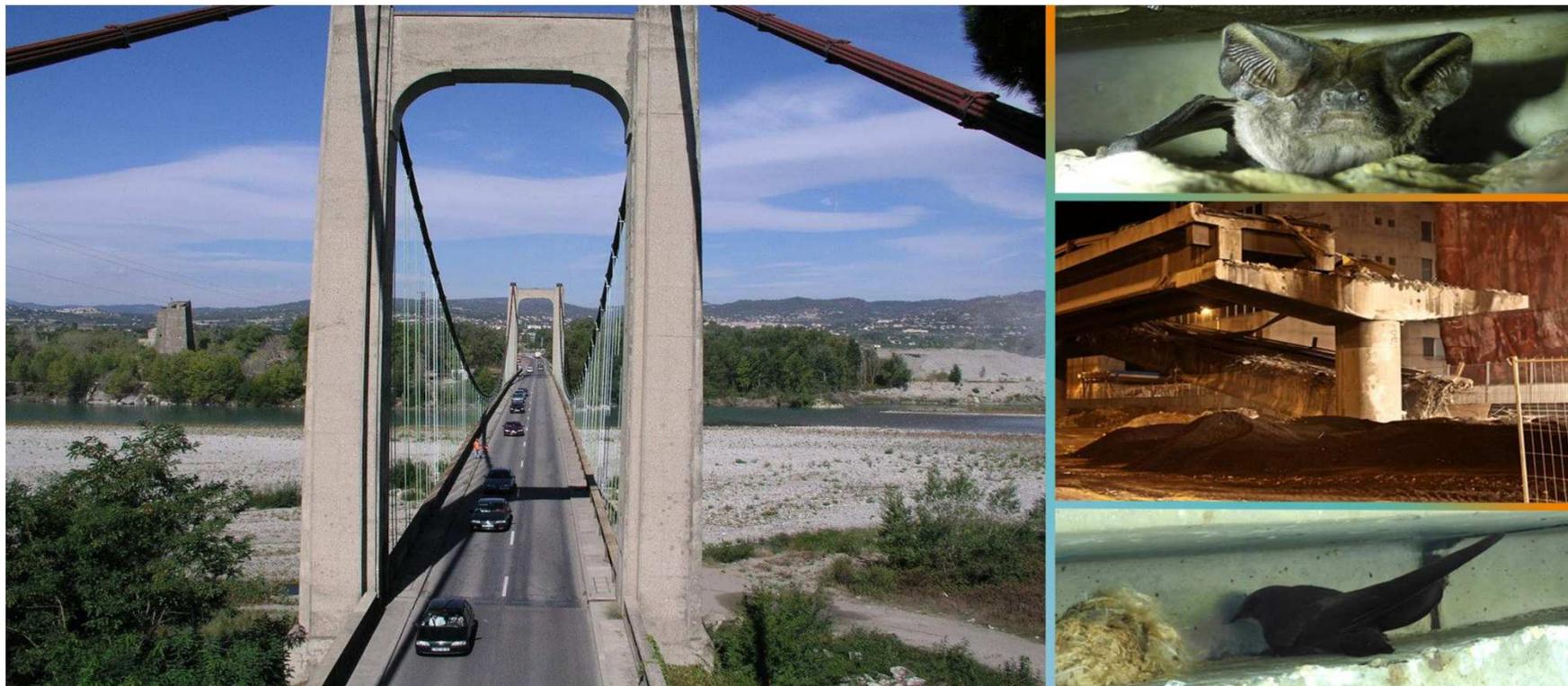


Eco conception



Cerema Méditerranée

02 mars 2017

**Journée technique sous l'égide de la CoTITA
« Ouvrages d'Art et enjeux environnementaux »**

Sommaire

1. Définition, généralités
2. Les ouvrages d'art
3. Les échelles d'évaluation
4. Projeter et se projeter
5. Réaliser une évaluation globale
6. Conclusion et perspectives

Eco conception – Définition, généralités

L'éco conception selon l'Adème :

- intégrer l'environnement lors de la conception des produits
- repose sur une approche globale et multicritère de l'environnement
- fondée sur la prise en compte de toutes les étapes du cycle de vie des produits

Et aussi selon le MEEM :

- réfléchir sur la fonction d'un produit, bien définir ce que l'on veut
- remplir cette fonction tout en réduisant les impacts environnementaux du produit tout au long du cycle de vie

Eco conception – Définition, généralités

- Il s'agit d'une démarche d'**arbitrage** et de « décider en connaissance de cause » quelle conception choisir pour un résultat **égal du point de vue de la fonction du produit mais avec des implications différentes** sur les impacts générés
- Aiguillon pour l'innovation : optimiser les consommations, réduire les pollutions nécessite parfois des **idées nouvelles** sur les composants du produit, son fonctionnement et les technologies auxquelles il fait appel.

Eco conception – Définition, généralités

Retombées de l'éco-conception :

- **Économies** en tous genres, réduction de matières premières et énergie, déchets, rejets, ...
- **Maîtrise** des risques et coûts liés au cycle de vie du produit - Sécurité des approvisionnements
- **Anticipation** de la substitution des matériaux et substances en raison de la raréfaction de certaines ressources

Eco conception – Définition, généralités

Faire de l'éco-conception c'est :

- **Considérer** toutes les étapes du cycle de vie du produit lors de la phase conception, depuis l'extraction des matières premières jusqu'à la mise en décharge ou au recyclage.
- **Vérifier** que la modification de la conception ne va pas dégrader d'autres caractéristiques du produit sans compensation par les bénéfices attendus
- **Arbitrer** pour déterminer les axes à traiter prioritairement
- **Évaluer** les conséquences avant d'arrêter un choix de conception (sur les différentes étapes du cycle de vie, les différents impacts)

Au final, c'est **combiner plusieurs choix de conception** pour diminuer **plusieurs impacts** sur l'environnement, aux **différentes étapes du cycle de vie**.

-
1. Définition, généralités
 2. Les ouvrages d'art
 3. Choisir son échelle d'évaluation
 4. Projeter et se projeter
 5. Réaliser une évaluation globale
 6. Conclusion et perspectives

Eco conception – Les ouvrages d'art

Depuis le temps que l'on fait des ouvrages d'art, les conceptions ne sont-elles pas optimisées ?

Si l'on s'en tient aux fonctions à remplir selon les règles en vigueur, les conceptions actuelles d'ouvrages d'art sont optimisées d'un point de vue **des performances** et **économique**.

Approche courante de l'optimisation : diminuer les coûts immédiats (quantités de matériaux notamment) pour répondre aux fonctions requises.

Problème : les gains de matières significatifs peuvent être réalisés au détriment de la **durabilité** ou de la **robustesse** des ouvrages.

Eco conception – Les ouvrages d'art

Alors?

Il faut concevoir l'ouvrage pour optimiser son **aptitude à remplir les fonctions** pour lesquelles il est destiné (cf. usagers).

Il faut considérer l'ouvrage dans un **contexte évolutif** : sa fonction est d'assurer l'établissement d'une voie de circulation sur une brèche spécifique, au sein d'un réseau déterminé mais appelé à évoluer.

Les conceptions actuelles privilégient les solutions standardisées et économiques à l'achat :

- les structures sont **difficiles à faire évoluer,**
- elles répondent plus ou moins bien aux besoins réels lorsqu'on élargit le **périmètre d'analyse.**

La durabilité d'un ouvrage :

- aptitude à rester **identique sur sa durée de vie** (résistance aux agressions physiques et chimiques)
- aptitude à remplir les fonctions prévues sur un espace de temps, en optimisant son **aptitude au service à court, moyen et long termes.**

Si les fonctions et l'environnement évoluent...

