

**Objectifs**

- Définir la démarche d'écoconception
- Connaître les principaux indicateurs environnementaux

# 2 CYCLE DE VIE D'UN PRODUIT - ÉCO-CONCEPTION

Penser seulement à la façon dont on utilisera un produit ne suffit pas pour le concevoir. Comment le produit sera réalisé ? À qui sera-t-il vendu ? Où sera-t-il installé ? Comment sera-t-il recyclé ou détruit ? Quel sera l'impact de ce produit sur notre environnement ?...

## 1 Cycle de vie du produit

Pour bien concevoir un produit, les concepteurs doivent prendre en compte les différentes **phases de vie** du produit. Ces différentes phases constituent le « **cycle de vie du produit** » (*product lifecycle*).

La prise en compte de ces phases intervient dans la définition du cahier des charges, de son analyse et dans les activités de conception.

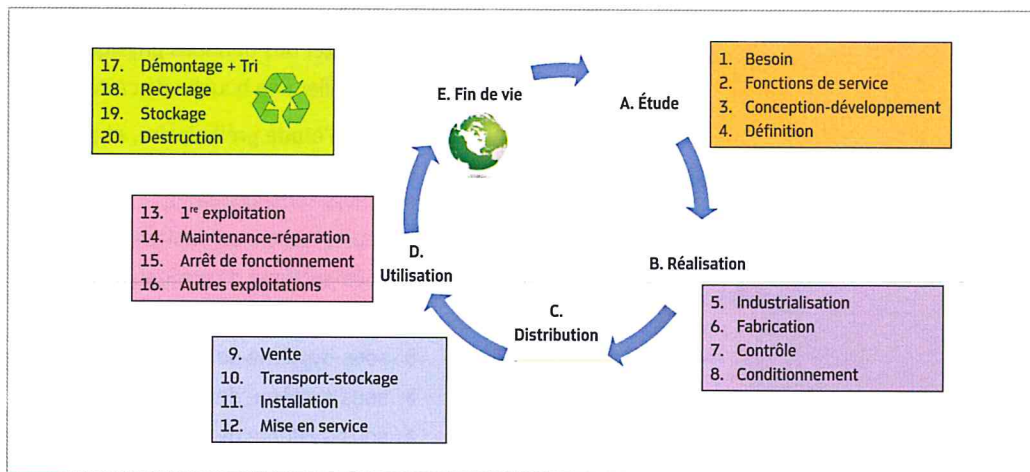


Fig. 1 Cycle de vie du point de vue concepteur

## 2 La démarche d'éco-conception

L'éco-conception est une démarche préventive consistant à réduire les impacts d'un produit ou service tout au long de son cycle de vie, depuis l'extraction des matières premières jusqu'à son recyclage ou réemploi, tout en conservant sa qualité d'usage, c'est-à-dire sa fonctionnalité et sa performance.

Facteur de **compétitivité** et d'**innovation**, cette démarche présente un intérêt grandissant pour les entreprises. En effet, elle permet d'améliorer la qualité des produits et services proposés, de mieux maîtriser et de réduire les coûts, de stimuler l'innovation, de faire apparaître de nouvelles opportunités commerciales et de limiter ses impacts sur l'environnement.

**Compétitivité :** ce qui rend l'entreprise capable de supporter la concurrence.

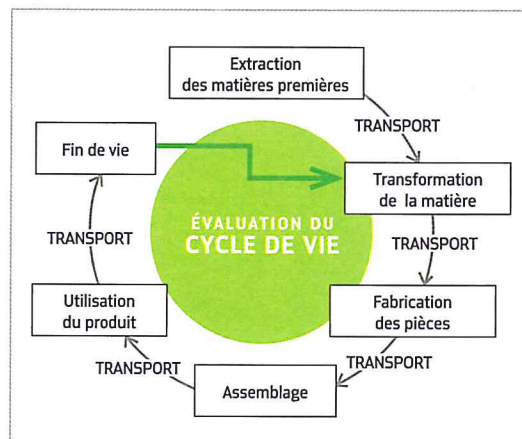


Fig. 2 Cycle de vie pour la démarche d'éco-conception

L'éco-conception constitue un axe majeur de prévention ou de réduction à la source des impacts environnementaux (réduction des consommations de matières premières et d'énergies, des déchets, des rejets...).

En effet, elle considère toutes les étapes du **cycle de vie d'un produit** (fabrication, distribution, utilisation, valorisation finale) de manière à éviter, ou au moins minimiser, les déplacements de pollutions inhérents à telle ou telle alternative de conception.

