

**GLOBAL PROJECT ASSESSMENT METHOD (GLOPRAM) : UNE  
NOUVELLE MÉTHODE D'ÉVALUATION DES PROJETS POUR RELEVER LE  
DÉFI DU *Green Deal* EUROPÉEN**

---

JEANNE AMAR\* ET VINCENT PIRON†

Juin 2020

---

\*. Maître de Conférences, Université Côte d'Azur, GREDEG, CNRS. [jeanne.amar@univ-cotedazur.fr](mailto:jeanne.amar@univ-cotedazur.fr)

†. Président de "Piron Consulting SAS". [vincent.piron@gmail.com](mailto:vincent.piron@gmail.com)



## TABLEAUX ET FIGURES

|                              |   |
|------------------------------|---|
| LISTE DES FIGURES . . . . .  | 7 |
| LISTE DES TABLEAUX . . . . . | 9 |

## SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE

### 1 LE *Green Deal* EUROPÉEN : QUELS IMPACTS POUR LE SECTEUR DES INFRASTRUCTURES ?

|                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.1 LES DOCUMENTS DE LA COMMISSION EUROPÉENNE . . . . .                                            | 15 |
| 1.1.1 LE <i>Green Deal</i> EUROPÉEN . . . . .                                                      | 15 |
| 1.1.2 LA LOI CLIMAT . . . . .                                                                      | 16 |
| 1.1.3 LE SYSTÈME EUROPÉEN DE CLASSIFICATION UNIFIÉ DES ACTIVITÉS DURABLES -<br>TAXONOMIE . . . . . | 17 |
| 1.2 QUELS IMPACTS POUR LE SECTEUR DES INFRASTRUCTURES ? . . . . .                                  | 18 |
| 1.2.1 QUELLES CONSÉQUENCES POUR QUEL TYPE D'INFRASTRUCTURE ? . . . . .                             | 18 |
| 1.2.2 DES IMPACTS DIFFÉRENTS SELON LES PAYS DE L'UNION EUROPÉENNE . . . . .                        | 18 |

---

|       |                                                                       |    |
|-------|-----------------------------------------------------------------------|----|
| 1.3   | LA QUESTION DU FINANCEMENT . . . . .                                  | 19 |
| 1.3.1 | LES MODALITÉS DE FINANCEMENT PRÉVUES PAR LA COMMISSION EUROPÉENNE . . | 19 |
| 1.3.2 | LES PROBLÈMES SOULEVÉS . . . . .                                      | 21 |
| 1.4   | CONCLUSION . . . . .                                                  | 22 |

## **2 VERS UNE MÉTHODE GLOBALE D'ÉVALUATION DES PROJETS**

|       |                                                                        |    |
|-------|------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.1   | LES LIMITES DE L'ANALYSE COÛTS-BÉNÉFICES . . . . .                     | 23 |
| 2.2   | LA MÉTHODE GLOPRAM : <i>Global Project Assessment Method</i> . . . . . | 24 |
| 2.2.1 | DESCRIPTION GÉNÉRALE . . . . .                                         | 24 |
| 2.2.2 | DÉTAIL DES DIFFÉRENTS BLOCS . . . . .                                  | 28 |
| 2.3   | APPLICATIONS EMPIRIQUES DU GLOPRAM . . . . .                           | 34 |
| 2.3.1 | ÉVALUATION D'UN PROJET DANS LE SECTEUR DES TRANSPORTS . . . . .        | 34 |
| 2.3.2 | ÉVALUATION D'UN PROJET DANS LE SECTEUR DE L'ÉNERGIE . . . . .          | 43 |

## **ANNEXES**

|    |                                                              |    |
|----|--------------------------------------------------------------|----|
| A. | LE DÉBAT AUTOUR DU TAUX D'ACTUALISATION ÉCONOMIQUE . . . . . | 57 |
|----|--------------------------------------------------------------|----|

## TABLEAUX ET FIGURES



## Liste des figures

|           |                                                                                                                                    |    |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>1</b>  | Évolution des émissions de CO <sub>2</sub> dans l'UE . . . . .                                                                     | 19 |
| <b>2</b>  | Modalités de financement du <i>Green Deal</i> prévues par la Commission Européenne                                                 | 20 |
| <b>3</b>  | Structure générale de la méthode GLOPRAM . . . . .                                                                                 | 27 |
| <b>4</b>  | Détail des blocs de la méthode GLOPRAM . . . . .                                                                                   | 29 |
| <b>5</b>  | Impact de la prise en compte des recettes fiscales sur le coût budgétaire cumulé<br>pour l'État . . . . .                          | 36 |
| <b>6</b>  | Coûts et bénéfices cumulés générés par un projet autoroutier . . . . .                                                             | 37 |
| <b>7</b>  | Impact de la prise en compte des variations du PIB sur le TRI pour l'État . . . . .                                                | 37 |
| <b>8</b>  | Impact de la prise en compte des variations du PIB sur le résultat budgétaire<br>cumulé pour l'État . . . . .                      | 38 |
| <b>9</b>  | Coûts et bénéfices cumulés générés par un projet de construction d'un parc éolien                                                  | 45 |
| <b>10</b> | VAN des coûts environnementaux supportés par une centrale à charbon en fonc-<br>tion du prix de la tonne CO <sub>2</sub> . . . . . | 46 |



## Liste des tableaux

|          |                                                                                                                      |    |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>1</b> | Coûts et bénéfices pour les usagers et la population dans le cas d'une infrastructure autoroutière . . . . .         | 35 |
| <b>2</b> | Les différentes formes contractuelles prises en compte par le modèle GLOPRAM-2020 . . . . .                          | 39 |
| <b>3</b> | Principales valeurs actualisées par type de contrat . . . . .                                                        | 40 |
| <b>4</b> | Simulation de l'impact budgétaire du projet . . . . .                                                                | 41 |
| <b>5</b> | Évolution du ratio Dette/PIB induite par le projet à horizon 20 ans en fonction du mode contractuel retenu . . . . . | 42 |



## Synthèse de l'étude

La France et l'Europe font face à un double défi : durabilité écologique et productivité. A ceci s'ajoute la pression du temps qui s'écoule : toute année passée sans investissements abîme l'outil industriel, réduit la productivité comparative de l'Europe vis-à-vis des autres continents, et recule la date de la neutralité carbone. Des milliers de milliards d'euros seront disponibles pour investir, mais comment sélectionner les projets, et comment amortir les investissements envisagés ?

Dans un document du 16 juillet 2019, la Commission Européenne a placé la transition écologique au premier rang de ses priorités en annonçant sa volonté de faire de l'Europe "le premier continent neutre sur le plan climatique à l'horizon 2050". Cet engagement a été réitéré en décembre 2019 dans une communication visant à présenter le *Green Deal* Européen qui souligne la nécessité d'investir dans des infrastructures en adéquation avec ce projet ambitieux. Le Plan d'Investissement pour une Europe Durable, dévoilé le 14 janvier 2020, prévoit notamment la mobilisation de 1 000 milliards d'euros d'ici 2030 pour atteindre cet objectif ambitieux. La première partie de cette étude, consacrée à l'analyse des documents officiels relatifs à la mise en œuvre du *Green Deal* et de ses conséquences sur le secteur des infrastructures, soulève une problématique majeure : comment mobiliser des fonds pour mener à bien ce projet ambitieux, sans casser la croissance, surtout après le choc de la crise sanitaire du COVID-19 ?

Dans cette perspective, la seconde partie de cette étude présente une nouvelle méthode d'évaluation des projets, *Global Project Assessment Method (GLOPRAM)*, qui vise à pallier les lacunes des méthodes traditionnelles. Ces méthodes (qui s'appuient largement sur l'analyse coûts-bénéfices), omettent en effet de nombreux impacts qui influencent pourtant largement les résultats. Plus encore, avec les méthodes traditionnelles, l'analyse se focalise sur des gran-

deurs microéconomiques (à l'échelle du projet), sans que celles-ci puissent être reliées aux agrégats macroéconomiques.

La méthode GLOPRAM (dont la structure générale est présentée dans la Figure 3) se distingue des méthodes conventionnelles par le caractère global de l'analyse effectuée. Plus précisément, elle met en relation les coûts/bénéfices socio-économiques et environnementaux avec le PIB, le budget de l'État et la dette publique. Elle permet ainsi d'évaluer un projet de manière rigoureuse et objective en estimant les impacts marchands et non-marchands du projet pour l'ensemble des agents économiques (les usagers, la population, les entreprises de construction et d'exploitation, les partenaires privés dans le cas d'une société de projet, mais aussi l'État). Elle tient compte des coûts environnementaux mais également d'autres facteurs souvent négligés par les analyses coûts bénéfices classiques (augmentation de PIB induite par le projet, dépenses et recettes fiscales, coûts évités, etc...). L'atout majeur de cette approche est qu'elle permet de refléter, par une modélisation simple, la complexité inhérente à la mesure des conséquences d'un projet ainsi que son impact réel sur les comptes publics à court et long terme. Notons toutefois que pour obtenir des résultats précis, des données relatives au projet lui-même et à ses implications économiques, sociales et environnementales sont nécessaires. En outre, un suivi systématique des résultats effectifs des projets réalisés permettrait d'affiner les paramètres et hypothèses clés du modèle.

Afin d'illustrer les apports de cette approche, nous avons développé le modèle GLOPRAM-2020 qui permet d'évaluer un projet donné par la méthode GLOPRAM. Ce modèle a été élaboré de sorte à pouvoir être appliqué de manière systématique en simulant un grand nombre de scénarios. Il s'agit d'un outil d'aide à la décision qui permet de répondre par exemple aux questions suivantes :

- ➔ Le projet est-il rentable au sens socio-économique et environnemental ?
- ➔ Le projet induit-il un supplément d'activité économique ?
- ➔ Le projet contribue-t-il à l'atténuation du changement climatique ?
- ➔ Quel sera le bilan du projet selon le mode contractuel retenu ?
- ➔ Quel est l'impact du projet sur le budget de l'État ?
- ➔ Le projet induit-il une amélioration ou une détérioration du ratio Dette/PIB ?

Nous avons ensuite appliqué ce modèle à deux projets : i) un projet de construction d'une infrastructure autoroutière largement inspiré de la liaison A89-A6 à l'ouest de Lyon ; et ii) un

---

projet fictif de construction d'un parc éolien sur terrain nu en France.

Dans l'ensemble, les résultats de ces analyses chiffrées témoignent de l'importance de mettre en place un processus rigoureux, systématique, rapide et objectif de sélection des projets. L'adoption d'un modèle unique, qui permette une évaluation comparable de l'ensemble des projets apparaît indispensable pour atteindre les objectifs fixés par l'Union Européenne. Ce modèle devra fournir une analyse globale des projets, c'est-à-dire une mise en relation des coûts/bénéfices sociaux, économiques et environnementaux, d'une part, et des agrégats macroéconomiques, d'autre part. Ces coûts et bénéfices existent, mais, en particulier les bénéfices, ne sont pas identifiés comme conséquences d'une infrastructure particulière. C'est cela qu'il faudrait faire maintenant, en évaluant aussi précisément que possible les retombées budgétaires d'un projet et en ajustant le cadre comptable et budgétaire public pour les mettre en évidence.



## Le *Green Deal* Européen : quels impacts pour le secteur des infrastructures ?

Dans un document du 16 juillet 2019 ([Ursula von der Leyen \(2019\)](#)), la Commission Européenne a placé la transition écologique au premier rang de ses priorités en annonçant sa volonté de faire de l'Europe "le premier continent neutre sur le plan climatique à l'horizon 2050". Cet engagement a été réitéré en décembre 2019 dans une communication visant à présenter le *Green Deal* Européen ([Commission Européenne \(2019\)](#)). Ce document souligne la nécessité d'investir dans des infrastructures en adéquation avec ce projet ambitieux. Dans cette perspective, le Plan d'Investissement pour une Europe Durable a été dévoilé le 14 janvier 2020 ([Commission Européenne \(2020\)](#)).

Afin d'appréhender correctement les enjeux soulevés par ce Plan Vert et d'être en mesure de contribuer au processus d'orientation des investissements, il est essentiel de faire un résumé des documents officiels publiés par la Commission Européenne en lien avec le sujet. Nous proposerons ensuite une méthode d'évaluation des projets adaptée à ce contexte. Les difficultés économiques induites par la crise sanitaire actuelle viennent renforcer encore cette nécessité de fournir aux décideurs un outil rigoureux d'évaluation des projets (verts ou non) et de leur impact budgétaire. Les politiques de relance mises en place pour contrebalancer l'impact économique des mesures de confinement devraient, au moins partiellement, être orientées vers un objectif de transition écologique comme annoncé le 10 avril 2020 par le Président du Conseil Européen <sup>1</sup>.

### 1.1 LES DOCUMENTS DE LA COMMISSION EUROPÉENNE

#### 1.1.1 LE *Green Deal* EUROPÉEN

Le pacte vert pour l'Europe, ou *Green Deal*, constitue la réponse de l'Union Européenne aux défis climatiques et enjeux environnementaux actuels. L'objectif de ce pacte est de définir la stratégie de l'Union Européenne pour créer une société "dotée d'une économie moderne,

---

1. Voir le [Communiqué de Presse](#).

efficace dans l'utilisation des ressources et compétitive, caractérisée par l'absence d'émission nette de gaz à effet de serre (GES) d'ici 2050 et dans laquelle la croissance économique sera dissociée de l'utilisation des ressources". La première feuille de route, publiée 11 décembre 2019 ([Commission Européenne \(2019\)](#)) s'articule autour des grands principes suivants :

- ➔ un approvisionnement énergétique propre ;
- ➔ la transition vers une économie circulaire ;
- ➔ la modification des processus dans le secteur de la construction afin d'aller vers des méthodes plus économes en énergie et une amélioration de la performance énergétique des bâtiments ;
- ➔ la diminution de l'impact environnemental des transports ;
- ➔ la transition vers une agriculture responsable et des modes de consommation alimentaire durables ;
- ➔ et enfin la préservation de la biodiversité.