Quelle sera son aptitude à **supporter** cette évolution?

Comment pourra-t-il l'**accompagner**?

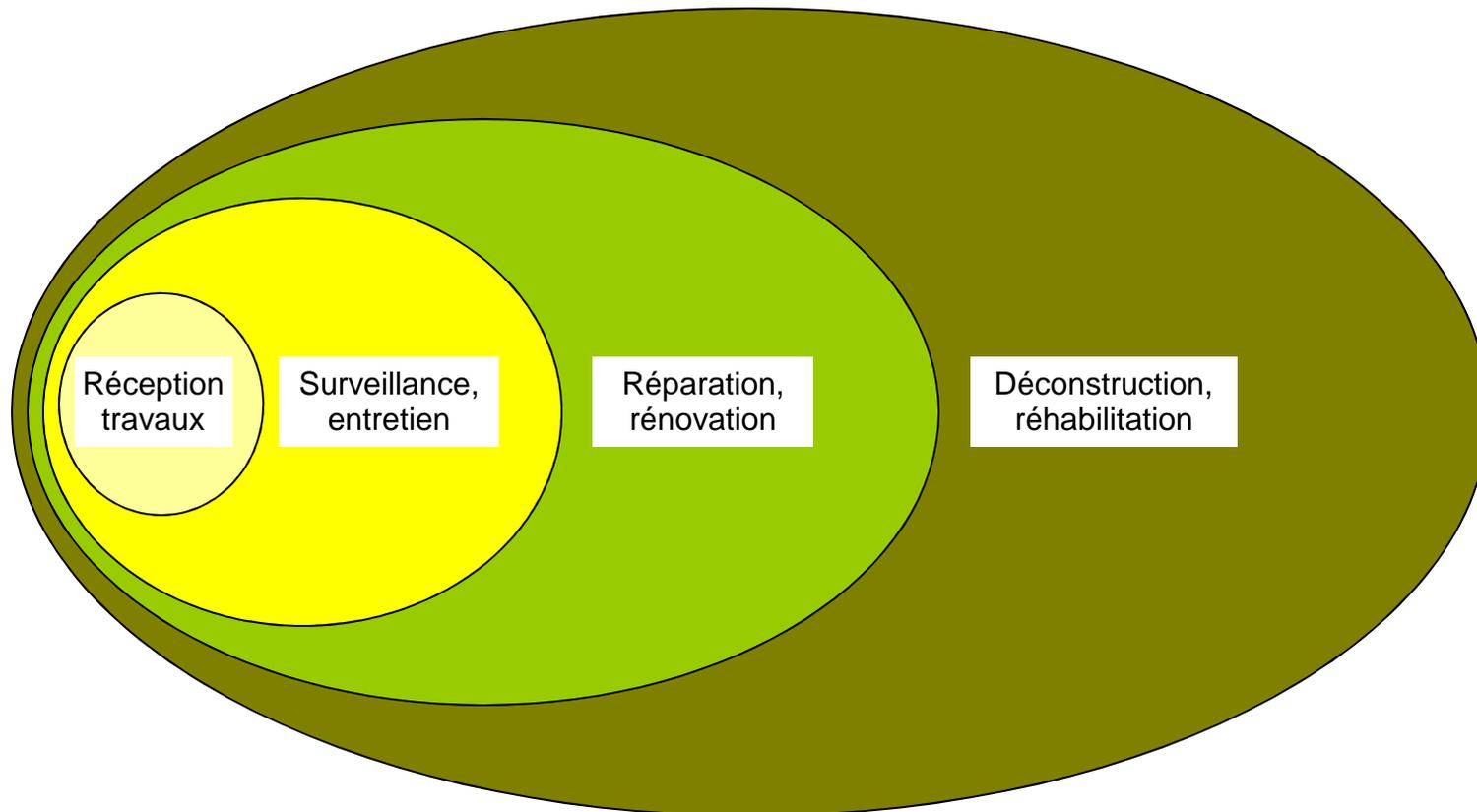
Dans quelle mesure sera-t-il rentable de **conserver** cet ouvrage?

-
1. Définition, généralités
 2. Les ouvrages d'art
 3. Choisir son échelle d'évaluation
 4. Projeter et se projeter
 5. Réaliser une évaluation globale
 6. Conclusion et perspectives

Eco conception – Choisir son échelle d'évaluation

Échelle temporelle :

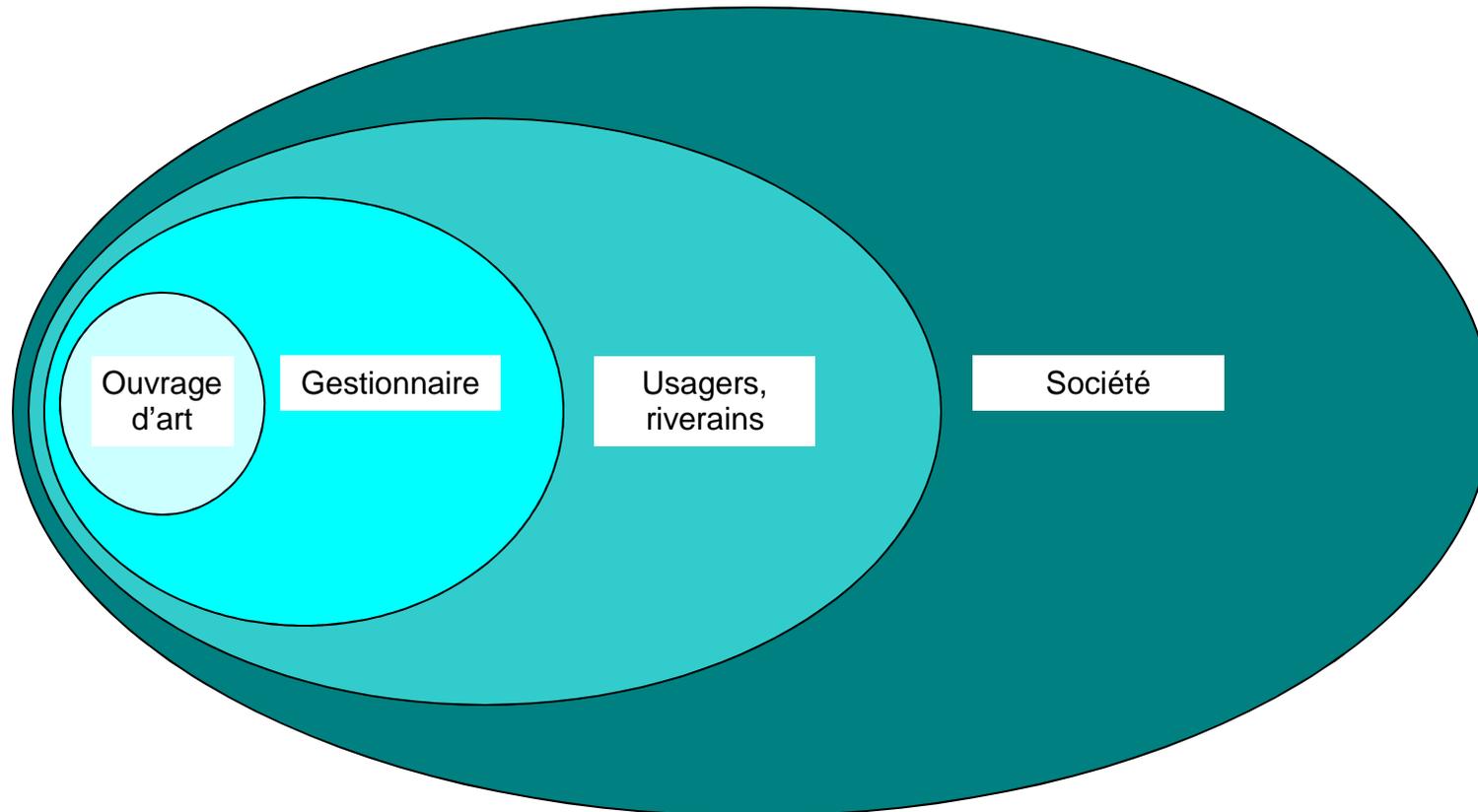
- Prise en compte des différentes étapes du cycle de vie de l'ouvrage
- Intégrer un niveau d'incertitude spécifique aux différentes étapes



