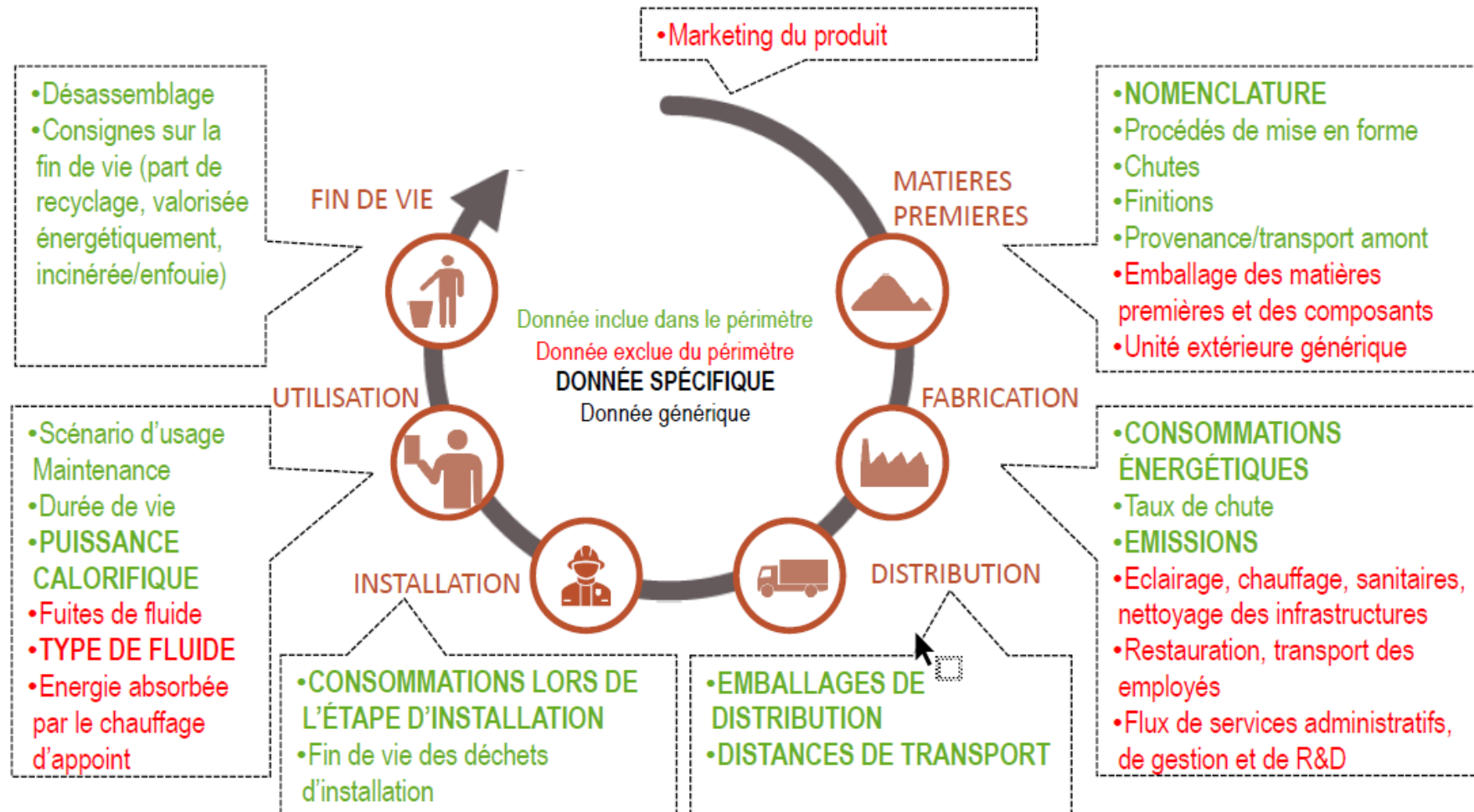
- Délivrer **1kW de chauffage** et assurer la **production d'eau chaude sanitaire** et un **stockage de 180L**, avec la possibilité d'**ajout d'un 2^e circuit** pendant **17 ans***