Pour concrétiser cette stratégie, la Commission Européenne prévoit une adaptation du cadre réglementaire avec notamment une "législation européenne sur le climat" dont le premier projet a été présenté le 4 mars 2020 ([Commission Européenne \(2020\)](#)). Ce règlement devrait avoir un impact non négligeable sur les normes et politiques climatiques des États Européens.

### 1.1.2 LA LOI CLIMAT

La loi sur le climat a pour objectif de compléter le cadre d'action existant de l'Union Européenne en définissant l'orientation à long terme de ses politiques en matière de climat. Elle inscrit en droit l'objectif de l'Union de parvenir à la neutralité climatique d'ici 2050 en ramenant les émissions nettes à zéro. La loi sur le climat a également pour objectif d'intensifier les efforts d'adaptation au changement climatique. Dans cette perspective, la Commission doit ré-examiner les politiques et les mesures législatives existantes afin d'en vérifier la cohérence par rapport à l'objectif de neutralité climatique et à la trajectoire établie. D'ici septembre 2020, la Commission présentera un plan assorti d'une analyse d'impact en vue de porter l'objectif de réduction des émissions de GES pour 2030 à 50%, en tendant vers les 55%, par rapport aux niveaux de 1990, et proposera de modifier la loi sur le climat en conséquence. Les directives et règlements suivants seront réexaminés à horizon juin 2021 :

- ➔ la directive sur le système d'échange de quotas d'émission de l'Union Européenne ;
- ➔ le règlement sur la répartition de l'effort ;
- ➔ le règlement relatif à l'utilisation des terres, au changement d'affectation des terres et à la foresterie ;
- ➔ la directive relative à l'efficacité énergétique ;

- 
- ➔ la directive sur les énergies renouvelables ;
  - ➔ les normes de performance en matière d'émissions de CO<sub>2</sub> pour les voitures et les camionnettes.

### 1.1.3 LE SYSTÈME EUROPÉEN DE CLASSIFICATION UNIFIÉ DES ACTIVITÉS DURABLES - TAXONOMIE

Afin de créer les conditions nécessaires à la mobilisation de fonds privés et publics, la Commission prévoit notamment d'établir un système européen de classification unifié des activités durables (taxonomie)<sup>2</sup>. Un premier accord a été signé le 18 décembre 2019 entre le Parlement Européen et le Conseil Européen pour préciser la définition des activités économiques durables, détaillée dans l'Encadré 1.

#### **ENCADRÉ 1 - ÉLÉMENTS CLÉS DE L'ACCORD DU 18/12/2019 RELATIF À LA TAXONOMIE DES PROJETS DURABLES**

##### **Sont considérées comme durables, les activités :**

- ➔ qui contribuent significativement à au moins un des six objectifs environnementaux identifiés par l'accord ;
- ➔ n'engendrent aucun dommage significatif à l'un des autres objectifs environnementaux ;
- ➔ sont conformes à des critères de sélection techniques solides et fondés sur la science ;
- ➔ et qui sont conformes aux garanties minimales en matière sociale et de gouvernance.

##### **Les six objectifs environnementaux identifiés par l'accord sont :**

- ➔ L'atténuation du changement climatique
- ➔ L'adaptation au changement climatique
- ➔ L'utilisation durable et la protection de l'eau et des ressources marines
- ➔ La transition vers une économie circulaire
- ➔ La prévention et le contrôle de la pollution
- ➔ La protection et la restauration des écosystèmes et de la biodiversité

Parallèlement, un groupe technique d'experts sur la finance durable a été constitué. Leurs recommandations ont été rendues le 9 mars 2020 ([EU Technical Expert Group on Sustainable Finance \(2020\)](#)). Ils se montrent favorable à la création de trois niveaux de performance au sein de la taxonomie :

- ➔ une catégorie "verte" pour les activités qui contribuent de façon significative à l'un des six objectifs environnementaux ;
- ➔ une catégorie "brune" ou "rouge" pour les activités qui causent un dommage significatif à l'environnement ;

---

2. Ce projet a été initié par la publication de la [Commission Européenne \(2018\)](#) COM(2018) 97 final.

- ➔ et une catégorie intermédiaire pour les activités qui n'entrent dans aucune des deux catégories précédentes.

## 1.2 QUELS IMPACTS POUR LE SECTEUR DES INFRASTRUCTURES ?

### 1.2.1 QUELLES CONSÉQUENCES POUR QUEL TYPE D'INFRASTRUCTURE ?

Ce *Green Deal* devrait fortement impacter les méthodes de sélection des projets d'investissement en infrastructures, qu'il s'agisse de projets relatifs à la réalisation de nouvelles infrastructures ou de modernisation d'infrastructures existantes. L'impact sur le secteur de la construction n'est pas non plus négligeable puisque le *Green Deal* prévoit une modification des processus afin d'aller vers des méthodes plus économes en énergie et une amélioration de la performance énergétique des bâtiments.

Les projets d'investissement en infrastructures permettant une adaptation au changement climatique et/ou une atténuation de ses effets devraient être privilégiés. Il peut s'agir par exemple d'un projet de parc éolien qui permettrait de limiter le recours aux centrales à charbon ou la mise en place d'infrastructures ferroviaires permettant une moindre utilisation des transports routiers, notamment pour le transport des conteneurs. Tous les projets devront désormais avoir une forte composante environnementale dont les bénéfices devront être correctement évalués. En particulier, il faudra bien séparer l'impact de la construction et du recyclage d'une infrastructure de l'impact des usages qui en sont faits. Une route peut en effet supporter des véhicules thermiques ou électriques.

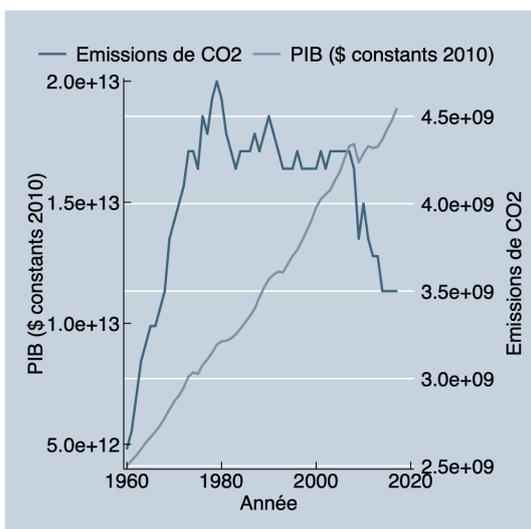
En outre, certaines infrastructures qui ne contribuent habituellement pas à l'un des six objectifs fixés par la taxonomie pourront être complétés par une infrastructure verte afin d'atténuer ses effets néfastes sur l'environnement. Il peut s'agir par exemple de l'installation de toits et murs végétalisés pour atténuer les émissions induites par les infrastructures de transport routier.

### 1.2.2 DES IMPACTS DIFFÉRENTS SELON LES PAYS DE L'UNION EUROPÉENNE

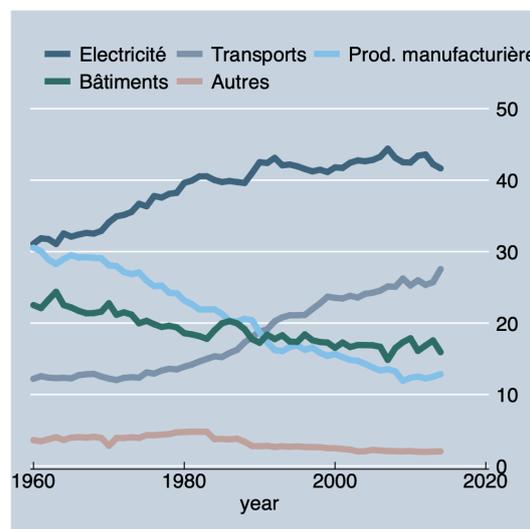
La Figure 1a présente l'évolution du niveau d'émissions de CO<sub>2</sub> et du PIB de l'Union Européenne depuis 1960. On constate une diminution des émissions de CO<sub>2</sub> depuis le début des années 2000 (à un taux annuel moyen de -0,92% entre 2000 et 2017) alors même que le PIB continue de croître, ce qui atteste de la capacité de l'Union Européenne à concilier objectifs environnementaux et croissance économique. Toutefois, malgré cette baisse, le niveau des émissions demeure très haut, plaçant l'Union Européenne au 3ème rang des régions les plus émettrices du monde. L'effort pour atteindre l'objectif de la Commission Européenne devra donc être conséquent puisqu'il implique une réduction des émissions d'environ 50% par rapport aux niveaux de 1990 (Commission Européenne (2019)) d'ici 2030. Cet objectif devrait impacter fortement les secteurs les plus fortement émetteurs de CO<sub>2</sub>. Il s'agit principalement des secteurs de l'électricité, des transports et du bâtiment qui génèrent environ 80% des émissions de CO<sub>2</sub>

**FIGURE 1** – Évolution des émissions de CO<sub>2</sub> dans l'UE. Source des données : *Our world in data*.

**(a)** Emissions de CO<sub>2</sub> dans l'UE



**(b)** Emissions de CO<sub>2</sub> dans l'UE par secteur



de l'Union Européenne, comme le montre la Figure 1b. L'effort devra être particulièrement important dans le secteur des transports dont la contribution aux émissions de CO<sub>2</sub> de l'Union est en hausse continue depuis le début de années 1980.

Toutefois, la problématique ne sera pas la même pour les différents pays de l'Union Européenne, compte tenu de leurs différences structurelles. L'Allemagne devra vraisemblablement concentrer ses efforts sur le secteur de l'énergie tandis que la France devra se focaliser sur le secteur des transports sur lequel elle pourra agir, soit en adaptant le type d'infrastructure à cette problématique, soit en modifiant leur utilisation<sup>3</sup>.

## 1.3 LA QUESTION DU FINANCEMENT

### 1.3.1 LES MODALITÉS DE FINANCEMENT PRÉVUES PAR LA COMMISSION EUROPÉENNE

L'objectif de neutralité climatique à horizon 2050 et les mesures réglementaires adoptées en ce sens engendreront nécessairement des besoins en investissement considérables. La Commission a estimé que pour atteindre les objectifs fixés d'ici 2030, 260 milliards d'euros d'investissement supplémentaires par an seraient nécessaires (soit environ 1,5% du PIB de 2018). Afin préciser les modalités de financement envisageables, la Commission Européenne a publié le 14 janvier 2020 son Plan d'Investissement pour une Europe Durable ([Commission Européenne \(2020\)](#)). Ce Plan s'articule autour des trois éléments suivants :

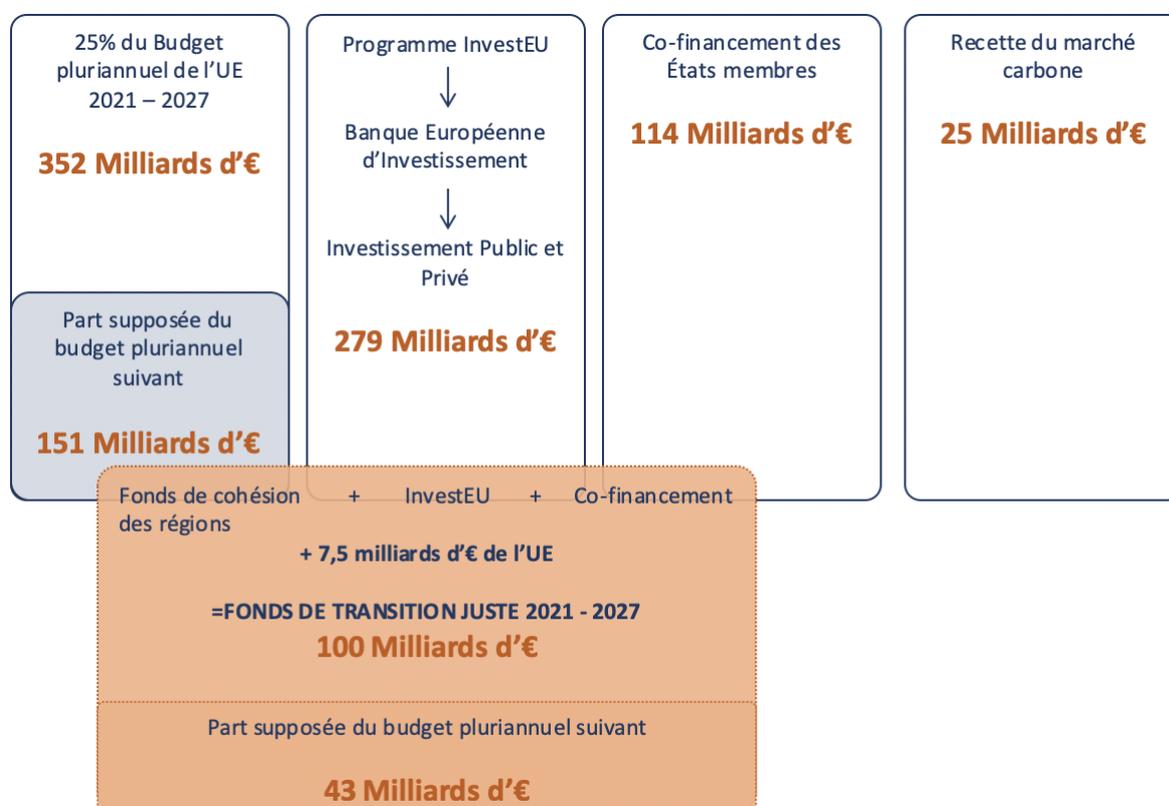
- ➔ Mobilisation de 1 000 milliards d'euros d'ici 2030, grâce au budget de l'Union Européenne

3. Une autoroute fréquentée majoritairement par des véhicules électriques générerait nécessairement des émissions de gaz à effet de serre moindres.

et aux concours de la BEI, dédiés aux investissements durables, mais qui ne couvriront qu'une partie des besoins, estimés globalement par la Commission Européenne à 2 600 milliards d'euros pour les 10 ans à venir.