Eco conception – Choisir son échelle d'évaluation

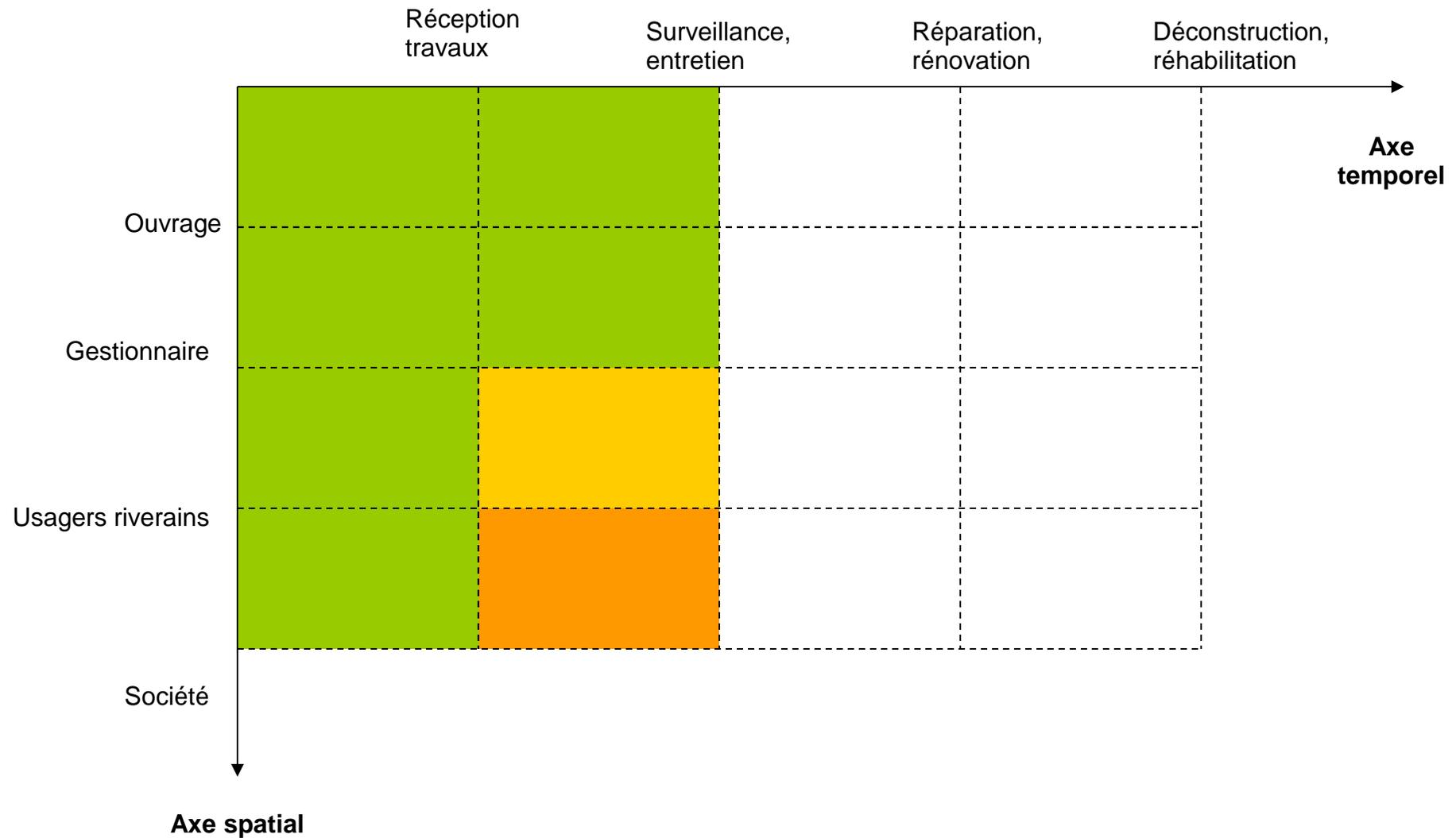
Échelle spatiale :

- Prise en compte des différents composantes structurelles et fonctionnelles du transport
- Intégrer un niveau d'incertitude spécifique aux différentes étapes



Eco conception – Choisir son échelle d'évaluation

Exemple de grille permettant de visualiser les échelles prises en compte



-
1. Définition, généralités
 2. Les ouvrages d'art
 3. Choisir son échelle d'évaluation
 4. Projeter et se projeter
 5. Réaliser une évaluation globale
 6. Conclusion et perspectives

Eco conception – Projeter et se projeter

L'échelle temporelle d'un projet d'une durée de vie de 100 ans au sein d'une projet routier / ferroviaire d'une durée de vie supérieure (illimitée à l'échelle humaine) nécessite de se projeter dans l'avenir.

En phase conception, on doit donc s'interroger :

- Comment va vivre ma structure dans le **milieu actuel figé** ?
- Comment va vivre ma structure dans un **milieu évolutif peu ou mal connu** ?

L'analyse de risques permet d'apporter des éléments de réponses à ces questions :

- En évaluant la **vulnérabilité** de l'ouvrage aux aléas connus
- En évaluant la **robustesse** de l'ouvrage aux aléas peu ou non connus

Comment va vivre ma structure dans le milieu actuel figé?

Exemple de **vulnérabilité** :

Résistance à la corrosion dans une atmosphère marine

Aléas connus : agressivité du milieu => choix d'un revêtement de protection adapté avec une période de renouvellement prévue

Exemple de **robustesse** (au sens structurel) :

Fondation sur sol karstique

Aléas mal connus : possibilité de mouvement souterrain => sur-dimensionnement, hyperstaticité de la structure

Comment va vivre ma structure dans un milieu évolutif?

Exemple de **vulnérabilité** :

Résistance des fondations aux affouillements avec modification possible du régime des cours d'eau en raison du changement climatique et de l'imperméabilisation croissante des sols

Aléas connus à court terme mais évolutif => choix d'un (sur) dimensionnement spécifique pour prévenir l'érosion des sols en zone tourbillonnaire

Exemple de **robustesse** (au sens fonctionnel) :

Évolution des modes de trafic et des charges d'exploitation

Aléas mal connus : possibilité de passage de tramway sur l'ouvrage => sur-largeur, dimensionnement élargi à prendre en compte

Comment traiter la fin de vie de l'ouvrage sur une infrastructure en exploitation ?