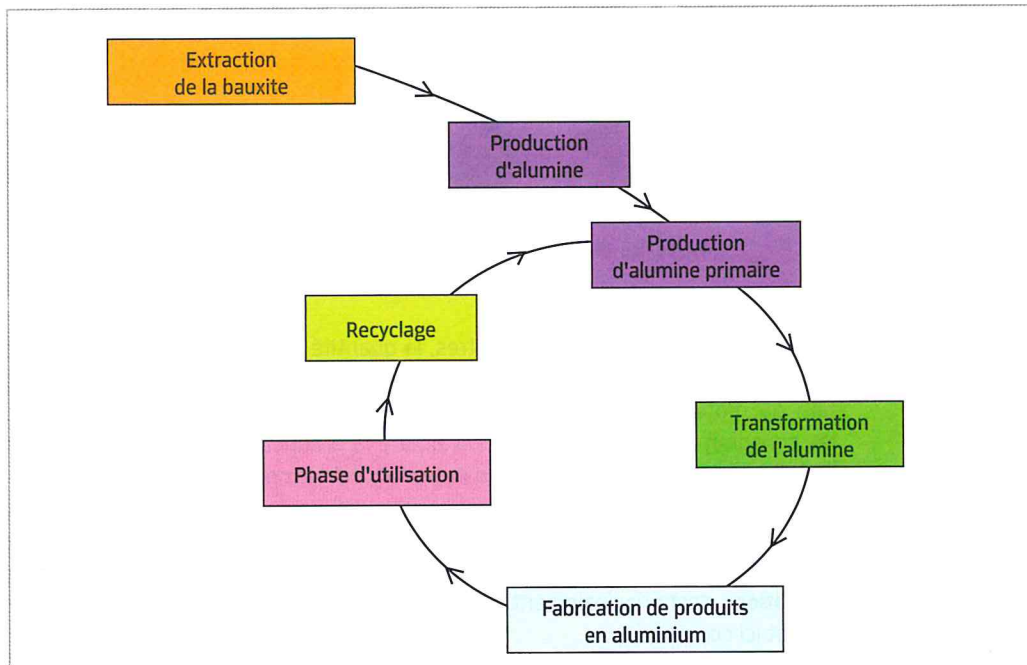


Fig. 3 Cycle de vie d'une pièce en aluminium

**a Quel est l'impact d'un produit sur notre environnement ?**

Tout produit a des impacts négatifs sur l'environnement : épuisement de ressources naturelles, consommation d'énergie, pollutions et nuisances dues aux rejets de substances dans l'eau, l'air ou les sols... et ce, tout au long de son cycle de vie.

L'évaluation précise des impacts des produits sur l'environnement est devenue une priorité. Le processus de conception durable doit évaluer ces impacts.

**b Quelles sont les marges d'amélioration d'un produit ?**

Améliorer les caractéristiques d'un produit existant nécessite d'évaluer au préalable les répercussions possibles sur l'environnement, et ce, en prenant en compte toutes les étapes du cycle de la vie du produit. En procédant à une **évaluation multi-étape et multicritère** des impacts environnementaux liés au produit, on définit dans un cahier des charges les exigences à atteindre pour ces différents impacts. Pour chaque catégorie de produits, les exigences et les impacts sont spécifiques. Les exigences portent sur les points qui posent problème et qui peuvent être améliorés.

Cette évaluation est appelée **analyse du cycle de vie ou ACV**.

**c L'analyse du cycle de vie (ACV)**

L'**analyse du cycle de vie** (ACV ; *Life cycle assessment LCA*) est un outil d'évaluation environnementale multicritère prenant en compte l'ensemble des étapes du cycle de vie d'un produit et permettant de quantifier ses impacts sur l'environnement. L'ACV est le point de départ d'une démarche globale d'éco-conception.

L'analyse du cycle de vie est une étude détaillée qui fournit les informations nécessaires pour prendre des décisions dans le respect de l'environnement durant la conception du produit. Cette analyse porte sur toute la durée de vie d'un produit qui comprend l'extraction des matières premières, la production du matériau, la fabrication, l'utilisation du produit, la mise au rebut en fin de vie, ainsi que toutes les opérations de transport intervenant entre ces différentes étapes.

**Qualité d'un produit :** aptitude d'un produit à satisfaire complètement les besoins et les attentes des utilisateurs.

**Innovation :** ensemble des démarches scientifiques, technologiques, organisationnelles, financières et commerciales qui aboutissent à la réalisation de produits ou procédés technologiquement nouveaux ou améliorés.