- ➔ Création d'un cadre facilitateur pour les investisseurs privés et le secteur public qui vise à garantir que la transition présente un bon rapport coût/efficacité et qu'elle soit juste, ainsi que socialement équilibrée et équitable.
- ➔ Mise en place d'un soutien sur mesure aux administrations publiques et aux promoteurs de projets pour les aider à définir, structurer et exécuter les projets durables.

**FIGURE 2** – Modalités de financement du Green Deal prévues par la Commission Européenne



Ce montant de 1 000 milliards d'euros sera obtenu grâce aux dépenses du budget à long terme de l'Union Européenne, dont un quart sera consacré à des objectifs liés au climat, et qui comprend environ 39 milliards d'euros pour les dépenses environnementales. En outre, le plan attirera des financements privés supplémentaires en tirant parti de la garantie budgétaire de l'UE dans le cadre du programme InvestEU<sup>4</sup>. La Banque européenne d'investissement devrait également jouer un rôle crucial dans l'accomplissement de ces objectifs puisqu'elle a annoncé qu'elle augmenterait progressivement la part de ses financements consacrée à l'action en faveur du climat et de la durabilité environnementale pour atteindre 50% de ses opérations en

4. Programme de l'UE visant à soutenir l'investissement et l'accès aux financements entre 2021 et 2027.

---

2025. Les sources de financement prévues par la Commission sont résumées dans la Figure 2.

Toutefois, la Commission souligne que ces mesures ne seront pas suffisantes pour atteindre les objectifs fixés par le *Green Deal* et que la contribution des budgets nationaux ainsi que du secteur privé sera indispensable. Le secteur privé se concentrera évidemment sur les opérations financièrement rentables.

### 1.3.2 LES PROBLÈMES SOULEVÉS

Dans un contexte de fort endettement des États et de croissance ralentie, le recours au financement public est problématique, et ce malgré un contexte actuel de taux bas, puisqu'il implique un alourdissement du stock de dette. En outre, la contribution du secteur privé n'est pas non plus évidente puisque les investissements "verts" ont un couple rendement/risque moins favorable que les projets plus classiques. L'incertitude sur l'évaluation du prix optimal de la tonne de CO<sub>2</sub> est totale, variant de 1 euro à 600 euros suivant les auteurs d'études et les dates d'application (Gollier (2019)). Dans ce contexte, le prix du marché du carbone est totalement imprévisible, et les investissements privés ne pourront se faire qu'avec des garanties publiques directes, ou d'entreprises publiques. Ceci pose à nouveau la question de la dette publique.

#### *Comment mobiliser des fonds publics ?*

Le financement par l'endettement public conduit à l'augmentation du ratio dette/PIB et résulte, *in fine*, en un accroissement des prélèvements obligatoires (dont l'acceptation par le corps social demeure à apprécier), ce qui peut constituer un frein au financement d'autres catégories d'infrastructures, utiles au sens du PIB mais ne présentant pas un caractère durable.

Cette observation est d'autant plus vraie dans le contexte économique actuel puisque la crise sanitaire liée au COVID-19 a fait bondir l'endettement des États. Le FMI estime en effet que les mesures de confinement et les plans de relance pourraient faire grimper la dette à 120% du PIB d'ici la fin de l'année.

Dans ce contexte, il est essentiel d'évaluer les projets dans leur globalité en ne considérant pas seulement leur rentabilité socio-économique mais également leurs conséquences sur le PIB et sur le budget de l'État.

#### *Quelles incitations pour les investisseurs privés*

Par ailleurs, les projets d'investissement « verts » ne répondent pas à la même logique que les projets classiques puisqu'ils se caractérisent par des coûts élevés associés à une création de richesse difficilement appréhendable. Comme le souligne la Banque Mondiale (2012), le manque d'attractivité des investissements verts réside dans le fait que certaines technologies et certains projets ne sont pas financièrement intéressants. De ce fait, ils n'attirent pas les investissements purement privés sans un certain niveau de soutien du secteur public. Un

premier levier d'action consiste donc à mettre en place un système de soutien public aux investissements verts pour en améliorer la rentabilité financière. Dans cette perspective, l'État devra avoir à sa disposition un outil d'aide à la décision lui permettant d'identifier, pour chaque projet, la fonction de générateur de dynamisme économique et celle d'évolution vers les objectifs de durabilité.

Une autre piste de recherche, largement plébiscitée par les économistes, réside dans la mise en place d'un système de taxes Pigouviennes<sup>5</sup>, comme la taxe carbone, qui permettent d'internaliser les externalités environnementales. Comme l'explique [Gollier \(2019\)](#), "l'existence d'externalités dans notre monde signifie que le libéralisme économique conduit à d'importants dysfonctionnements, impliquant trop de pollution par rapport à ce qui serait socialement désirable". La mise en place d'un système de taxes Pigouviennes permettrait de pallier cette défaillance en intégrant le coût social de l'externalité au système de prix. Une politique de ce type renchérirait mécaniquement les activités les plus fortement émettrices et constituerait indéniablement une incitation pour les investisseurs privés pour investir dans des projets "verts".

## 1.4 CONCLUSION

Cette analyse des documents officiels relatifs à la mise en œuvre du *Green Deal* et de ses conséquences sur le secteur des infrastructures soulève une problématique majeure : comment mobiliser des fonds pour mener à bien ce projet ambitieux qui nécessitera d'importants investissements sans casser la croissance, surtout après le choc de la crise sanitaire actuelle. Le risque de réduire encore les investissements productifs de valeur ajoutée économique est important : la nécessité d'en évaluer correctement les impacts budgétaires en est d'autant plus grande.

De manière générale, la mobilisation de fonds publics et privés ne pourra se faire sans une évaluation systématique et pertinente des projets d'investissement potentiels. Or, comme détaillé dans une récente étude réalisée [Amar \(2019\)](#), l'outil privilégié de l'évaluation socio-économique, qui est l'analyse coûts-bénéfices (ACB), est utilisé de façon très hétérogène. Plus encore, l'ACB est l'objet de nombreuses critiques, tant du point de vue de son exécution que de l'importance des impacts omis dans ce type d'analyse. Nous proposons donc une nouvelle approche afin de fournir aux décideurs des résultats qui reflètent mieux la réalité économique des projets telle qu'on la perçoit aujourd'hui, ainsi que leurs conséquences budgétaires.

---

5. Pour plus de détails sur la taxe Pigouviennne et de ses conséquences, voir [Gollier \(2019\)](#).

## VERS UNE MÉTHODE GLOBALE D'ÉVALUATION DES PROJETS

### 2.1 LES LIMITES DE L'ANALYSE COÛTS-BÉNÉFICES

L'évaluation socio-économique des projets se justifie par le fait que les perspectives financières ne suffisent pas à saisir les avantages d'un projet pour l'ensemble de la société. L'outil privilégié est l'analyse coûts-bénéfices (ACB) qui a été largement mise en œuvre, notamment par les organisations internationales telles que la Banque Mondiale afin de rationaliser la décision d'investissement.

De manière opérationnelle, l'ACB consiste à comparer les coûts et bénéfices générés par un scénario de référence et un ou plusieurs scénarios alternatifs (ou contrefactuels). Le scénario alternatif décrit la situation dans laquelle le projet ne serait pas entrepris. Dans le cas spécifique où l'investissement vise à améliorer une infrastructure existante, deux scénarios alternatifs sont envisageables : i) *Business As Usual* qui consiste à maintenir l'infrastructure telle qu'elle est à l'instant  $t$ ; et ii) *do-minimum* qui consiste à effectuer des ajustements de faible ampleur, prévus indépendamment du projet. Dans le cadre de l'ACB, la faisabilité d'un projet est déterminée en quantifiant tous les coûts et bénéfices pertinents en termes monétaires. Plus précisément, l'objectif final d'une ACB est de calculer un indicateur synthétique, généralement la Valeur Actuelle Nette (VAN), qui peut être complété par le calcul du Taux de Rentabilité Interne (TRI) ou du Ratio Coûts-Bénéfices<sup>1</sup>.

La VAN se calcule en effectuant la somme actualisée de l'ensemble des coûts et bénéfices générés par un projet (Volden (2019)) :

$$VAN : \sum_{t=0}^N \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t} \quad (2.1)$$

où  $B$  est le bénéfice social,  $C$  est le coût social,  $i$  le taux d'actualisation,  $t$  le temps et  $N$  le nombre de périodes. La situation offrant la VAN la plus élevée est celle qui doit être privilégiée.

1. La VAN est la somme actualisée des coûts et bénéfices associés au projet. Le TRI est un indicateur de rentabilité. Il est directement dérivé des *cash-flows* actualisés générés par le projet. C'est le taux qui annule la VAN. Le ratio coûts-bénéfices est le rapport entre la somme des bénéfices actualisés et la somme des coûts actualisés.

L'ACB présente donc de nombreuses analogies avec les choix d'investissement des entreprises privées, à la différence près qu'on ne maximise pas le profit privé, mais le bien-être collectif.

Or, comme le soulignent [Gibson & Wallace \(2016\)](#), si l'ACB est largement utilisée, il n'existe pas de norme internationale permettant de produire des analyses uniformes. Bien que certains paramètres soient inclus dans la plupart des ACB, il n'existe pas de cadre d'analyse unifié pour mettre en œuvre une telle analyse. Le guide de la [Commission Européenne \(2014\)](#) qui vise à fournir des conseils pratiques sur l'évaluation des grands projets identifie en effet de nombreuses sources d'erreurs à chaque étape d'une ACB. Il existe donc une forte hétérogénéité dans l'application de cette méthode entre les États et les organisations internationales. Plus encore, cette méthode, telle qu'elle est généralement appliquée, omet de nombreux impacts qui influencent pourtant largement les résultats.

## 2.2 LA MÉTHODE GLOPRAM : *Global Project Assessment Method*

### 2.2.1 DESCRIPTION GÉNÉRALE

Nous proposons une approche analytique, qui permet de calculer et considérer l'impact socio-économique, environnemental, financier et budgétaire d'un projet année après année. L'idée sous-jacente est qu'un projet bien préparé générera des externalités positives et qu'une grande partie (sinon la totalité) des coûts budgétaires du projet sera compensée par le biais de taxes sur la richesse supplémentaire créée. Ainsi, il y a un lien entre les recettes socio-économiques d'un projet et ses recettes fiscales. Pour certains projets, les taxes sur la richesse créée font même plus que compenser les coûts initiaux comme le montre le [FMI \(2014\)](#). Dans la même optique que la Commission pour la taxonomie, nous prenons en compte la valorisation des dommages environnementaux évités par le développement du projet.

L'approche GLOPRAM se distingue des méthodes conventionnelles par le caractère global de l'analyse effectuée. Elle permet de mettre en relation des données microéconomiques (à l'échelle d'un projet ou d'une entreprise) avec des grandeurs macroéconomiques telles que le budget de l'État, le PIB ou encore la dette publique. Elle permet ainsi d'évaluer un projet de manière rigoureuse et objective en estimant les impacts marchands et non-marchands du projet pour l'ensemble des agents économiques (les usagers, la population, l'entreprise de construction, l'État et le partenaire privé le cas échéant) en tenant compte des coûts/bénéfices environnementaux (changement climatique, pollution de l'air locale et variation de services écosystémiques) mais également d'autres facteurs souvent négligés dans les ACB classiques (variation de surplus induite par le retour à l'emploi, dépenses et recettes fiscales, coûts évités, etc.).

Un des atouts de cette approche est qu'elle permet de refléter, par une modélisation simple, la complexité inhérente à un projet. Le modèle peut ainsi être appliquée de manière systématique

---

en simulant une grande variété de situations. Il s'agit d'un outil d'aide à la décision qui permet de répondre par exemple aux questions suivantes :

- ➔ Le projet est-il rentable du point de vue socio-économique ?
- ➔ Le projet induit-il un supplément d'activité économique ?
- ➔ Le projet contribue-t-il à l'atténuation du changement climatique ?
- ➔ Quel sera le bilan du projet selon le mode contractuel retenu ?
- ➔ Quel est l'impact du projet sur le budget de l'État ?
- ➔ Le projet induit-il une amélioration ou une détérioration du ratio Dette/PIB ?

Notons toutefois que pour obtenir des résultats précis, des données relatives au projet lui-même et à ses implications économiques, sociales et environnementales sont nécessaires. En outre, un suivi systématique des résultats effectifs des projets réalisés permettrait d'affiner les paramètres et hypothèses clés du modèle pour les projets futurs.

La structure générale de la méthode GLOPRAM est présentée dans la Figure 3. Comme dans toute méthode d'évaluation de projet, le point de départ est l'évaluation des impacts socio-économiques et environnementaux. Afin d'assurer une exhaustivité des coûts et bénéfices considérés ainsi qu'une acceptation au niveau international, nous proposons une application systématique des bonnes pratiques décrites par la [Commission Européenne \(2014\)](#). Cette première étape permet de calculer la VAN et le TRI du projet (comme dans les évaluations socio-économiques présentées dans les Dossiers d'Enquête Publique), et propose une estimation synthétique des impacts sur le PIB et sur le *Welfare*.