Le cas de la **rénovation** :

Changement de dalle d'un bipoutre mixte acier-béton

Méthodologie non anticipée : stabilité de la structure métallique en phase de démolition/remplacement de la dalle ? Dispositions constructives pour diminuer la durée du chantier ?

La cas de la **déconstruction** :

Ouvrage de grande hauteur à encorbellements successifs

Méthodologie non anticipée : renforcement à prévoir ? Phase de déconstruction à prendre en compte dès la conception ? Potentiel de réutilisation des appuis ?

Eco conception – Projeter et se projeter

L'optimisation très poussée permet une économie à court terme. Mais à long terme?

Approche fonctionnelle

Nécessité d'envisager dans le programme de l'ouvrage :

- Les besoins actuels (tous types d'utilisateurs, riverains)
- Les évolutions prévisibles : évolutions de trafic, de mode de transports, ...
- Les contraintes d'exploitation en service : actuelles, ... à venir...

Approche environnementale

Concevoir l'ouvrage en incluant l'évolution permanente de l'environnement.

- Environnement naturel : ressource, biodiversité, ...
- Environnement économique : croissance, crises
- Environnement social : urbanisme, mode de travail et de déplacements

Eco conception – Projeter et se projeter

Éléments de réponse

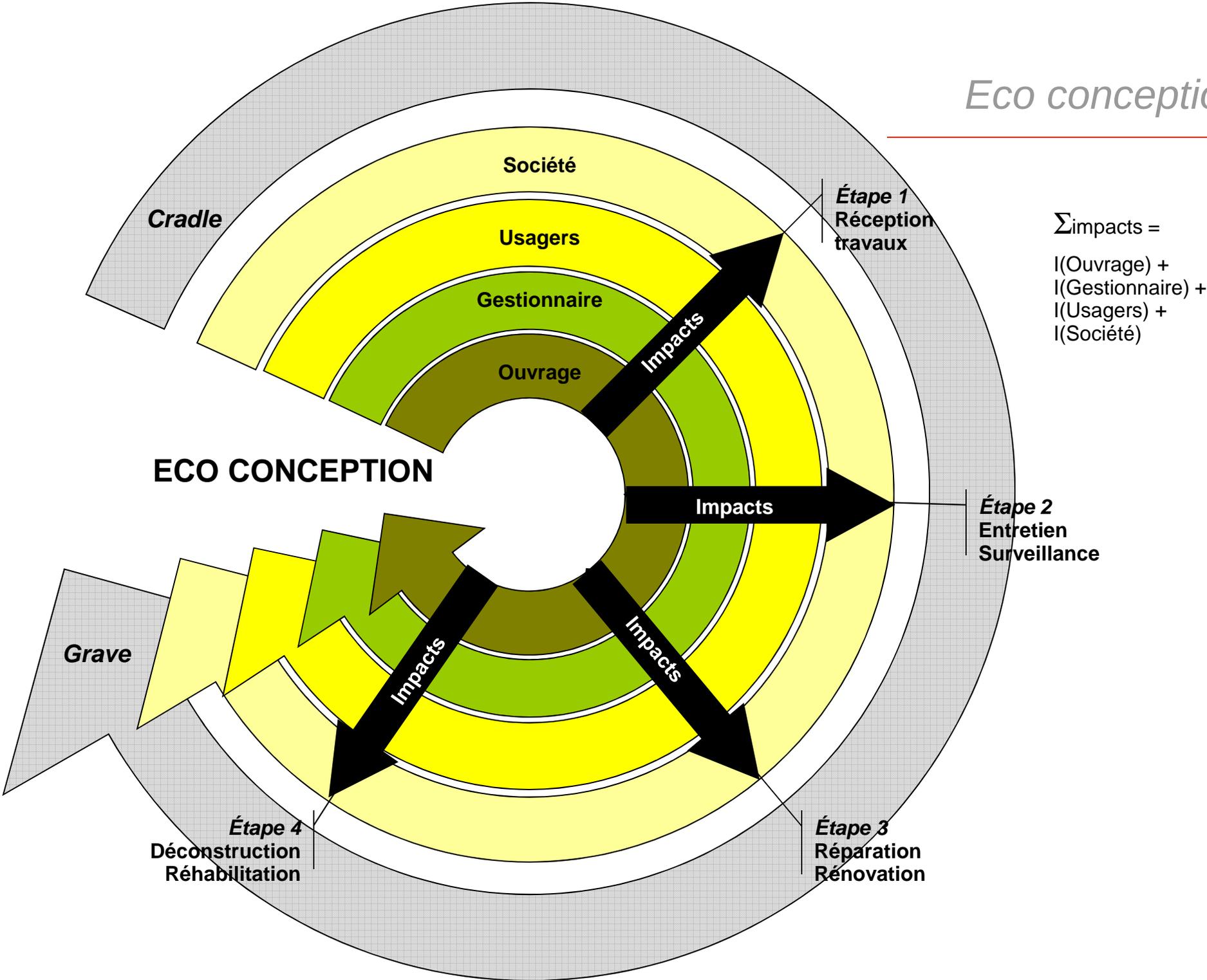
Matériaux : plus durables, moins vulnérables (aciers inox, autopatinables), recyclables, valorisables

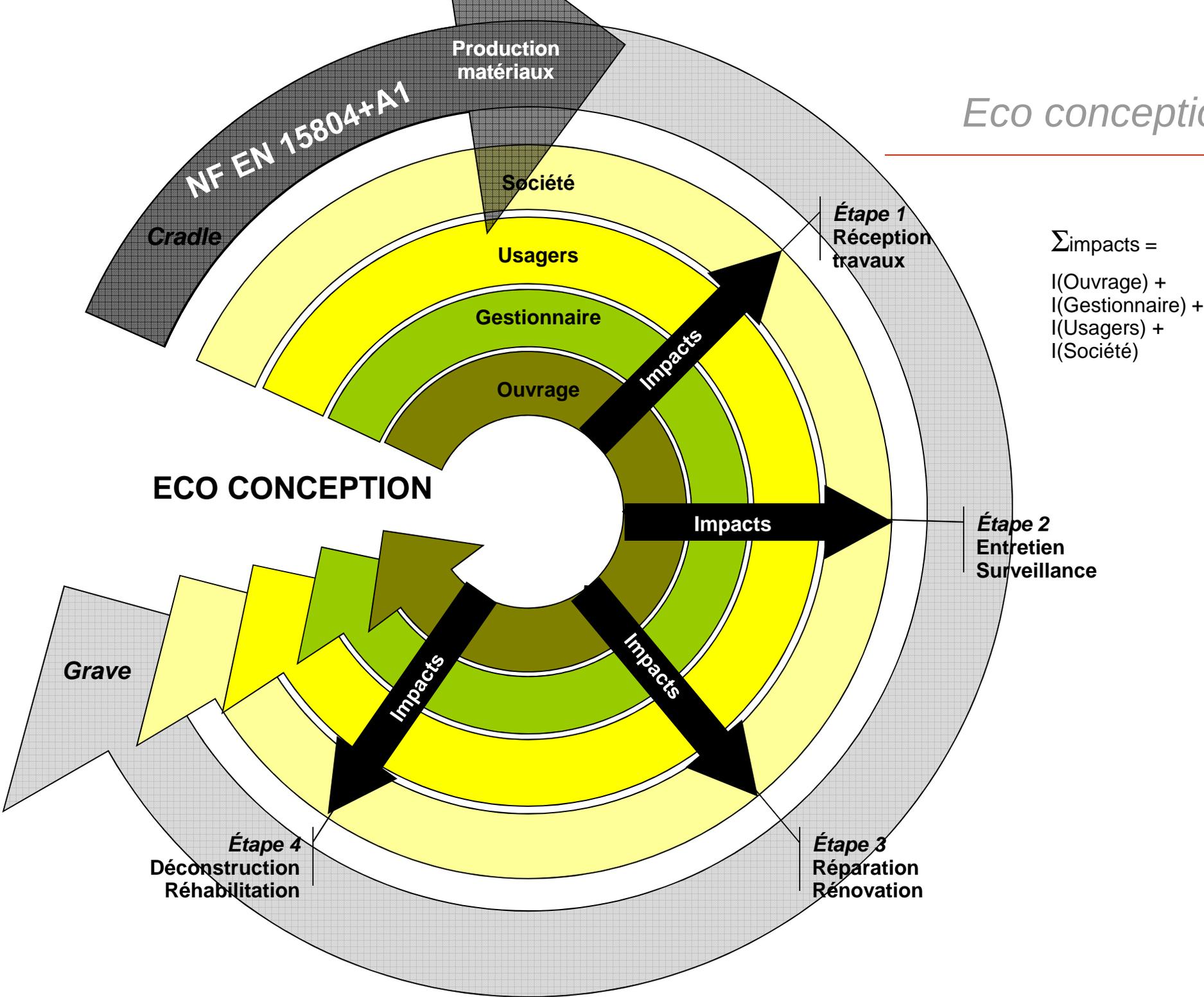
Conceptions : moins d'entretien (ouvrages intégraux), possibilité de réparations lourdes (dalles), intégration de besoins plausibles (accroissement de trafic), favoriser les conceptions épurées et les fonctionnements simples