* Hypothèse issue du PSR-0013-ed1.0-FR-2018 04 06




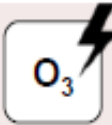
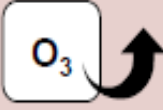


Amélioration de la performance environnementale des produits tout au long de leur cycle de vie

Conduction d'une Analyse de Cycle de Vie – Périmètre



Amélioration de la performance environnementale des produits tout au long de leur cycle de vie

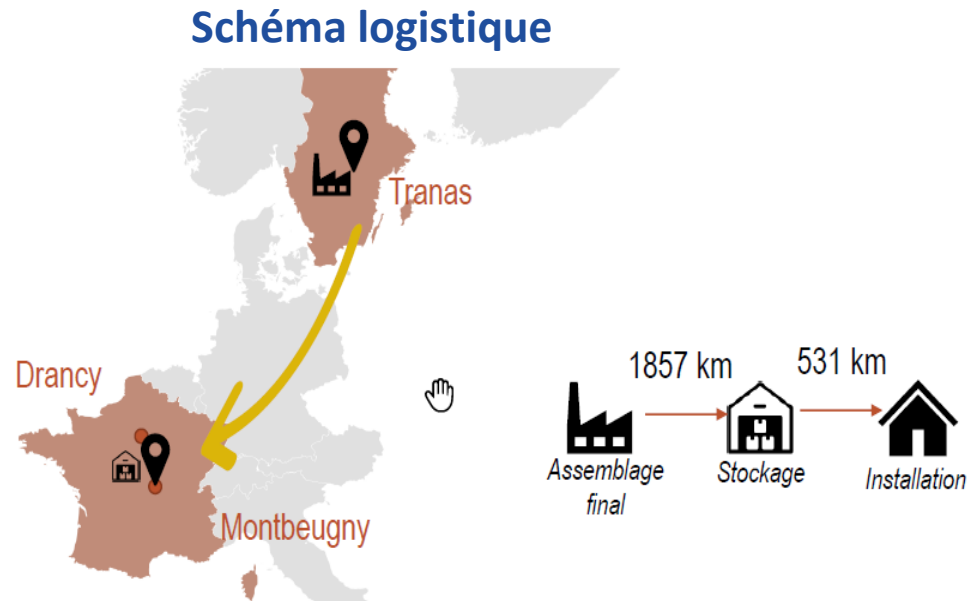
Conduction d'une Analyse de Cycle de Vie - Indicateurs choisis pour comparer les scénarios

Nom de l'indicateur		Unité	Description
Réchauffement climatique		kg CO ₂ équivalent	Prend en compte les émissions de gaz à effet de serre (CO ₂ , méthane, ...) qui contribuent au réchauffement climatique à un horizon de 100 ans
Appauvrissement de la couche d'ozone		kg CFC 11 équivalent	Prend en compte toutes les substances qui contribuent à l'appauvrissement de la couche d'ozone stratosphérique
Formation d'ozone photochimique		kg Ethene equivalent	Oxydants photochimiques responsables de la formation d'ozone au niveau de la troposphère (smog de pollution au dessus des villes en période estivale). Les substances à l'origine de cet impact sont le plus souvent les émissions de COV, CO et NOx.
Epuisement des ressources abiotiques (éléments)		kg Sb équivalent	Inclut toutes les ressources non renouvelables de matières abiotiques à l'exception des ressources fossiles (exemple : la consommation de minerais)
Total des ressources d'énergie primaire		MJ, pouvoir calorifique inférieur	Total de l'utilisation de ressources d'énergie primaire renouvelable et non renouvelables

Amélioration de la performance environnementale des produits tout au long de leur cycle de vie