En outre, l'approche GLOPRAM permet de tenir compte des spécificités contractuelles d'un projet (gratuit ou à péage, contrat de concession, projet financé par l'État, etc...). Dans le cadre d'un contrat dans lequel l'entreprise privée apporte le financement, des données financières sont intégrés à un modèle financier type (concession-partenariat). Ce bloc financier sert principalement à évaluer le montant de la subvention éventuelle et le TRI des investisseurs de la société concessionnaire. La subvention est déterminée par un calcul itératif pour tenir compte des frais financiers intercalaires. Le modèle financier de la concessionnaire est alimenté par les revenus et les dépenses évaluées dans la partie socio-économique, les dépenses d'investissement, d'exploitation et de maintenance, et la répartition Dette/Capital. Un traitement spécial est fait pour simuler l'approche particulièrement précautionneuse des analyses traditionnelles (comme celles du FMI).

Les résultats de cette première partie du modèle sont ensuite utilisés pour évaluer l'impact budgétaire global du projet en incluant notamment les recettes fiscales et les coûts évités qui ne sont pas pris en compte dans les analyses traditionnelles.

L'approche permet d'évaluer : i) la VAN et le TRI du projet, mais également la VAN et le TRI pour l'entreprise privée et pour l'État ; ii) les coûts et recettes cumulés pour l'État ; et iii) la variation du ratio Dette/PIB induite par le projet.

Compte tenu des incertitudes relatives aux différents taux d'actualisation à utiliser, une analyse

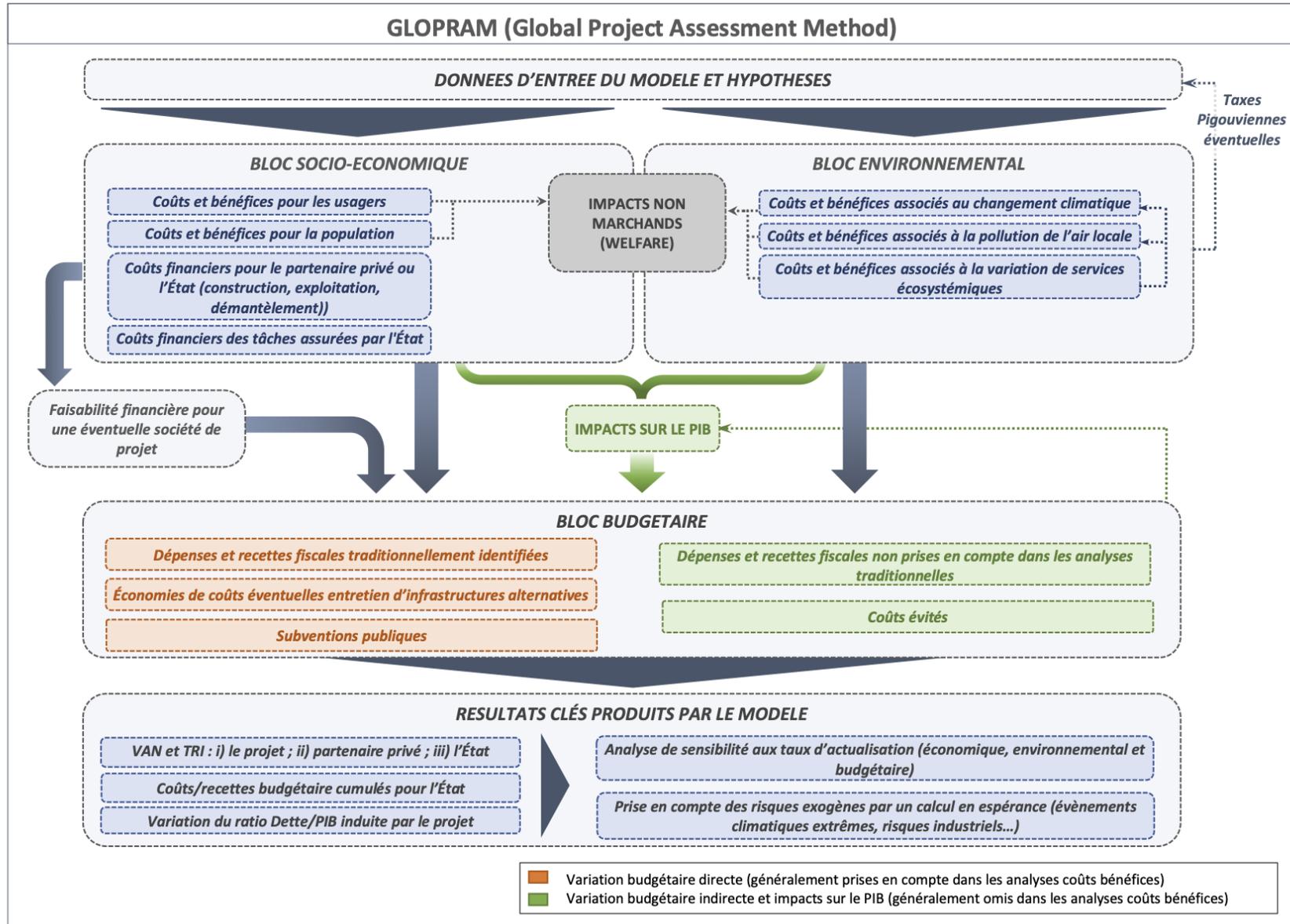
de sensibilité peut être effectuée<sup>2</sup>.

Enfin, la principale menace pour les infrastructures réside dans les dommages qui peuvent être potentiellement causés par les événements climatiques extrêmes dont la fréquence et l'intensité devraient être accrues en conséquences du changement climatique. Il apparaît donc essentiel de tenir compte de ce risque. Nous proposons ici de réaliser une analyse GLOPRAM sur toutes les éventualités envisagées en leurs associant une probabilité. Un calcul d'espérance et une analyse statistique peuvent alors être réalisés pour chacun des résultats clés produits par le modèle.

---

2. Dans un calcul socio-économique, l'actualisation consiste à ramener à une date unique des grandeurs monétaires ou monétarisées qui s'échelonnent dans le temps. C'est un élément déterminant du calcul socio-économique des projets d'investissements publics qui ont des impacts très éloignés dans le temps. En pratique, la prise en compte du taux d'actualisation dans le calcul socioéconomique des projets présente de fortes différences suivant les pays. Pour les simulations qui suivent, nous avons retenu un taux d'actualisation économique de 5% afin de tenir compte de la situation actuelle. Pour plus de détails sur ce sujet, voir l'Annexe A.

**FIGURE 3 – Structure générale de la méthode GLOPRAM**



### 2.2.2 DÉTAIL DES DIFFÉRENTS BLOCS

La Figure 4 détaille les différents blocs du modèle. Afin de fournir des estimations les plus réalistes possibles, il est essentiel d'effectuer en amont une étude de la demande prévisionnelle qui est déterminante pour l'évaluation socio-économique et environnementale.

#### *Bloc socio-économique*

L'analyse socio-économique est la base sur laquelle l'ensemble des participants devrait s'appuyer pour décider de mener à bien ou non un projet. Elle se constitue principalement d'une analyse coûts-bénéfices. Les bénéfices monétaires et non monétaires sont évalués pour les groupes de population suivants :

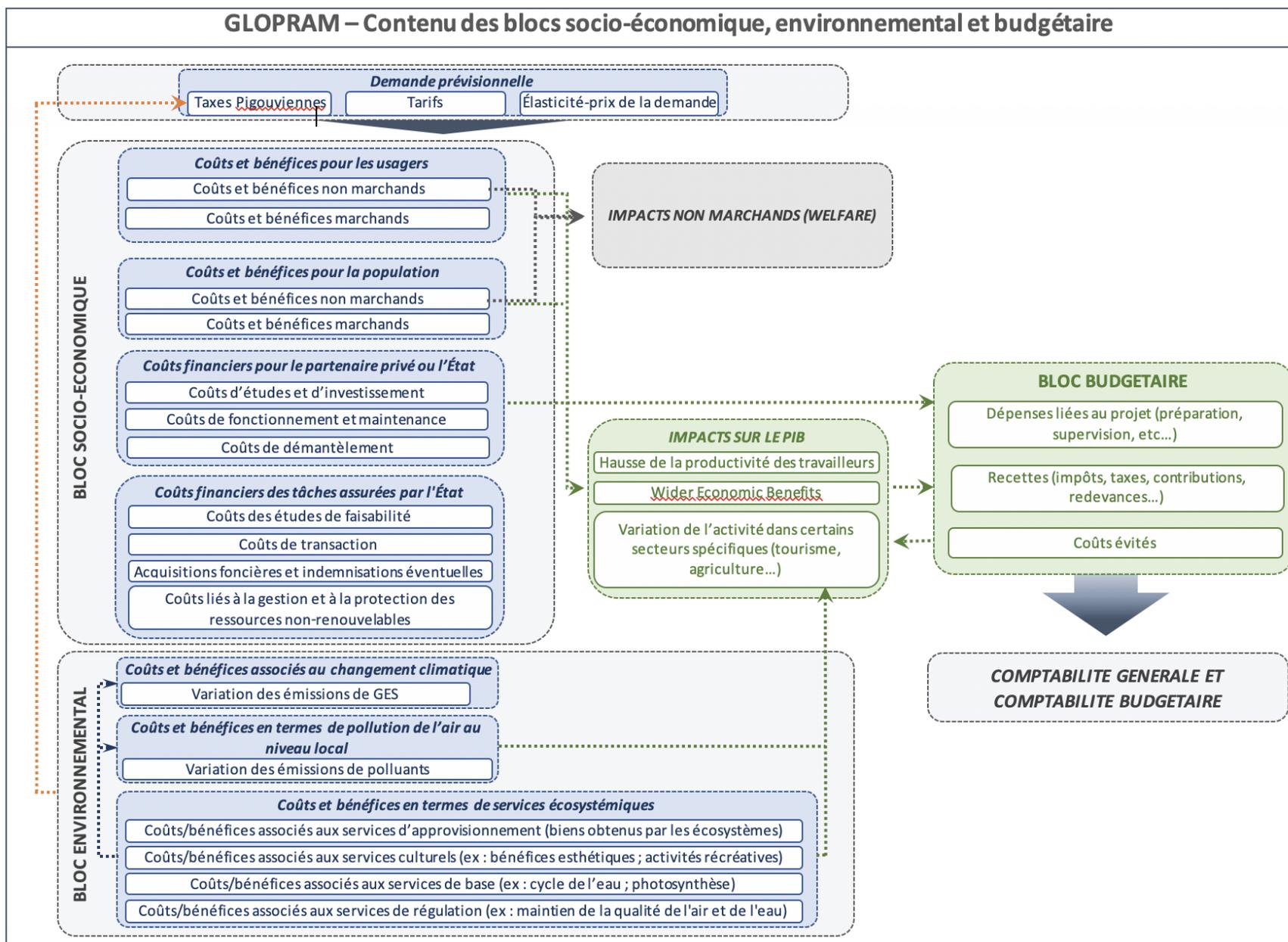
- ➔ les usagers ;
- ➔ la population ;
- ➔ le partenaire privé ou l'État selon le cadre contractuel ;
- ➔ l'État qui supporte nécessairement certains coûts de préparation et de supervision.

Pour les usagers et la population, les coûts/bénéfices sont regroupés en fonction de leur caractère marchand et non marchand<sup>3</sup>. Toutefois, certains bénéfices non marchands peuvent avoir un impact sur le PIB comme c'est le cas par exemple du gain de temps professionnel, dans le cas des infrastructures de transport, qui influence positivement la productivité des travailleurs. Concernant les coûts financiers pour le partenaire privé ou l'État, ils se répartissent entre coûts des études et d'investissement, coûts de fonctionnement et maintenance et les coûts de démantèlement. Les coûts de préparation, réalisation et exploitation du projet ont été répartis en deux familles : les coûts qui sont toujours portés par l'État et ceux qui, selon le type de contrat, peuvent être portés par l'État ou une société de projet spécifique. Dans la première famille, on trouvera les études initiales, les acquisitions foncières et libération d'emprises, des coûts de transaction, une partie des études d'avant-projet, le contrôle et monitoring du contrat, et une partie des coûts liés à la protection des ressources naturelles. Dans la seconde famille, on trouvera le coût des études détaillées, de construction, de dépassement de travaux, de transactions et, s'il y a une société de projet, son coût de fonctionnement.

Sauf dans le cas de la société de projet, tous ces coûts économiques sont directement répercutés dans le bloc budgétaire. Dans le cas d'une société de projet, les coûts des études détaillées, de construction, de dépassement de travaux (partiellement), de transaction, d'éventuelles taxes ou redevances, et du fonctionnement de la société elle-même sont portés par la société de projet durant la période du contrat. Seules les éventuelles subventions de construction et d'exploitation seront portées par l'État.

3. Les biens et services marchands ont une valeur de marché, directement utilisable, alors que les biens et services non marchands n'ont pas à proprement parler de "prix", et sont donc plus difficilement monétisables

FIGURE 4 – Détail des blocs de la méthode GLOPRAM



Notons que les coûts et bénéfices pour les usagers sont spécifiques à chaque type d'infrastructure alors que les coûts pour l'État et/ou le partenaire privé sont assez semblables pour l'ensemble des projets.

### *Bloc environnemental*

Conformément aux règles applicables dans l'Union Européenne<sup>4</sup>, l'évaluation socioéconomique est complétée par une évaluation des coûts et bénéfices environnementaux des projets. Or, comme le souligne la [Commission Européenne \(2014\)](#) on assiste généralement à un manque de cohérence entre les options analysées dans l'ACB et les options analysées dans l'étude d'impact environnemental (EIE). Afin d'éviter cet écueil, nous avons inclus un bloc environnemental qui vient compléter systématiquement l'ACB d'un projet donné.