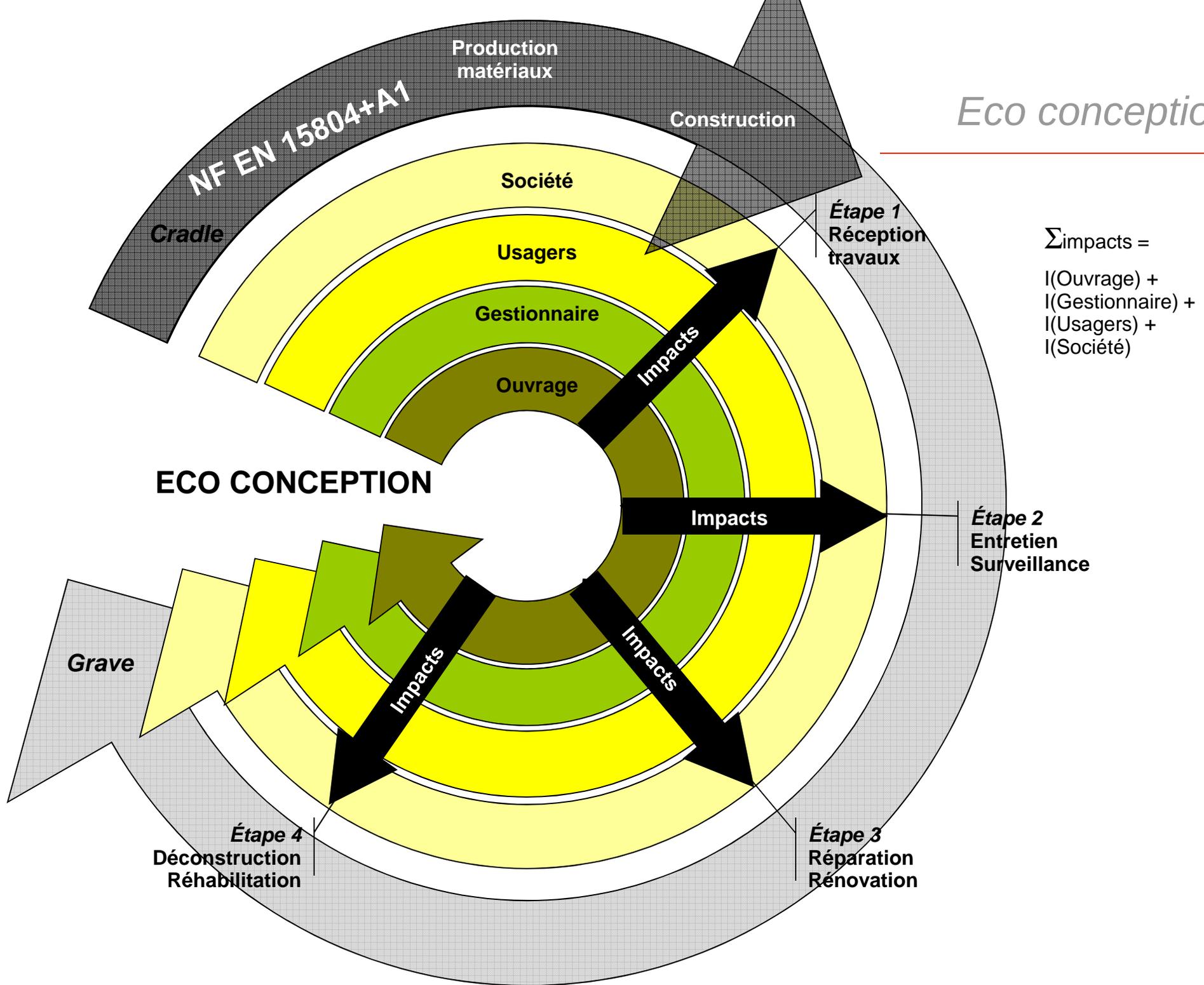
Surveillance : détection de désordres très en amont pour éviter les pathologies graves, matériels performants, personnels qualifiés, accès aisé aux zones sensibles

Analyse de risques : vulnérabilité (réponse à une évolution des besoins, des conditions extérieures (agressivité), de l'environnement en général)