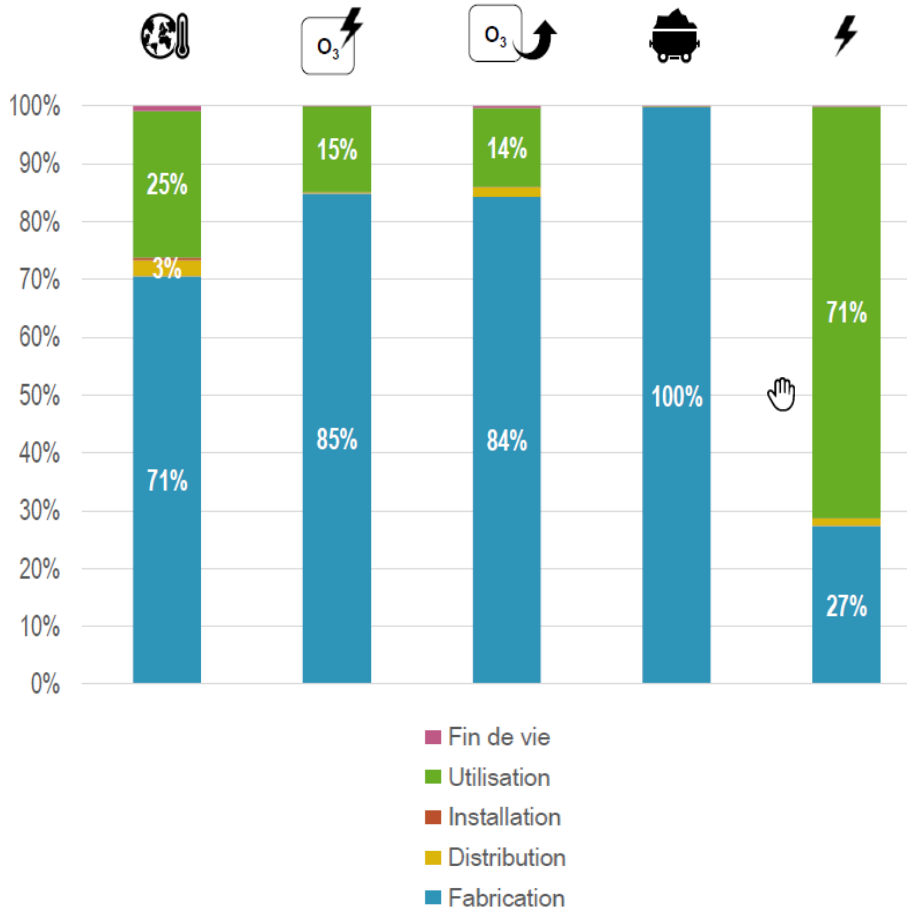
Conduction d'une Analyse de Cycle de Vie - Scénario initial : Description du cycle de vie considéré

- Nomenclature détaillée (matières, masses ...)
- Mise en forme
- Finitions
- Transports amont et aval
- Consommation énergétique de l'assemblage
- Chutes (fournisseurs et assemblage)
- Consommation énergétique phase utilisation
- Maintenance annuelle
- Fin de vie



Amélioration de la performance environnementale des produits tout au long de leur cycle de vie