L'une des difficultés majeures relatives à la construction de ce bloc réside dans l'identification des coûts et bénéfices à prendre en compte. Pour ce faire, nous nous sommes notamment appuyés sur les préconisations de la [Commission Européenne \(2014, 2019\)](#), la méthodologie SuRe<sup>®</sup> (Standard for Sustainable and Resilient Infrastructure), et la littérature académique sur le sujet. Les coûts et bénéfices environnementaux associés aux infrastructures sont variés et diffèrent largement d'une infrastructure à l'autre. Toutefois, il est possible de regrouper ces effets (potentiellement positifs et négatifs) en trois catégories :

- ➔ Les coûts et bénéfices en termes de changement climatique
- ➔ Les coûts et bénéfices résultants de la pollution de l'air au niveau local
- ➔ Les coûts et bénéfices en termes de services écosystémiques

L'une des conséquences les plus évidente de la construction et l'utilisation d'une infrastructure est l'impact sur le changement climatique, induit par les émissions de gaz à effet de serre (GES)<sup>5</sup>. Les coûts du changement climatique sont définis comme les coûts associés à tous les effets du réchauffement climatique, tels que l'élévation du niveau de la mer, la perte de biodiversité, les problèmes de gestion de l'eau, la fréquence croissante des phénomènes météorologiques extrêmes et les mauvaises récoltes ([Commission Européenne \(2019\)](#)). L'une des caractéristiques essentielles des émissions des GES est leur caractère global : l'impact est le même peu importe la zone géographique dans laquelle les GES sont émis.

La [Commission Européenne \(2014\)](#) propose une méthodologie d'estimation des coûts du changement climatique dérivés des émissions de GES, méthodologie que nous reprenons dans l'approche GLOPRAM :

- (i) Quantification du volume additionnel des émissions (ou des économies d'émissions) dans l'atmosphère

---

4. Les Directives 2011/92/EU et 2014/52/EU établissent le cadre réglementaire de l'UE relativement aux études d'impact environnemental.

5. Les GES comprennent les sept gaz énumérés dans le protocole de Kyoto, à savoir : le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), le méthane (CH<sub>4</sub>), l'oxyde nitreux (N<sub>2</sub>O), les hydrofluorocarbures (HFC), les hydrocarbures perfluorés (PFC), l'hexafluorure de soufre (SF<sub>6</sub>) et le trifluorure d'azote (NF<sub>3</sub>).

- (i) Calcul des émissions totales en équivalent-CO<sub>2</sub> (CO<sub>2</sub>e) à l'aide des *Global Warming Potentials (GWP)* : les émissions de GES autres que le CO<sub>2</sub> sont convertis en CO<sub>2</sub>e à l'aide de facteurs de conversion normalisés, les GWP .
- (i) Évaluation monétaire à l'aide d'un coût unitaire de CO<sub>2</sub>e : les émissions en CO<sub>2</sub>e sont multipliées par un cout unitaire exprimé en €/tonne

Les étapes (i) et (ii) peuvent être réalisées en suivant la méthodologie proposée par l'EIB (2018). Pour l'étape (iii) on applique alors la formule suivante :

$$\text{Coûts des émissions de GES} = V_{GES} \times C_{GES} \quad (2.2)$$

avec  $V_{GES}$  le volume supplémentaire d'émissions de GES produit par le projet, exprimé en équivalent-CO<sub>2</sub> et  $C_{GES}$  le prix unitaire du CO<sub>2</sub>, actualisé et exprimé aux prix de l'année au cours de laquelle l'analyse est effectuée. Notons qu'il n'y a pas à ce jour de consensus autour du prix unitaire du CO<sub>2</sub>. Une discussion autour de ce sujet est présentée dans l'Encadré 2

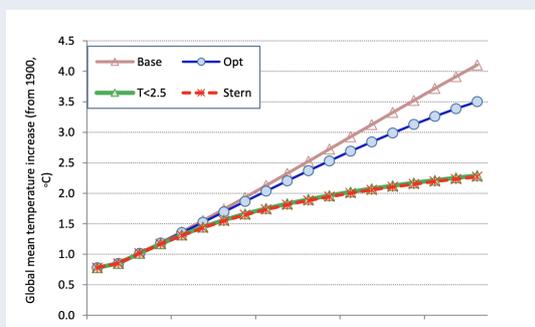
### ENCADRÉ 2 - LE DÉBAT AUTOUR DU PRIX DU CO<sub>2</sub>

Dans son livre, *Le climat après la fin du mois* (Gollier (2019)), Christian Gollier expose les termes du débat scientifique autour du prix du carbone. Selon lui, un prix de 50€ la tonne de CO<sub>2</sub> est "très insuffisant pour atteindre les ambitieux objectifs de réduction de CO<sub>2</sub> que la France et l'Europe se sont fixés pour 2030 et 2050".

Afin de relever les défis posés par le changement climatique, les scientifiques ont développé des modèles de prévision qui permettent notamment de simuler l'ampleur du réchauffement climatique à horizon 2100 sous différentes hypothèses économiques. L'un des modèles les plus répandus est le modèle DICE (*Dynamic Integrated Climate-Economy*), développé par William Nordhaus, qui "relie les facteurs qui influent sur la croissance économique, les émissions de CO<sub>2</sub>, le cycle du carbone, le changement climatique, les dommages climatiques et les politiques climatiques" (Nordhaus (2007)). Le modèle DICE considère l'économie du changement climatique dans la perspective de la théorie néoclassique de la croissance économique.

Gollier (2019) expose les résultats clés des simulations effectuées par Nordhaus (2018) en considérant plusieurs scénarios et qui sont reportés dans la Figure ci-dessous.

#### Évolution de la température dans différents scénarios. Source : Nordhaus (2018)



Avec un prix de la tonne de CO<sub>2</sub> de 35\$ en 2020 qui augmente jusqu'à 100\$ en 2050 (qui correspond au scénario "optimal"), l'augmentation de température attendue d'ici 2100 est de 3,5°C. Gollier (2019) précise en outre "qu'avec une telle politique de prix du carbone, le PIB mondial sera réduit d'environ 3% en 2100 à cause du changement climatique". En reparamétrant le modèle avec les paramètres du Rapport Stern (2006), qui implique une responsabilité beaucoup plus grande envers les générations futures, on obtient un prix de la tonne de CO<sub>2</sub> de 300\$ en 2020, environ 400\$ en 2030 et 600\$ en 2050. Comme le souligne Gollier (2019), "selon cette chronique de prix beaucoup plus élevés, les émissions chuteront très vite pour atteindre la neutralité carbone aux alentours de 2050" et la température de la terre augmentera de 2,3°C d'ici la fin du siècle.

Un autre impact environnemental pris en compte par la méthode GLOPRAM est la pollution

de l'air au niveau local. Le droit européen fixe d'ailleurs des valeurs limites pour certains polluants dans l'air à partir des études épidémiologiques, conduites notamment par l'Organisation Mondiale de la Santé. Les principaux polluants sont les particules ou poussières en suspension (PM), les oxydes d'azote ( $\text{NO}_x$ ), le dioxyde de soufre ( $\text{SO}_2$ ), les composés organiques volatils (COV), les métaux lourds, l'ozone ( $\text{O}_3$ ), l'ammoniac ( $\text{NH}_3$ ) et les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)<sup>6</sup>.

Pour évaluer l'impact d'un projet sur la pollution de l'air au niveau local, il est nécessaire d'avoir des données relatives à la variation de la concentration de chaque type de polluant dans l'air induite par le projet et la valeur monétaire applicable à chaque type de polluant. Dans son *Environmental Prices Handbook*, CE Delft (2018) propose une valorisation monétaire de chaque type de polluant applicable dans l'Union Européenne<sup>7</sup>. Cette méthode de calcul a été utilisée par la Commission Européenne (2019) pour estimer les coûts associés à la pollution de l'air pour les infrastructures de transport.

Par ailleurs, comme le souligne la littérature académique (Wale & Yalaw (2010); Mueller *et al.* (2016)), l'impact des projets sur la biodiversité et les écosystèmes n'est pas toujours pris en compte dans les EIE. Cela peut s'expliquer par les difficultés relatives à la définition et à la mesure de la biodiversité. Pourtant, comme le souligne Farley (2012) l'impact économique de la dégradation des écosystèmes peut être majeur. Les ressources marines contribuent par exemple au PIB mondial par la pêche ou le tourisme. Afin d'appréhender l'impact économique des projets sur la biodiversité et les écosystèmes, il est d'usage d'utiliser le concept de services écosystémiques (voir notamment Mueller *et al.* (2016)) qui peuvent se définir comme les bénéfices apportés par le fonctionnement des écosystèmes qui contribuent au bien-être de la société et à l'ensemble des activités économiques. Une méthode pour évaluer les coûts et bénéfices associés à la biodiversité et aux écosystèmes consiste à lister et quantifier les services écosystémiques (la quantité de nourriture consommée, les jours de pêche à la ligne ou les jours d'utilisation à des fins récréatives par exemple) puis à les convertir en valeurs monétaires. Le Millenium Ecosystem Assessment (2005) propose de regrouper ces services en quatre catégories :

- ➔ les services d'approvisionnement sont les biens matériels obtenus par les écosystèmes comme la nourriture ou les combustibles ;
- ➔ les services de régulation tels que la régulation du climat, la lutte contre les parasites, le maintien de la qualité de l'air et de l'eau ;
- ➔ les services culturels qui sont des bénéfices non-matériels comme les bénéfices esthétiques ou la possibilité de profiter de la nature à des fins récréatives ;

6. Pour plus de détails, voir la [page dédiée](#) du Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire.

7. Ce manuel donne une estimation du coût des dommages pour plus de 2 500 polluants. Il est basé sur une combinaison de deux modèles : i) l'estimation du coût des dommages économiques ; et ii) l'évaluation du cycle de vie.

- 
- ➔ les services de base sont les processus écologiques dont tous les autres services dépendent comme par exemple le cycle de l'eau ou la photosynthèse.

### *Bloc fiscal et budgétaire*

L'originalité de ce bloc est de prendre en compte une évaluation des recettes budgétaires liées aux bénéfices socio-économiques et environnementaux engendrés par le projet. En effet, si le projet crée un bénéfice socio-économique, il contribue à une augmentation du PIB, et donc à une augmentation des taxes recouvrées par le ministère des Finances et les organismes sociaux. Dans ses études, même le FMI (2014) constate que les "bons" projets créent plus de taxes pour l'État que ce qu'ils ont coûté en investissement.

Les résultats obtenus permettent de montrer l'impact budgétaire (en cash) sur les comptes de la collectivité publique, année après année, que ce soit pour un contrat traditionnel ou un contrat avec un financement par un partenaire privé. Il reste à proposer une méthode pour le traitement comptable des dépenses budgétaires évitées, mais ceci ne sera pas fait dans le cadre de la présente étude. Nous avons supposé que la collectivité qui paye la subvention est la même que celle qui récupère les recettes fiscales découlant de la construction et de l'exploitation du projet.

Au final, le GLOPRAM produit les résultats suivants :

- ➔ la VAN et le TRI du projet, du partenaire privé s'il y en a un et de l'État ;
- ➔ le payback pour l'État ;
- ➔ les dépenses et recettes cumulées pour l'État selon différents horizons temporels ;
- ➔ la variation du ratio Dette/PIB induite par le projet.

Enfin, un projet d'infrastructure a nécessairement des impacts sur l'activité économique, souvent ignorés dans les évaluations socio-économiques. Or, ce sont précisément ces effets qui permettent de dissocier les investissements productifs, accélérateurs du dynamisme économique des investissements socialement utiles mais dont l'impact purement économique est négligeable. Nous nous sommes appuyés sur la littérature académique (voir notamment Byett *et al.* (2015); Douglas & O'Keefe (2016); Venables (2016); Veryard (2016) et les *Transport Analysis Guidance (TAG)* du Département des transports Britannique afin de développer un cadre d'analyse adapté à une large variété de projets. Cette estimation découle de l'ensemble des trois blocs. Les bénéfices pour les usagers peuvent en effet se traduire par une hausse de la productivité des travailleurs, les coûts environnementaux peuvent avoir des répercussions sur certains secteurs spécifiques (agriculture, tourisme, etc.) et certains coûts évités pour l'État peuvent induire une variation de PIB.

### *Prise en compte des risques exogènes par un calcul en espérance*

Afin de prendre en compte certains facteurs de risques tels que le risque industriel ou les événements climatiques extrêmes, nous proposons de simuler plusieurs scénarios et de calculer

ler l'espérance et la variance des différents indicateurs produits par le modèle. Ainsi, l'approche GLOPRAM permettrait d'anticiper les effets du projet sur l'économie, le bien-être et le réchauffement climatique tout en tenant compte de l'impact de facteurs exogènes. Cette étape est particulièrement importante dans le contexte actuel de forte incertitude associée aux effets du changement climatique. Dans son rapport final, la *Task Force on Climate Related Financial Disclosure* (TCFD (2017)) affirme en effet que "s'il est largement reconnu que l'émission continue de gaz à effet de serre entraînera un nouveau réchauffement de la planète et que ce réchauffement pourrait avoir des conséquences économiques et sociales dommageables, le moment exact et la gravité des effets physiques sont difficiles à estimer"<sup>8</sup>.

La prise en compte des risques climatiques extrêmes est d'autant plus importante dans le cas spécifique des infrastructures dont la durée de vie est très longue. Les principales menaces pour le secteur des infrastructures sont :

- ➔ les évènements climatiques extrêmes dont la fréquence et l'ampleur sont accentués par le changement climatique ;
- ➔ le risque de submersion des côtes et d'inondation due à l'élévation du niveau de la mer qui est encore accentué par l'urbanisation et l'érosion des sols ;
- ➔ l'évolution des schémas de distribution de l'eau ;
- ➔ la hausse de la température qui impacte nécessairement les coûts de fonctionnement

Certaines mesures spécifiques peuvent alors être prises en amont du projet pour contribuer à l'un des six objectifs majeurs identifiés par la taxonomie : l'adaptation au changement climatique. La méthode GLOPRAM permet d'évaluer de manière objective les différents scénarios envisagés.