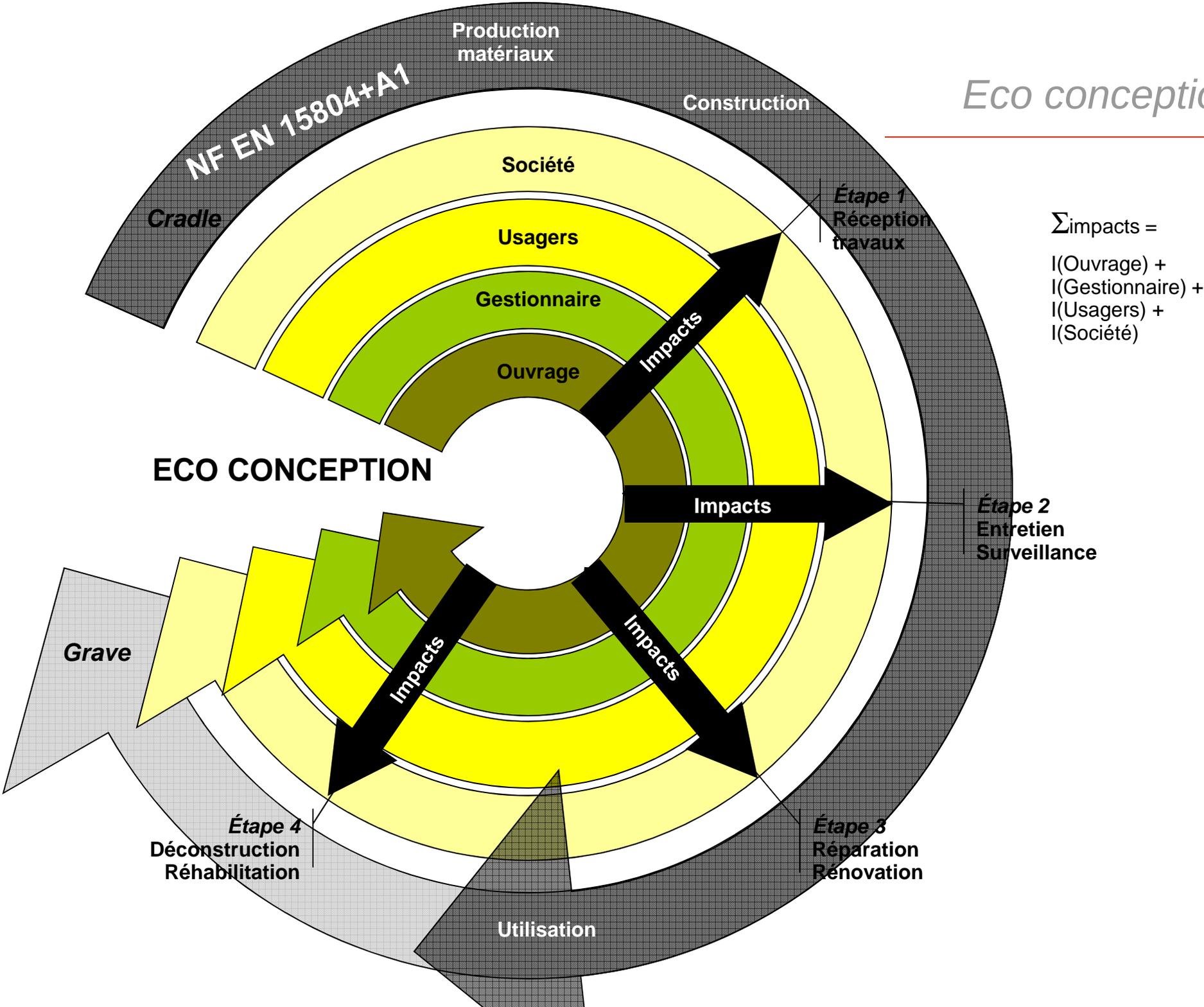
-
1. Définition, généralités
 2. Les ouvrages d'art
 3. Choisir son échelle d'évaluation
 4. Projeter et se projeter
 5. Réaliser une évaluation globale
 6. Conclusion et perspectives