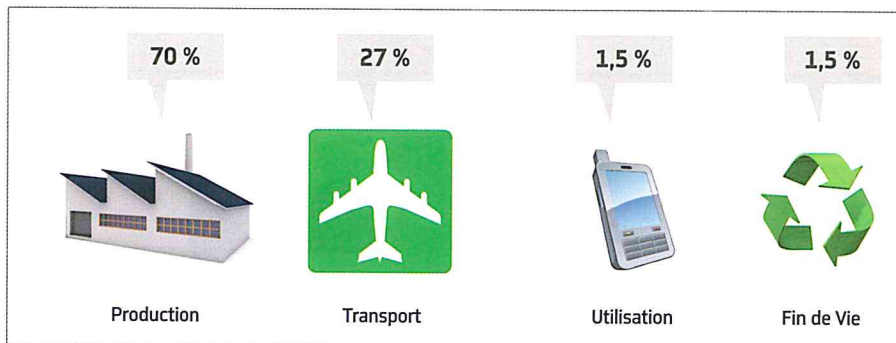
**Multi-étapes :** prise en compte de toutes les étapes du cycle de vie du produit (depuis l'extraction des matières premières jusqu'à la fin de vie du produit, en passant par la fabrication, la distribution et l'utilisation).

**Multicritères :** prise en compte de l'ensemble des impacts environnementaux générés (matières premières, énergie, préservation de la biodiversité, pollution de l'eau, de l'air, des sols, déchets, bruit...).

## EXEMPLE

### Performance environnementale d'un téléphone mobile

L'analyse de cycle de vie d'un téléphone mobile, à travers un bilan complet qui prend en compte toutes les étapes de sa vie depuis sa fabrication jusqu'à son recyclage, permet d'établir sa performance environnementale.



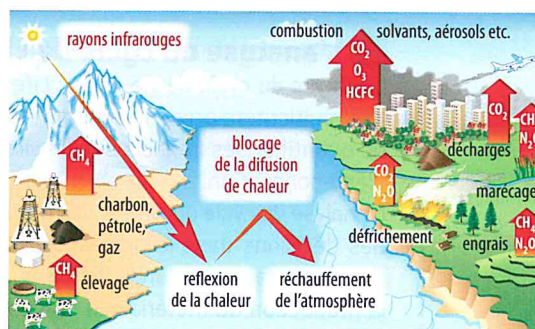
- Production** : est calculée, entre autres, la quantité de ressources naturelles nécessaires pour produire les matières plastiques, les composants électroniques qui entrent dans la fabrication du mobile. L'emballage et la notice sont aussi comptabilisés. S'y ajoutent également les consommations d'énergie nécessaires à la production. À noter : cette phase de la vie du téléphone représente une part très importante des impacts environnementaux.
- Transport** : les impacts du transport sont aussi comptabilisés en considérant les émissions de gaz à effet de serre liées à la consommation de carburant des camions, bateaux ou avions qui acheminent les téléphones mobiles depuis leur lieu de production jusqu'à leur lieu de vente.
- Utilisation** : c'est principalement la consommation d'énergie, nécessaire à la charge de la batterie qui est ici considérée.
- Fin de vie** : lorsque le téléphone mobile arrive en fin de vie, sa collecte, son démantèlement et le traitement des différents composants qui le constituent induisent des impacts sur l'environnement qui sont également pris en compte.

### d Quelques indicateurs d'impact environnemental

Suivant les produits et les différents cabinets d'expertise environnementale, on utilise différents indicateurs pour réaliser les études d'impact environnemental.

Voici les principaux indicateurs.

- Indicateur climat** : qui traduit l'impact du produit sur l'effet de serre en considérant les quantités de gaz ( $\text{CO}_2$ , méthane  $\text{CH}_4$ , CFC...) émises tout au long du cycle de vie. Chaque gaz ayant un pouvoir de contribution à l'effet de serre différent, les quantités sont ramenées à leur équivalent en  $\text{CO}_2$ . Cet indicateur est exprimé en kilogramme équivalent de  $\text{CO}_2$  **kg eq  $\text{CO}_2$** .
- Effet de serre (greenhouse effect)** : C'est l'effet propre à la Terre qui contribue à retenir une partie de la chaleur solaire à la surface de la Terre, par le biais du pouvoir absorbant de certains gaz (ozone et gaz carbonique entre autres). Ces gaz présents dans l'atmosphère peuvent être comparés à la vitre d'une serre laissant passer la plupart des rayons solaires. Ceux-ci, transformés dans la biosphère (la région de la planète où la vie est possible) en rayons infrarouges, sont absorbés par les gaz à effet de serre ce qui provoque le réchauffement. En l'absence d'effet de serre, la vie sur Terre ne serait pas possible : la température moyenne serait, en effet, de  $-18^\circ\text{C}$ . Grâce à ce mécanisme, la température moyenne de la Terre avoisine les  $15^\circ\text{C}$ .