## 2.3 APPLICATIONS EMPIRIQUES DU GLOPRAM

Afin de réaliser une application empirique de cette approche, nous avons développé le modèle GLOPRAM-2020 qui permet d'évaluer un projet donné par la méthode GLOPRAM. Afin d'illustrer l'importance d'adopter une approche globale, nous avons appliqué ce modèle à deux projets :

- ➔ Un projet de construction d'une infrastructure autoroutière largement inspiré de la liaison A89-A6 à l'ouest de Lyon
- ➔ Un projet fictif de construction d'un parc éolien sur terrain nu en France

### 2.3.1 ÉVALUATION D'UN PROJET DANS LE SECTEUR DES TRANSPORTS

---

8. "While it is widely recognized that continued emission of greenhouse gases will cause further warming of the planet and this warming could lead to damaging economic and social consequences, the exact timing and severity of physical effects are difficult to estimate" (TCFD (2017)).

---

## Présentation générale

Cette mise en œuvre de la méthode GLOPRAM s'appuie sur les données relatives au projet de liaison autoroutière A89-A6. Plus précisément, le projet concerne une liaison autoroutière concédée, d'une longueur d'environ 5,5 km, reliant l'autoroute A89 sur la commune de La Tour-de-Salvagny, à l'autoroute A6, sur la commune de Limonest dans le département du Rhône. Le coût de construction est évalué à 146 millions d'euros HT. Les données d'entrée du modèle ont été déduites des estimations effectuées dans le cadre de l'évaluation socio-économique<sup>9</sup>. Comme précisé dans la Section 2.2.1, les coûts/bénéfices pour les usagers et la population sont spécifiques à chaque type d'infrastructure. Dans le cas d'un projet autoroutier les coûts/bénéfices identifiés sont présentés dans le Tableau 1. Les autres blocs sont communs à tous les types d'infrastructures.

**TABLEAU 1** – Coûts et bénéfices pour les usagers et la population dans le cas d'une infrastructure autoroutière

|                                           | Marchands                                                                                                                                                                            | Non-marchands                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Coûts/bénéfices pour les usagers</b>   | <ul style="list-style-type: none"><li>◇ Variation du coût d'usage des véhicules (VL &amp; PL)</li><li>◇ Coût d'utilisation de l'infrastructure</li><li>◇ Taxes éventuelles</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>◇ Gain de temps personnel et professionnel</li><li>◇ Amélioration du confort</li><li>◇ Amélioration de la fiabilité</li></ul>                                                                                                              |
| <b>Coûts/bénéfices pour la population</b> |                                                                                                                                                                                      | <ul style="list-style-type: none"><li>◇ Décongestion des routes alternatives</li><li>◇ Amélioration de la sécurité</li><li>◇ Variation des nuisances sonores</li><li>◇ Variation des vibrations</li><li>◇ Variation de <i>welfare</i> induite par le retour à l'emploi</li></ul> |

Ces coûts/bénéfices pour les usagers et la population sont généralement inclus dans les analyses à l'exception de la variation de *welfare* induite par le retour à l'emploi. Un projet induit une création d'emploi et donc le retour à l'emploi d'un certain nombre de personnes au chômage ou sans activité, ce qui impacte directement leur bien-être - ou *welfare*. Cette variation de *welfare* peut être mesurée par le surplus du travailleur qui est la différence entre le salaire de réserve et le salaire perçu<sup>10</sup>.

## Résultats clés

Nous présentons ici les résultats pour un financement traditionnel sans péage.

La Figure 5 présente les coûts budgétaires cumulés pour l'État en adoptant, d'une part, la méthode GLOPRAM qui tient compte de l'ensemble des recettes fiscales pour l'État et d'autre

---

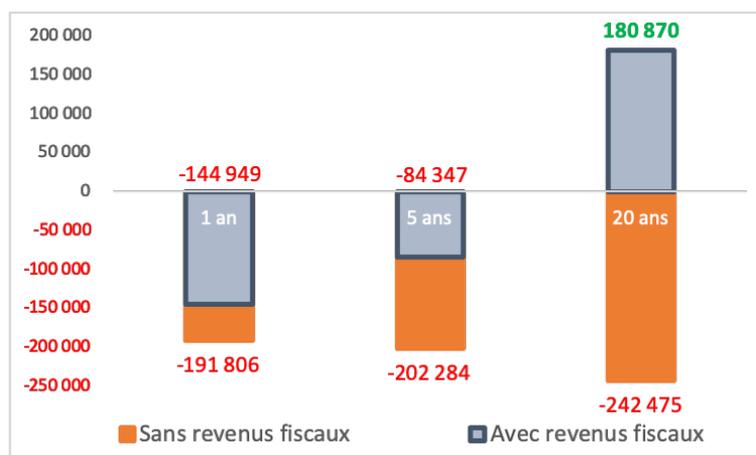
9. Pièce F du dossier d'enquête public.

10. Les détails de la méthode de calcul utilisée dans le cas présent sont disponibles sur demande.

part, la méthode plus classique qui consiste à ignorer les variations de recettes fiscales induites par le projet. Cette analyse comparative met en évidence d'importants écarts pour chaque horizon temporel retenu. Même à la fin de la première année de construction l'écart est d'environ 50 millions d'euros. Après 20 ans, la différence est flagrante puisqu'avec une approche traditionnelle on anticipe un coût cumulé de 242 millions d'euros pour l'État alors que le projet aura en réalité généré plus de 180 millions d'euros de recettes additionnelles<sup>11</sup>. Cette analyse empirique souligne la nécessité de revoir les méthodes d'évaluation des projets en adoptant une approche budgétaire afin que les projections de *cash flows* reflètent au mieux la réalité des projets.

**FIGURE 5** – Impact de la prise en compte des recettes fiscales sur le coût budgétaires cumulés pour l'État

Cette figure présente les coûts budgétaires cumulés pour l'État à horizon 1 an, 5 ans et 20 ans, avec et sans prise en compte des recettes fiscales. Cette estimation a été réalisée à partir du modèle GLOPRAM-2020 sur un projet autoroutier inspiré de la liaison A89-A6 en France.

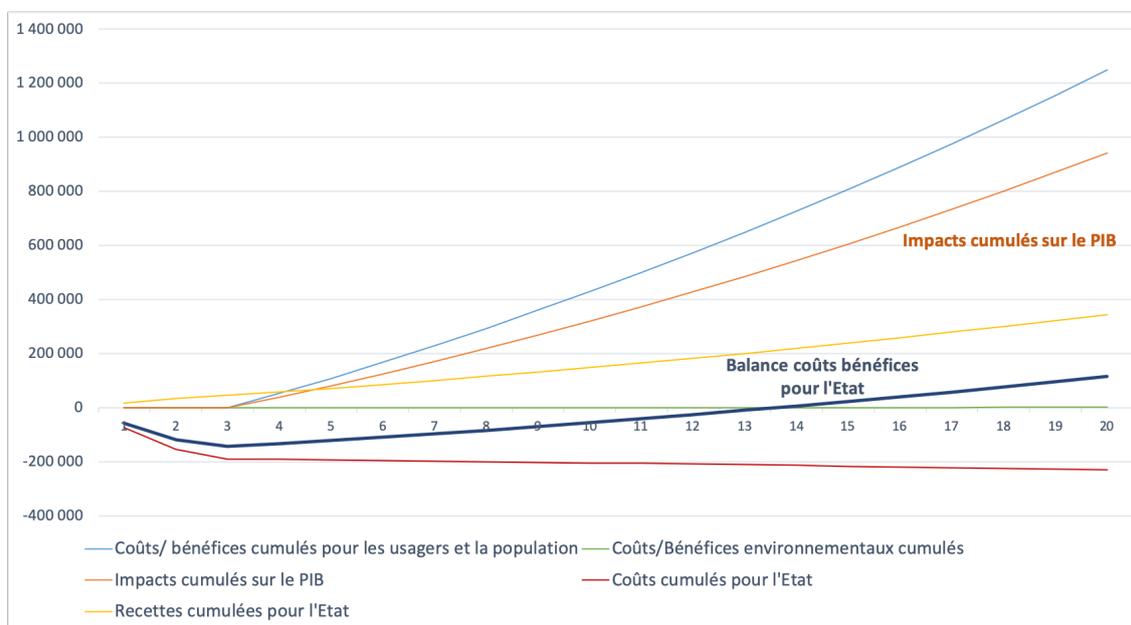


Ces coûts budgétaires cumulés sont calculés à partir des indicateurs classiques que sont les coûts et bénéfices pour les usagers, la population, les coûts relatifs au projet et les coûts et bénéfices environnementaux, en veillant à distinguer ce qui relève du *welfare* de ce qui influence effectivement l'activité économique. En particulier, le modèle GLOPRAM-2020 permet d'isoler l'augmentation de PIB induite par le projet et d'estimer les coûts cumulés pour l'État sur la période souhaitée. Les séries chronologiques correspondant à ces différents indicateurs sont présentées dans la Figure 6. On observe que la balance coûts-bénéfices pour l'État devient positive à partir de la quatorzième année, ce qui implique qu'à long terme, le projet se finance largement. Ce résultat est influencé par la prise en compte de l'impact cumulé sur le PIB qui se traduit nécessairement en recettes fiscales pour l'État.

11. Ces résultats sont robustes à plusieurs spécifications même si l'ampleur de cet écart peut varier en fonction des paramètres du modèle.

## FIGURE 6 – Coûts et bénéfices cumulés générés par un projet autoroutier

Cette figure présente les coûts/bénéfices cumulés pour les usagers et la population, l'environnement et l'État, ainsi que l'impact cumulé du projet sur le PIB et la balance coûts-bénéfices pour l'État. Ces résultats ont été obtenus en appliquant le modèle GLOPRAM-2020 sur un projet autoroutier inspiré de la liaison A89-A6 en France.



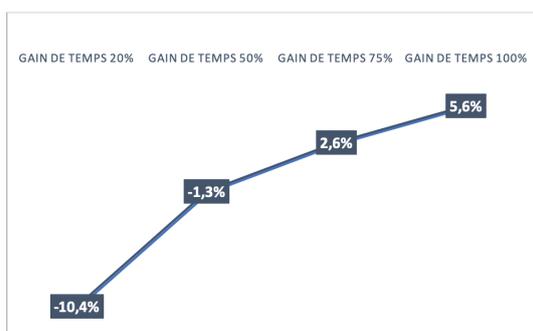
La prise en compte de la variation de PIB induite par le projet étant à la fois peu courante et déterminante pour l'équilibre budgétaire de l'État, nous avons réalisé une analyse de sensibilité aux deux principaux facteurs considérés dans le cas présent : la valeur du gain de temps professionnel et les *Wider Economic Benefits*<sup>12</sup>. Les Figures 7a et 7b illustrent la sensibilité du TRI pour l'État à la prise en compte de ces deux facteurs.

## FIGURE 7 – Impact de la prise en compte des variations du PIB sur le TRI pour l'État

La Figure (a) (respectivement (b)) présente le TRI pour l'État en considérant qu'une proportion du gain de temps professionnel (resp. des *Wider Economic Benefits*) se répercute directement sur le PIB. Cette estimation a été réalisée à partir du modèle GLOPRAM-2020 sur un projet autoroutier inspiré de la liaison A89-A6 en France.

(a) Gain de temps professionnel

(b) *Wider Economic Benefits*



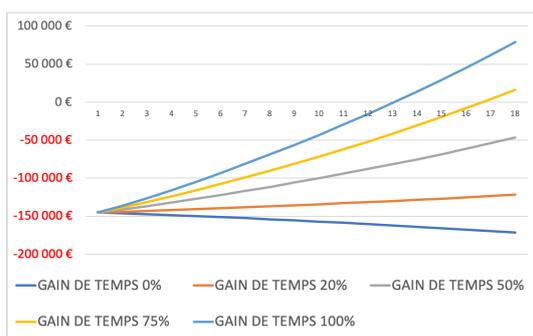
12. Pour une explication détaillée des *Wider Economic Benefits* voir Amar (2019).

La correcte prise en compte de ces effets sur l'activité économique est déterminante puisque la part du gain de temps professionnel incluse dans l'estimation du PIB généré par le projet fait varier le TRI pour l'État de -10,4% à 5,6%, toutes choses égales par ailleurs. Par ailleurs, si l'on considère que la valeur du gain de temps professionnel se répercute entièrement sur le PIB, la variation des *Wider Economic Benefits* de 0% à 25% fait passer le TRI de 5,4% à 9,2%. Cette sensibilité du TRI à la prise en compte des impacts sur le PIB se traduit par une forte sensibilité des coûts budgétaires cumulés pour l'État présentés dans les Figures 8a et 8b.

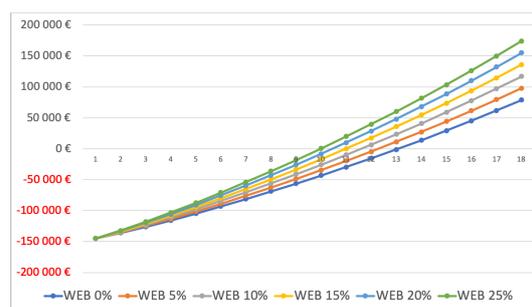
**FIGURE 8** – Impact de la prise en compte des variations du PIB sur le résultat budgétaire cumulé pour l'État

La Figure (a) (respectivement (b)) présente le résultat budgétaire cumulé pour l'État en considérant qu'une proportion du gain de temps professionnel (resp. des *Wider Economic Benefits*) se répercute directement sur le PIB. Le résultat budgétaire cumulé pour l'État se calcule de la manière suivante :  $\sum Recettes - \sum Coûts$ . Cette estimation a été réalisée à partir du modèle GLOPRAM-2020 sur un projet autoroutier inspiré de la liaison A89-A6 en France.