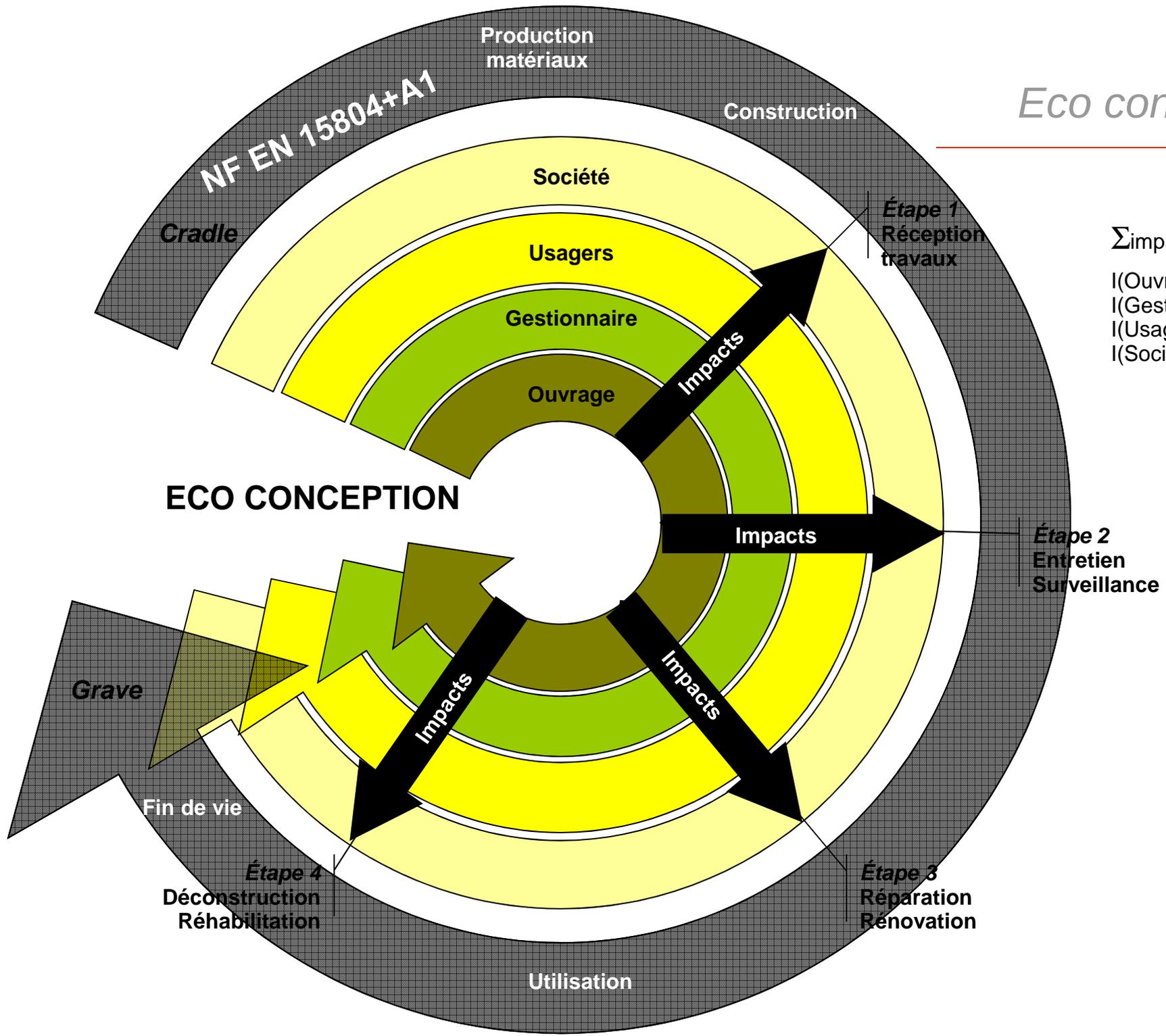






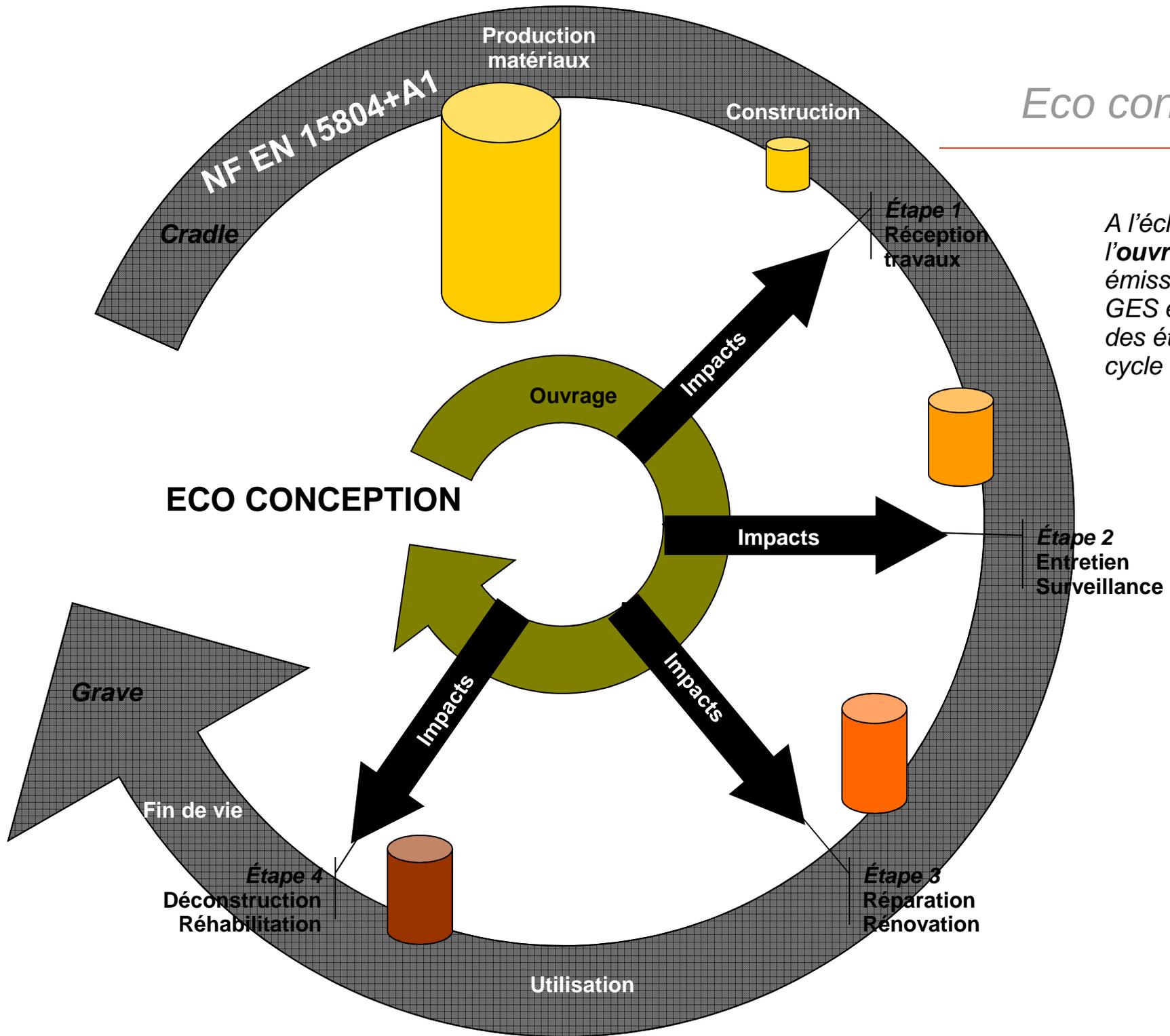
Eco conception





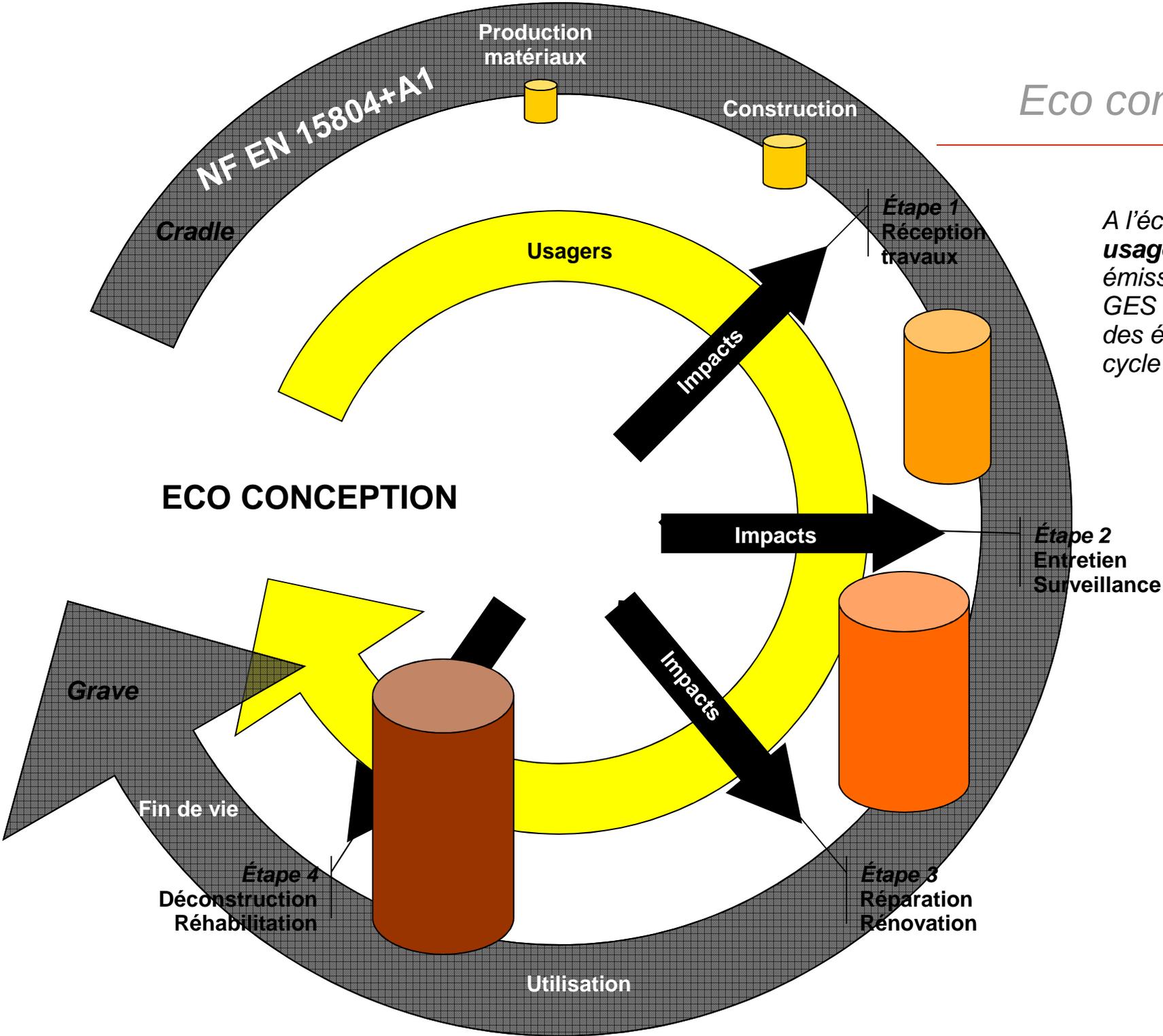
$$\Sigma \text{impacts} = I(\text{Ouvrage}) + I(\text{Gestionnaire}) + I(\text{Usagers}) + I(\text{Société})$$