- ▶ **Indicateur ressources** : on qualifie de ressources, les ressources dites non renouvelables, c'est-à-dire les éléments tels que le charbon, l'aluminium, le cuivre, le pétrole. Ces ressources sont disponibles en quantité limitée sur notre planète et on considère donc qu'il existe une « réserve ». Cet indicateur permet de quantifier la fraction de ressources consommées pour produire, transporter et utiliser le produit, par rapport à la quantité de ressources mondiales annuellement disponibles. Il est exprimé en **pourcentage de ressource annuellement prélevée par an (%/an)**.
- ▶ **Indicateur énergie** : cet indicateur comptabilise la quantité d'énergie, de type non renouvelable, consommée tout au long du cycle de vie du produit. Il est exprimé en **MégaJoules (MJ)**.
- ▶ **Indicateur eau** : cet indicateur comptabilise la quantité d'eau consommée tout au long du cycle de vie du produit. Il s'agit par exemple de l'eau requise dans les procédés industriels, lors de l'étape de nettoyage ou de production de certaines matières premières ou composants électroniques (puces par exemple). Il est exprimé en **litre (L)**.

EXEMPLE

**Impact environnemental d'un téléphone mobile SONY ERICSSON Xperia X10 Mini**

Consommation pendant le cycle de vie :

- ▶ indicateur climat : 15 kg eq CO<sub>2</sub> ;
- ▶ indicateur ressources : 8.10<sup>-12</sup> %/an ;
- ▶ indicateur eau : 186 L.

Aujourd'hui, ces indicateurs sont intégrés dans des logiciels d'éco-conception pour permettre aux cabinets d'expertise environnementale et aux entreprises de réaliser des études d'impact.

EXEMPLE

**Impact de la production de pales d'une éolienne sur l'environnement réalisée avec le logiciel SolidWorks® Sustainability – Éolienne RUTLAND 503.**

Cette éolienne est principalement destinée au marché européen. Ses pales sont monoblocs, en plastique ABS et moulées par injection. On peut évaluer l'impact de ce produit sur l'environnement à travers quatre critères utilisés par le logiciel SolidWorks® Sustainability :

- ▶ **acidification de l'atmosphère** : désigne la combustion des combustibles fossiles pouvant provoquer les pluies acides. Les pluies acides peuvent rendre la terre et l'eau toxiques pour les plantes et les espèces aquatiques. Elles peuvent également dissoudre petit à petit les matériaux de construction comme le béton. Cet impact sur l'environnement est mesuré habituellement en **kg équivalent dioxyde de soufre (kg eq SO<sub>2</sub>)** ;
- ▶ **empreinte carbone** : mesure les émissions des gaz à effet de serre dioxyde de carbone CO<sub>2</sub>, de monoxyde de carbone CO et de méthane CH<sub>4</sub> susceptibles de contribuer au réchauffement global. L'empreinte carbone est mesurée en **unités d'équivalent dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>)** ;
- ▶ **énergie totale consommée** : il s'agit d'une mesure des sources d'énergies non renouvelables consommées tout au long du cycle de vie du produit, exprimée en **mégajoules (MJ)** ;
- ▶ **eutrophisation de l'eau** : elle survient lorsque des éléments nutritifs sont apportés en trop grande quantité dans un écosystème aquatique. L'azote et le phosphore contenus dans les eaux usées et les engrais agricoles provoquent la prolifération d'une algue qui asphyxie les cours d'eau, entraînant la mort des espèces animales et végétales qui y vivent. Cette valeur est exprimée habituellement en **kg équivalent phosphate (PO<sub>4</sub>) ou azote (N)**.

De plus, il est intéressant de comparer l'impact de la région de fabrication

**Région de fabrication** : le choix de la région de fabrication détermine les sources d'énergie et les technologies utilisées dans la création du matériau et les étapes de fabrication du cycle de vie du produit.