(a) Gain de temps professionnel



(b) *Wider Economic Benefits*



## Analyse et optimisation des différentes formes contractuelles

L'une des particularités du modèle GLOPRAM-2020 est la possibilité de prendre en compte les différents modes contractuels. Nous présentons ici les résultats produits par le modèle en considérant les modes contractuels suivants.

Par rapport à la procédure traditionnelle de marché public, prise comme référence car c'est par elle que la majorité des projets sont exécutés, nous avons comparé plusieurs possibilités. De plus, pour le marché public, le contrat CREM (Conception, Réalisation, Exploitation, Maintenance, ou *Design, Build, Operate, Maintain* en termes anglo-saxons) et le marché de partenariat (*PFI* en termes anglo-saxons), nous avons étudié la possibilité d'avoir un paiement par l'utilisateur (péage). Pour la forme "concession", il y a évidemment un péage. Enfin, nous avons examiné les conséquences économiques et financières d'un retard d'un an dans la réalisation d'un projet.

**TABLEAU 2** – Les différentes formes contractuelles prises en compte par le modèle GLOPRAM-2020

| Possibilités étudiées                              | Option n°1                    | Option n°2                            | Option n°3                                    | Option n°5                            | Option n°6                            |
|----------------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| Type de contrat                                    | Traditionnel                  | Traditionnel                          | Traditionnel                                  | CREM                                  | CREM                                  |
| Maîtrise d'ouvrage                                 | Ministère                     | Ministère                             | Ministère                                     | Ministère                             | Ministère                             |
| Optimisation du coût technique par le privé        | non                           | non                                   | non                                           | oui                                   | oui                                   |
| Péage réel de l'utilisateur à la société de projet | non                           | non                                   | non                                           | non                                   | non                                   |
| Paievements de l'Etat à la société de projet       | non                           | non                                   | non                                           | non                                   | non                                   |
| Péage réel de l'utilisateur à l'Etat               | non                           | non                                   | oui                                           | non                                   | oui                                   |
| Politique tarifaire                                | sans objet                    | sans objet                            | optimisation socio eco                        | sans objet                            | optimisation socio eco                |
| Funding                                            | Contribuable                  | Contribuable                          | Client et contribuable                        | Contribuable                          | Client et contribuable                |
| Financement/Financing                              | Budget public, emprunt public | Budget public, emprunt public         | Budget public, emprunt public                 | Budget public, emprunt public         | Budget public, emprunt public         |
| Décisions sur les investissements et dividendes    | sans objet                    | sans objet                            | sans objet                                    | sans objet                            | sans objet                            |
| Période des paiements faits par l'Etat             | Pendant les travaux           | Pendant les travaux, retardés d'un an | Pendant les travaux                           | Pendant les travaux et l'exploitation | Pendant les travaux et l'exploitation |
| Possibilités étudiées                              | Option n°7                    | Option n°8                            | Option n°9                                    | Option n°12                           |                                       |
| Type de contrat                                    | Marché de partenariat         | Marché de partenariat                 | Concession                                    | Concession                            |                                       |
| Maîtrise d'ouvrage                                 | Partenaire privé              | Partenaire privé                      | Société publique                              | Partenaire privé                      |                                       |
| Optimisation du coût technique par le privé        | oui                           | oui                                   | oui                                           | oui                                   |                                       |
| Péage réel de l'utilisateur à la société de projet | non                           | non                                   | oui                                           | oui                                   |                                       |
| Paievements de l'Etat à la société de projet       | oui                           | oui                                   | non                                           | non                                   |                                       |
| Péage réel de l'utilisateur à l'Etat               | non                           | oui                                   | non                                           | non                                   |                                       |
| Politique tarifaire                                | sans objet                    | optimisation socio eco                | optimisation socio eco                        | Maximisation des recettes             |                                       |
| Funding                                            | Contribuable                  | Client et contribuable                | Client et contribuable                        | Client                                |                                       |
| Financement/Financing                              | Capital et emprunt privé      | Capital et emprunt privé              | Budget public, emprunt d'une société publique | Capital et emprunt privé              |                                       |
| Décisions sur les investissements et dividendes    | Partenaire privé              | Partenaire privé                      | Société publique                              | Partenaire privé                      |                                       |
| Période des paiements faits par l'Etat             | Pendant l'exploitation        | Pendant l'exploitation                | Pendant les travaux                           | Néant                                 |                                       |

Les contrats de type *Strategic Partnership*, *PFI avec shadow toll* et *Regulated Asset based contracts* ont été également simulés, mais il est inutile d'alourdir la présente étude.

Tous les résultats sont donnés en euros constants. Le projet retenu est le projet autoroutier présenté, à fort trafic et donc à forte utilité économique.

La comparaison entre contrat traditionnel et contrat dits « PPP » a donné lieu à des discussions sans fin, plutôt doctrinaires que rigoureuses. En fait, pour la faire convenablement, il est nécessaire de réaliser un modèle comportant de nombreux paramètres : ceux qui sont communs

au pays (18 paramètres économiques, financiers et budgétaires) et ceux qui sont propres au contrat et à son mode de financement (40 paramètres techniques, économiques, financiers, et fiscaux). La comparaison entre les types de contrats ne peut pas s'appliquer à tous les projets : chaque mode contractuel a son domaine de pertinence, et en sortir conduit inévitablement à de graves déconvenues techniques et financières.

Enfin, il faut remarquer qu'à l'époque où l'on parle de "big data", les informations précises concernant le bilan des projets/contrats sont particulièrement rares. C'est dommage car cela éclairerait la décision publique.

Dans le Tableau 3 représentant les résultats, les paramètres nationaux ont été calés sur la situation en France. D'autres pays auraient des résultats différents. Les paramètres techniques ont été calés à partir de documents d'études publiés sur la comparaison entre contrat traditionnel et PPP, ainsi que sur la documentation publiée par les journaux spécialisés en financement d'infrastructure et les organismes d'études financières.

Les grandeurs étudiées sont au nombre de 28, mais on ne présentera ici que les principales. Les quatre taux d'actualisation (économique, environnemental, financier et budgétaire) sont ajustables, et les résultats varient sensiblement suivant leurs valeurs respectives. Pour les contrats avec société de projet, la durée de l'emprunt est variable, prise ici égale à 19 ans pour un contrat de 25 ans, dont 3 ans de construction. La durée d'observation pour l'impact budgétaire est de 1 an, 5 ans et 20 ans après la fin des travaux. Elle est variable, au choix de l'utilisateur du modèle.

Le coût de l'autoroute est de 146 millions € HT évalué pour un contrat traditionnel.

**TABLEAU 3** – Principales valeurs actualisées par type de contrat

Les résultats sont donnés en millions d'euros. Cette estimation a été réalisée à partir du modèle GLOPRAM-2020 sur un projet autoroutier inspiré de la liaison A89-A6 en France.

|                                                       | Coût initial Hors taxes de l'autoroute (M€) | Coût actualisé du contrat, y compris les surcoûts (estimés selon les statistiques) | Coûts actualisés des tâches sous la responsabilité de l'Etat (préparation du projet, acquisitions foncières,...) | Coûts actualisés d'exploitation et maintenance | Total des coûts actualisés | Valeur actuelle des paiement de l'Etat à la société de projet | Valeur actuelle nette des péages des clients de l'autoroute | Valeur actuelle nette des dépenses/recettes budgétaires avec recettes fiscales | Valeur actuelle nette des dépenses/recettes budgétaires sans recettes fiscales |
|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| Années d'exploitation pour le calcul budgétaire       |                                             |                                                                                    |                                                                                                                  |                                                |                            |                                                               |                                                             | 20                                                                             | 20                                                                             |
| Type de contrat                                       |                                             |                                                                                    |                                                                                                                  |                                                |                            |                                                               |                                                             |                                                                                |                                                                                |
| Traditionnel                                          | -146,0                                      | -159,0                                                                             | -25,6                                                                                                            | -27,9                                          | -212,4                     | 0,0                                                           | 0,0                                                         | 76,7                                                                           | -215,6                                                                         |
| Traditionnel gratuit et décalé d'un an                | -150,4                                      | -159,0                                                                             | -26,6                                                                                                            | -29,8                                          | -215,5                     | 0,0                                                           | 0,0                                                         | 68,6                                                                           | -225,5                                                                         |
| Traditionnel à péage                                  | -146,0                                      | -159,0                                                                             | -25,6                                                                                                            | -39,3                                          | -223,8                     | 0,0                                                           | 195,9                                                       | 250,5                                                                          | -28,4                                                                          |
| Contrat CREM (DBOM)                                   | -146,0                                      | -124,4                                                                             | -21,9                                                                                                            | -23,2                                          | -169,6                     | 0,0                                                           | 0,0                                                         | 110,9                                                                          | -172,1                                                                         |
| Contrat CREM à péage (DBOM & toll)                    | -146,0                                      | -124,4                                                                             | -21,9                                                                                                            | -32,2                                          | -178,6                     | 0,0                                                           | 195,9                                                       | 286,8                                                                          | 17,6                                                                           |
| Marché de partenariat (PFI)                           | -146,0                                      | -204,0                                                                             | -22,4                                                                                                            | -23,3                                          | -249,7                     | 238,8                                                         | 0,0                                                         | 74,9                                                                           | -253,3                                                                         |
| Marché de partenariat, à péage (PFI & toll)           | -146,0                                      | -204,0                                                                             | -22,4                                                                                                            | -35,1                                          | -261,5                     | 238,8                                                         | 228,4                                                       | 242,4                                                                          | -66,6                                                                          |
| Concession avec actionnaire public (State Owned Ent.) | -146,0                                      | -13,0                                                                              | -18,9                                                                                                            | 0,0                                            | -31,9                      | 0,0                                                           | 216,5                                                       | 282,5                                                                          | -32,4                                                                          |
| Concession privée (Private concession)                | -146,0                                      | -12,9                                                                              | -18,9                                                                                                            | 0,0                                            | -31,8                      | 0,0                                                           | 212,1                                                       | 344,9                                                                          | -32,3                                                                          |

On voit immédiatement sur ce tableau que :

- ➔ Le total des coûts actualisés est très semblable pour le contrat traditionnel et le marché de partenariat, car -avec nos hypothèses- l'économie technique du chantier est compensée par les surcoûts financiers.

- ➔ Le contrat CREM a un coût sensiblement plus bas
- ➔ Les contrats de concessions sont les moins chers pour l'État puisque c'est la société de projet qui paye les travaux avec les recettes des clients finaux
- ➔ Suivant que l'on prend en compte les recettes fiscales dues au projet, ou non, le résultat au bout de 20 ans est totalement différent.
- ➔ On constate, conformément aux observations du FMI, qu'un bon projet traditionnel se repaye uniquement par les recettes fiscales additionnelles qu'il engendre, recettes découlant en grande partie du PIB additionnel.
- ➔ Si l'on ne prend pas en compte les recettes fiscales, alors le projet engendre un coût budgétaire important, sauf avec les concessions.
- ➔ Le décalage d'un an n'a pas une forte influence sur les coûts actualisés

Si l'on regarde les coûts budgétaires non actualisés, mais tels qu'ils apparaîtraient dans la comptabilité publique, les résultats sont naturellement différents. Ces résultats sont présentés dans le Tableau 4.

**TABLEAU 4** – Simulation de l'impact budgétaire du projet

Ce tableau présente les coûts/bénéfices cumulés pour l'État en millions d'euros en tenant compte ou non des recettes fiscales et en considérant un horizon temporel de 1 an, 5 ans et 20 ans. Les chiffres en noir représentent des bénéfices budgétaires pour l'État. Cette estimation a été réalisée à partir du modèle GLOPRAM-2020 sur un projet autoroutier inspiré de la liaison A89-A6 en France. Le coût prévisionnel de l'autoroute est de 146 millions € HT.

| Type de contrat                                       | Années d'exploitation pour le calcul budgétaire  |                                                  |                                                  |                                                  |                                                  |                                                  |
|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
|                                                       | Coûts cumulés pour l'Etat avec recettes fiscales | Coûts cumulés pour l'Etat avec recettes fiscales | Coûts cumulés pour l'Etat avec recettes fiscales | Coûts cumulés pour l'Etat sans recettes fiscales | Coûts cumulés pour l'Etat sans recettes fiscales | Coûts cumulés pour l'Etat sans recettes fiscales |
|                                                       | 1 an                                             | 5 ans                                            | 20 ans                                           | 1 an                                             | 5 ans                                            | 20 ans                                           |
| Traditionnel                                          | -144,9                                           | -84,3                                            | 180,9                                            | -191,8                                           | -202,3                                           | -242,5                                           |
| Traditionnel gratuit et décalé d'un an                | -149,7                                           | -90,0                                            | 170,5                                            | -197,5                                           | -209,1                                           | -255,1                                           |
| Traditionnel à péage                                  | -144,9                                           | -26,9                                            | 439,7                                            | -191,8                                           | -141,4                                           | 37,0                                             |
| Contrat CREM (DBOM)                                   | -111,7                                           | -50,5                                            | 218,2                                            | -151,0                                           | -160,0                                           | -194,6                                           |
| Contrat CREM à péage (DBOM & toll)                    | -111,7                                           | 7,8                                              | 480,2                                            | -151,0                                           | -98,2                                            | 88,6                                             |
| Marché de partenariat (PFI)                           | 20,3                                             | 13,8                                             | 119,4                                            | -18,5                                            | -103,0                                           | -365,9                                           |
| Marché de partenariat, à péage (PFI & toll)           | 15,6                                             | 65,9                                             | 370,9                                            | -18,5                                            | -42,2                                            | -87,1                                            |
| Concession avec actionnaire public (State Owned Ent.) | 4,7                                              | 75,4                                             | 432,0                                            | -30,8                                            | -32,0                                            | -35,4                                            |
| Concession privée (Private concession)                | 4,6                                              | 84,5                                             | 532,2                                            | -30,7                                            | -31,9                                            | -35,3                                            |

L'examen de ce tableau confirme plusieurs points bien connus :

- ➔ Suivant l'horizon de l'analyse budgétaire, les résultats changent considérablement. Après un an d'exploitation, les contrats longs (marchés de partenariat et concessions) pèsent moins sur le budget public que les contrats traditionnels ou CREM.
- ➔ Lorsqu'il y a des recettes en provenance du client final, la situation s'améliore : cela conduit à réfléchir sur les questions de gratuité, qui finissent toujours par coûter très cher au contri-

buable, surtout en l'absence de signal-prix. En France, les politiques tarifaires publiques sont souvent trop généreuses pour le client final au détriment du contribuable.