Conduction d'une Analyse de Cycle de Vie - Résultats scénario initial



Conclusion

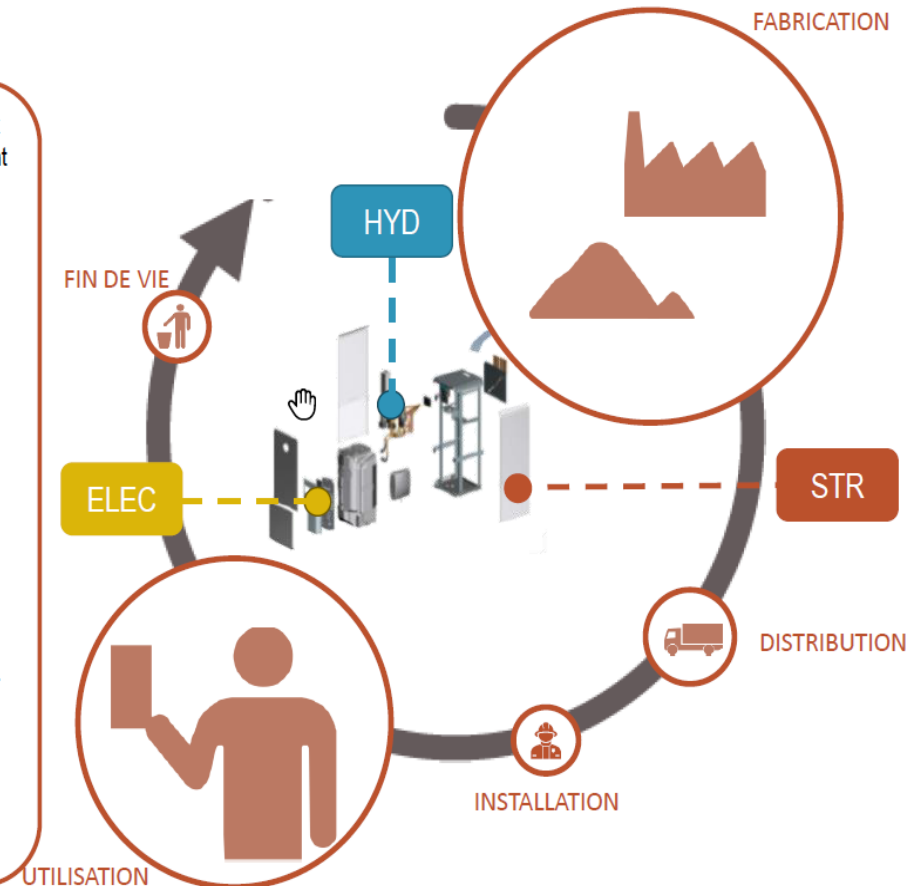
i Les impacts environnementaux de l'unité intérieure étudiée sont principalement dans l'étape de **fabrication** (71%) :

- Le module **HYD** (26%), à cause des **métaux**, non-ferreux principalement, et dans une moindre mesure le STR (21%)
- Le module **ELEC** (14%), à cause de l'**électronique**

L'**utilisation** est la phase la plus impactante après la fabrication (25%). Son impact est dû à la **consommation d'électricité** et aux déplacements de maintenance.

La **distribution** ne représente que 3% des impacts.

* Les chiffres cités correspondent à l'impact sur le réchauffement climatique sur le cycle de vie de l'unité

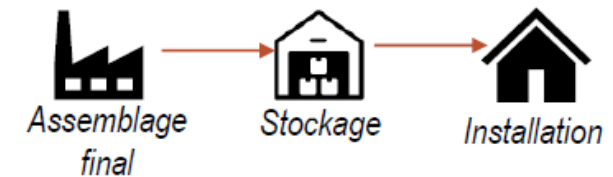
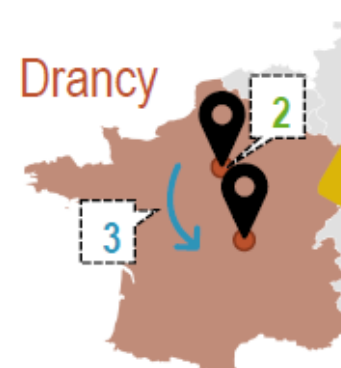


Amélioration de la performance environnementale des produits tout au long de leur cycle de vie

Conduction d'une Analyse de Cycle de Vie - Scénario proposé : Différences par rapport au scénario 1

- Ossature : remplacement de la tôle par plastique recyclé (PET)
- Diminution des distances d'approvisionnement
- Diminution des taux de chutes de fabrication
- Passage au fluide R290 (propane)
- Diminution de la consommation d'électricité en phase d'utilisation (auto-adaptation)
- Valorisation en fin de vie (métaux, composants électroniques)

Schéma logistique : Made in France



Amélioration de la performance environnementale des produits tout au long de leur cycle de vie

Conduction d'une Analyse de Cycle de Vie - Scénario proposé : Résultats