**Région d'utilisation** : le choix de la région détermine les sources d'énergie consommée au cours de la phase d'utilisation du produit (le cas échéant) et la destination du produit en fin de vie. Il est aussi utilisé, en corrélation avec la région de fabrication, pour estimer les impacts environnementaux associés au transport du produit de son lieu de fabrication à son lieu d'utilisation.



1<sup>er</sup> cas : fabrication : EU ; utilisation : EU



2<sup>e</sup> cas : fabrication : Asie ; utilisation : EU

## 1<sup>er</sup> cas : ce produit est fabriqué et utilisé en Europe

### Empreinte carbone



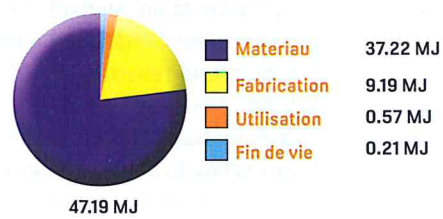
### Eutrophisation de l'eau



### Acidification de l'air



### Energie totale consommée



## 2<sup>e</sup> cas : ce produit est fabriqué en Asie et utilisé en Europe

■ Matériau ■ Fabrication ■ Transport et utilisation ■ Fin de vie

### Empreinte carbone



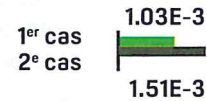
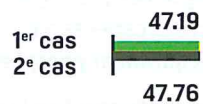
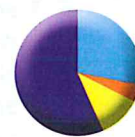
### Énergie totale consommée



### Acidification de l'air



### Eutrophisation de l'eau



1<sup>er</sup> cas 2<sup>e</sup> cas

■ Mieux ■ Pire ■ Ligne de base

### Comparaison de l'impact de la région de production sur l'environnement.

La production originale en Europe est en vert. Ex. : 2,33 kg de CO<sub>2</sub>.

La nouvelle production en Asie est en noir. Ex. : 2,83 kg de CO<sub>2</sub>.

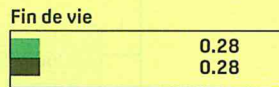
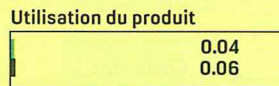
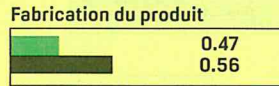
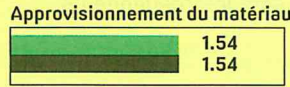
Pour les quatre indicateurs, on constate une augmentation importante de l'impact sur l'environnement : +190 % d'acidification de l'air, +47 % d'eutrophisation de l'eau, +21,5 % d'empreinte carbone, +1,2 % de consommation énergétique.

ACTIVITÉ 1

Voici les résultats des comparaisons des deux cas cités dans l'exemple précédent pour chaque indicateur.

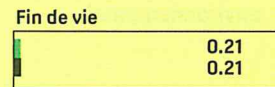
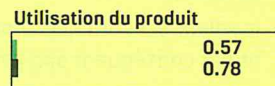
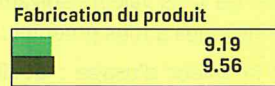
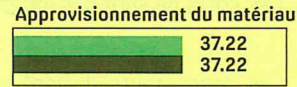
Empreinte carbone - Comparaison

Total : | ABS : 2.83 kg CO<sub>2</sub>  
| ABS : 2.33 kg CO<sub>2</sub>



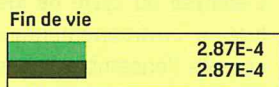
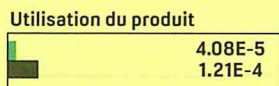
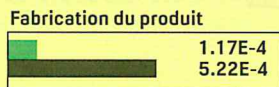
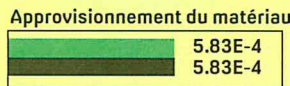
Énergie totale consommée - Comparaison

Total : | ABS : 47.76 MJ  
| ABS : 47.19 MJ



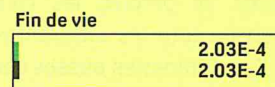
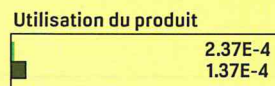
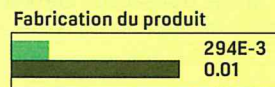
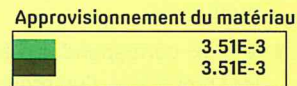
Eutrophisation de l'eau - Comparaison

Total : | ABS : 1.51E-3 kg PO<sub>4</sub>  
| ABS : 1.03E-3 kg PO<sub>4</sub>



Acidification de l'air - Comparaison

Total : | ABS : 0.02 kg SO<sub>2</sub>  
| ABS : 6.89E-3 kg SO<sub>2</sub>



1<sup>er</sup> cas  
Conception originale  
■ Mieux ■ Pire

2<sup>e</sup> cas  
Nouvelle conception  
■ Ligne de base

Quelles étapes dans le cycle de vie du produit permettent de faire la différence entre les deux lieux de production ?