Eco conception



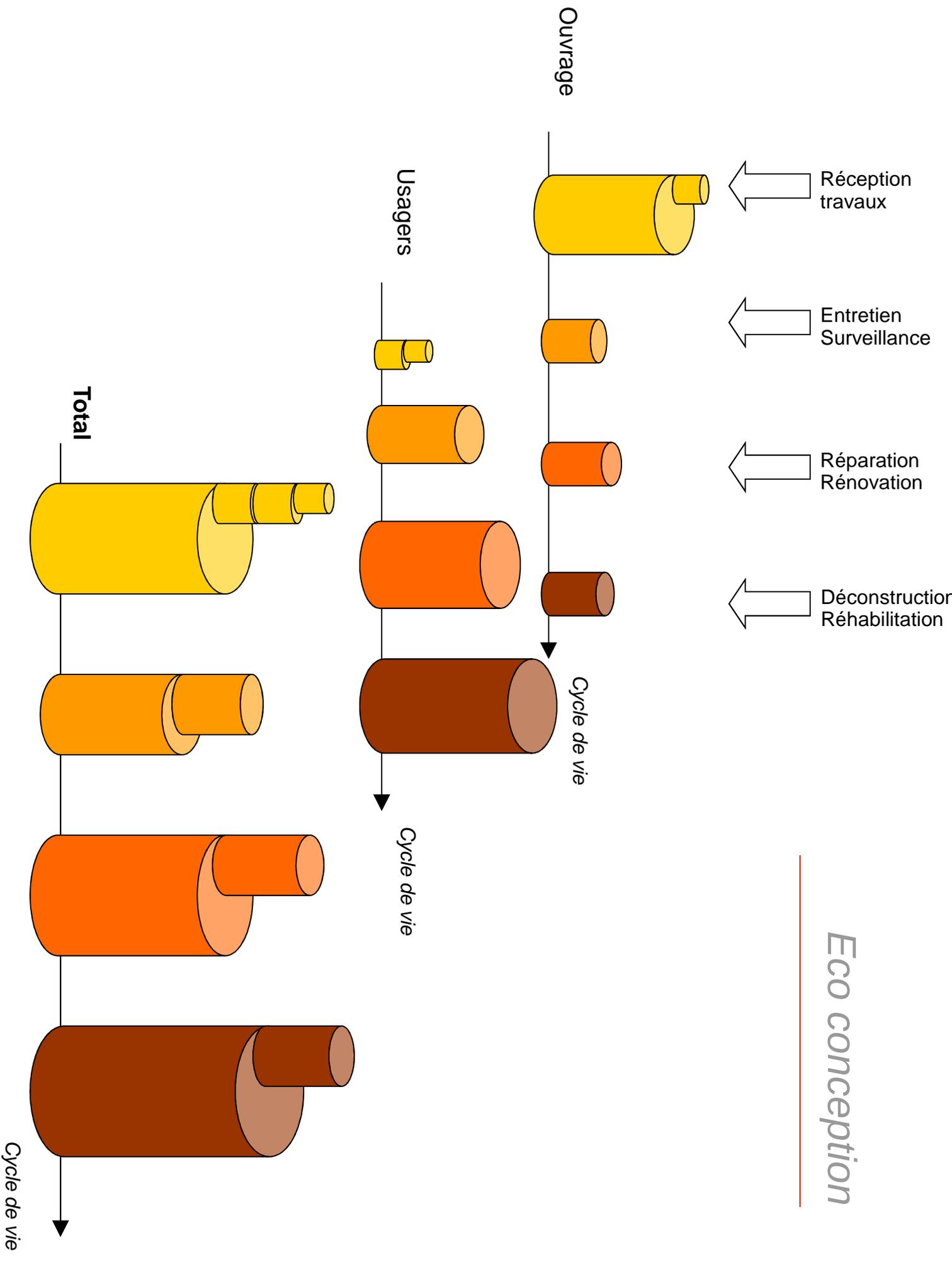
A l'échelle de l'**ouvrage**, les émissions de GES en fonction des étapes du cycle de vie

Eco conception



A l'échelle des **usagers**, les émissions de GES en fonction des étapes du cycle de vie

Eco conception



-
1. Définition, généralités
 2. Les ouvrages d'art
 3. Choisir son échelle d'évaluation
 4. Projeter et se projeter
 5. Réaliser une évaluation globale
 6. Conclusion et perspectives

Eco conception – Conclusions et perspectives

- L'éco-conception éclaire le lien qui unit le produit à son environnement
- Conception interactive avec les contraintes évolutives de l'environnement

Combinaison de :

Peu d'impacts directs générés (matériaux, conception, mode de construction)

Peu d'impacts indirects générés (peu d'entretien, évolution possible)

Eco-conception : démarche permettant d'élaborer une **réponse durable et soutenable** à des besoins susceptibles d'**évoluer**, sur l'ensemble du **cycle de vie** de l'ouvrage.

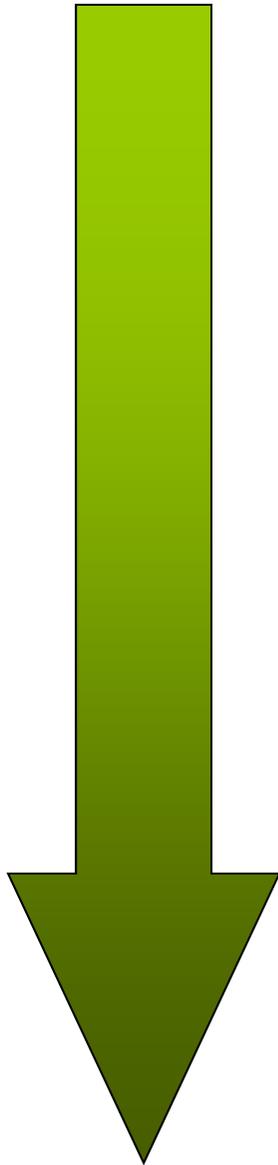
Il faut évaluer dans quelle mesure une augmentation des impacts directs permet un gain d'impacts indirects :

- on construit un pont pour les fonctions qu'il assure
- cette aptitude à remplir ces fonctions sur le long terme est déterminante.

Robustesse et résilience : aptitude à résister et surmonter des imprévus (accidents, crise financière, pénurie de ressources naturelles, épisodes naturels sévères, ...)

Acceptabilité de l'ouvrage : assurée par sa polyvalence et son intégration

Construire le pont sur le pont : envisager l'après (fondations, appuis) et le passage à l'après (déconstruction, réhabilitation sous exploitation)



Conception ouvrage expérimental

Méthodes de calculs en construction, actions mal connues, pas de maîtrise de l'imprévu

Conception ouvrage surdimensionné

Méthodes de calcul larges, matériaux mal maîtrisés, ressources illimitées

Conception ouvrage type standardisé

Méthodes de calculs maîtrisées, actions connues, matériaux maîtrisés, uniformisation de la réponse aux besoins

Conception ouvrage optimisé

Méthodes de calculs et matériaux hautement maîtrisés, actions connues, robustesse et durabilité intégrées dans un environnement spécifique donné

Eco-conception ouvrage évolutif

Conception optimisée sur une échelle d'évaluation globale, considérant les incertitudes à venir en termes de ressources et de besoins.

Eco conception – Conclusions et perspectives

Pour finir, faire de l'Eco-conception c'est aussi :

- **Coordonner** les échanges maîtrise d'ouvrage et maîtrise d'œuvre à tous les moments du projet
- Définir en amont un **programme** exhaustif et consolidé
- Se donner les moyens d'**évaluer** les études, les offres d'entreprise
- S'assurer de la compatibilité de son projet avec les **moyens** de gestions dont on dispose
- ...

Merci de votre attention