Pour ces étapes, exprimer la variation des indicateurs en pourcentage.

Pour quels indicateurs les différences sont les plus grandes ?

## 3 Les choix de conception d'un produit

Lors de la conception d'un produit, les concepteurs vont être amenés à réaliser les choix suivants :

- ▶ choix techniques : choisir les techniques qui permettent de réaliser les besoins exprimés ;
- ▶ choix économiques : concevoir pour le coût le plus faible ;
- ▶ choix environnementaux : concevoir un produit qui a l'impact environnemental le plus faible.

Ces choix ne sont pas indépendants, ils sont interdépendants.

Les concepteurs doivent optimiser les trois valeurs suivantes intrinsèques à tous produits :

- ▶ la valeur d'usage : **qualité du produit** ;
- ▶ la valeur économique : **son coût** et par conséquent **son prix** ;
- ▶ la valeur écologique : **son impact environnemental**.

Attention à ne pas confondre prix et coût d'un produit :

- ▶ le coût correspond à la charge financière ou à la dépense supportée par un intervenant économique par suite de la production ou de l'utilisation d'un produit ;
- ▶ le prix correspond à l'équivalent monétaire d'un produit lors d'une transaction commerciale.

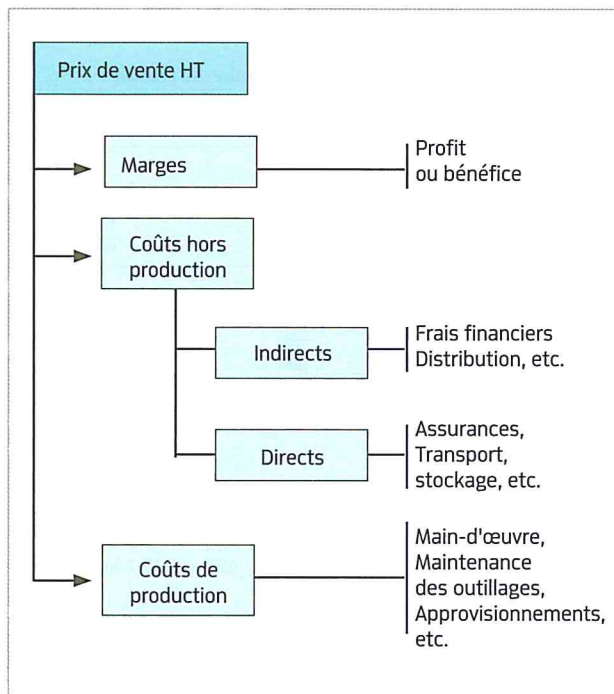


Fig. 6 Composantes du prix de vente d'un produit

## SYNTHÈSE

Pour bien concevoir un produit, les concepteurs doivent prendre en compte les différentes **phases de vie** du produit. Ces différentes phases constituent le « **cycle de vie du produit** »

Lors de la conception d'un produit, les concepteurs doivent optimiser trois critères :

- ▶ sa **qualité** ;
- ▶ son **coût** ;
- ▶ son **impact environnemental**.

L'**éco-conception** consiste à prendre en compte la protection de l'environnement dans la conception des produits dans toutes les étapes de leur cycle de vie à côté d'autres préoccupations : attentes des clients, faisabilité technique, maîtrise des coûts...

L'**analyse du cycle de vie (ACV)** est un outil d'évaluation environnementale multicritères prenant en compte l'ensemble des étapes du cycle de vie d'un produit et permettant de quantifier les impacts.

Pour faciliter cette évaluation d'impact, on peut retenir **quatre principaux indicateurs environnementaux** essentiels :

- ▶ l'**indicateur climat ou bilan carbone** exprimé en kilogramme équivalent de CO<sub>2</sub> (**kg eq CO<sub>2</sub>**) ;
- ▶ l'**indicateur ressources consommées** exprimé en **pourcentage de ressource annuellement prélevée par an (%/an)** ;
- ▶ l'**indicateur énergie totale consommée** exprimé en **MégaJoules (MJ)** ;
- ▶ l'**indicateur eau consommée** exprimé en **litres (L)**.