- ➔ Au bout de 20 ans, un bon projet rapporte à l'Etat plus que cela lui coûté. C'est d'ailleurs un objectif de la puissance publique et des prêteurs internationaux que de choisir des projets qui rapporteront de la richesse à la nation, donc à l'Etat qui en prend une grande partie. Ce tableau constitue un guide pour le choix et la programmation des projets.
- ➔ Même sans prendre en compte les recettes fiscales, un bon projet, réalisé en CREM et à péage, se repaye entièrement.

Nous pouvons regarder l'évolution du PIB et du ratio dette/PIB à 20 ans suivant les différents types de contrats. Nous avons fait deux hypothèses pour illustrer l'évolution du rapport Dette/PIB. D'une part, nous avons supposé que le projet représentait 5% du PIB. Ce ratio est factice pour un seul projet, mais l'hypothèse d'investissements à hauteur de 5% du PIB n'est pas absurde. D'autre part, nous avons supposé que la dette publique était égale au PIB ( $Dette/PIB = 100\%$ ). Les résultats sont présentés dans le Tableau 5.

**TABLEAU 5** – Évolution du ratio Dette/PIB induite par le projet à horizon 20 ans en fonction du mode contractuel retenu

La troisième colonne du tableau présente la dette privée qui, en cas de faillite de la société de projet, est souvent remboursée par l'État et constitue donc un risque. Cette estimation a été réalisée à partir du modèle GLOPRAM-2020 sur un projet autoroutier inspiré de la liaison A89-A6 en France. Le coût prévisionnel de l'autoroute est de 146 millions € HT.

| Type de contrat                                        | n° de contrat | Dette privée | Delta PIB | Ratio dette/PIB        |                        |
|--------------------------------------------------------|---------------|--------------|-----------|------------------------|------------------------|
|                                                        |               |              |           | Sans recettes fiscales | Avec recettes fiscales |
| CREM à péage (DBOM & toll)                             | 6             | 0,0          | 531,0     | 82,0%                  | 70,7%                  |
| Traditionnel à péage                                   | 3             | 0,0          | 530,5     | 83,6%                  | 71,9%                  |
| Concession Privée (Private concession)                 | 12            | 81,4         | 528,2     | 85,7%                  | 69,2%                  |
| Concession à capitaux publics (State Owned Enterprise) | 9             | 98,7         | 528,2     | 85,7%                  | 72,2%                  |
| Marché de partenariat et péage (DBOM & Finance & toll) | 8             | 151,8        | 528,2     | 87,2%                  | 73,9%                  |
| CREM (DBOM) gratuit                                    | 5             | 0,0          | 596,8     | 88,6%                  | 76,8%                  |
| Traditionnel gratuit                                   | 1             | 0,0          | 596,3     | 89,9%                  | 77,9%                  |
| Traditionnel gratuit décalé d'un an                    | 2             | 0,0          | 543,3     | 91,7%                  | 79,4%                  |
| Marché de partenariat (DBOM et Finance) gratuit        | 7             | 151,8        | 593,7     | 93,5%                  | 79,7%                  |

Nous constatons que, pour la colonne "sans recettes fiscales" :

- ➔ La comparaison de l'option 1 (traditionnel gratuite) et de l'option 2 (traditionnel décalé d'1 an) montre une perte de PIB importante. Un décalage d'un an pour la réalisation du projet fait perdre 9% du PIB, soit presque le double du taux d'actualisation économique. Ceci est dû à l'existence de surcoûts d'études (ou de frais de préparation), d'une diminution des Wider Economic Benefits et d'un raccourcissement d'un an de la durée d'observation des recettes (19 ans d'activité au lieu de 20 ans).
- ➔ Le PIB engendré est largement supérieur à la dette privée dans le cas des contrats avec une société de projet.

- 
- ➔ Les routes à péage engendrent moins de PIB que les routes gratuites, ce qui est dû à l'existence d'un péage, qui rebute certains véhicules.
  - ➔ Le type de contrat qui est le plus efficace pour réduire l'endettement est le contrat CREM à péage, puis le traditionnel à péage, suivi des contrats de concessions.
  - ➔ Les plus mauvaises solutions sont le décalage d'un an dans la réalisation de l'ouvrage, et le marché de partenariat (PFI). Ce sont cependant des cas rencontrés trop fréquemment.
  - ➔ Si on classe les contrats suivant la colonne avec recettes fiscales, le classement ne change pas sensiblement, mais le ratio dette/PIB s'améliore considérablement par rapport à l'autre mode de comptabilisation.

### *Conclusion*

Plusieurs conclusions émergent de cette première application empirique. Tout d'abord, il apparaît nécessaire d'adopter un cadre d'analyse qui permette de relier l'analyse coûts-bénéfices au PIB, sans quoi il n'est pas possible de produire des évaluations qui reflètent la réalité économique d'un projet. En outre, il est essentiel de retenir une méthode qui permette de comptabiliser l'ensemble des flux financiers et fiscaux générés par un projet. Enfin, le cadre comptable et budgétaire devrait être calibré pour tenir compte de ces éléments.

Les résultats de l'analyse des différentes formes contractuelles confirme encore qu'il est essentiel de sélectionner des projets qui engendrent du PIB si l'on ne veut pas détériorer le ratio Dette/PIB.

## 2.3.2 ÉVALUATION D'UN PROJET DANS LE SECTEUR DE L'ÉNERGIE

### *Présentation générale*

Pour illustrer les apports du modèle GLOPRAM-2020 dans le cas spécifique d'un projet contribuant significativement à l'ambition européenne de transition vers une économie "verte", nous avons appliqué cette méthode à un projet fictif de construction d'un parc éolien. Le projet envisagé consiste à créer un parc éolien terrestre en France d'une capacité de 904 GWh/an, ce qui correspond à la production de la centrale thermique du Havre en 2018 (EDF (2019)). Le nombre d'éoliennes nécessaire est de 143. Il a été calculé en supposant une capacité de 3MW par éolienne et un facteur de charge de 24%. La durée du projet est de 25 ans, répartis comme suit : i) 3 ans de construction ; ii) 20 ans d'exploitation, soit la durée de vie moyenne d'une éolienne ; et iii) 2 ans de démantèlement.

Faute de données disponibles sur des projets réels nous avons été contraints de poser un certain nombre d'hypothèses et de déduire les valeurs d'entrée du modèle de la littérature (ADEME (2015), Commission de Régulation de l'Énergie (2014), DDT de l'Yonne (2018) articles publiés dans des revues académiques, etc.).

Dans le cadre de ce projet, les usagers sont EDF et les entreprises locales de distribution qui sont soumises à une obligation d'achat et qui redistribuent ensuite l'énergie ainsi acquise. Le coût d'achat de l'électricité produite par le parc éolien <sup>13</sup> constitue donc un coût pour les usagers. Le surcoût supporté par les usagers est compensé par la contribution au service public de l'électricité (CSPE) qui est fixée à 22,5€/MWh par voie réglementaire et qui est collectée par les fournisseurs d'électricité. La CSPE constitue donc dans notre modèle un bénéfice pour les usagers. A l'inverse, la CSPE constitue un coût pour la population.

Par ailleurs, nous considérons ici que les *Wider Economic Benefits* sont négligeables car les entreprises et la population disposent déjà d'un accès à l'électricité. Toutefois, dans le cas d'une évaluation d'un projet similaire dans une zone privée d'électricité, il serait essentiel d'évaluer les *Wider Economic Benefits* et autres bénéfices non-marchands qui impactent fortement le bloc fiscal et budgétaire.

Les coûts de construction et de fonctionnement ont été déduits des moyennes constatées en France ([Commission de Régulation de l'Énergie \(2014\)](#)) à l'exception des salaires et charges sociales. Les emplois directs et indirects créés ont été valorisés en utilisant le salaire brut moyen dans le secteur de la construction en France en 2016 (INSEE). Les charges sociales sont calculées sur une base de 42% du salaire brut. Les recettes d'exploitation correspondent aux recettes issues de la vente d'électricité et sont équivalentes aux coûts hors taxes pour les usagers.

Les coûts et bénéfices en termes de changement climatique sont mesurés par les émissions de GES converties en tonnes de CO<sub>2</sub> équivalent (CO<sub>2</sub>e). Nous nous sommes appuyés sur l'étude de l'[ADEME \(2015\)](#) pour estimer les émissions de GES générées par le projet dans sa phase de construction et d'exploitation <sup>14</sup>. Notons que l'un des principaux avantages d'un parc éolien par rapport à une centrale thermique est son faible impact sur l'environnement. L'[ADEME \(2015\)](#) fournit les émissions de GES par kWh en analyse du cycle de vie pour les différentes méthodes de production électrique. Elles s'élèvent à 1 058 g CO<sub>2</sub>e pour les centrales à charbon, 418 g CO<sub>2</sub>e pour les centrales à gaz et 14,1 g CO<sub>2</sub>e pour l'éolienne terrestre. Ainsi, les coûts en termes de changement climatique, s'ils sont positifs, sont nettement inférieurs aux coûts générés par une centrale thermique de capacité équivalente.

Les coûts/bénéfices résultant de la pollution de l'air au niveau local sont considérés comme négligeables et sont donc fixés à 0.

Enfin, les coûts et bénéfices en termes de services écosystémiques, s'ils ne peuvent être estimés faute de données, concernent principalement les services culturels. Les éoliennes ont en effet un impact négatif sur la valeur esthétique et l'attrait touristique de la région qui ne doit pas être ignoré.

---

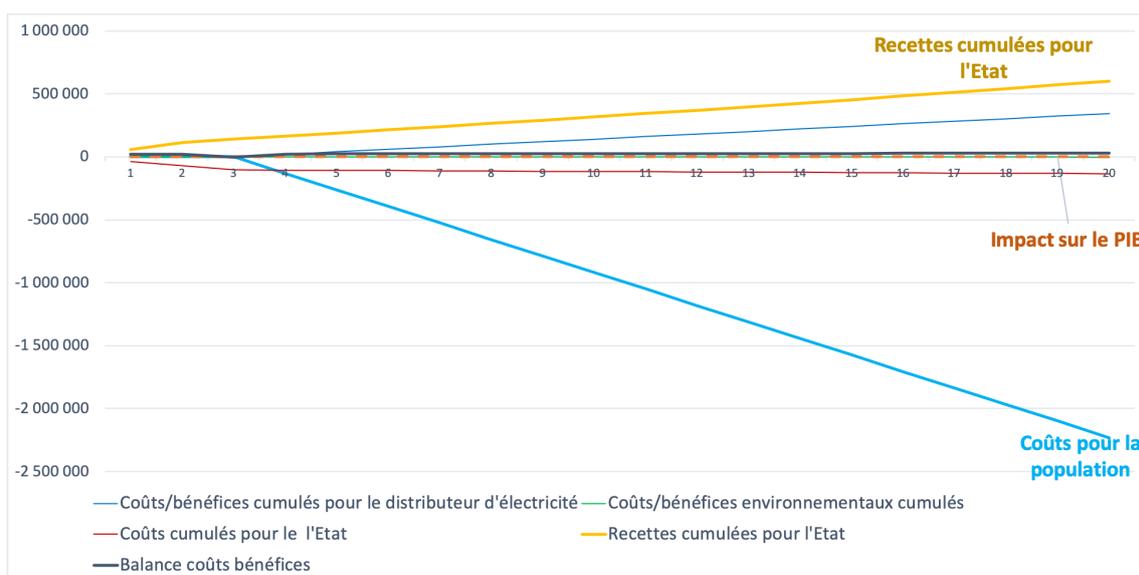
13. Fixé en France par la [Délibération du 28 mai 2014](#).

14. Notons que l'essentiel des émissions de GES générées par ce type de projet sont attribuable à la construction et à l'acheminement des éoliennes et ne sont donc pas prises en compte dans nos estimations.

## Résultats clés

La Figure 9 présente les principaux résultats produits par le modèle. De manière générale, on observe que l'impact sur le PIB ainsi que les impacts environnementaux de l'infrastructure sont négligeables. Par ailleurs, ces résultats montrent que la mise en place d'une telle infrastructure dans le cas français fait peser un coût élevé sur la population. Cela s'explique par l'ensemble de taxes et contributions en vigueur dans le pays dont la CSPE qui représente 13% du coût pour la population et dont une partie des recettes permet de couvrir le surcoût supporté par le distributeur d'électricité contraint à une obligation de rachat de l'électricité "verte" à prix fixe. Ce résultat montre, conformément aux propos de [Gollier \(2019\)](#), que "le coût de la transition énergétique est supporté par les citoyens."

**FIGURE 9 – Coûts et bénéfices cumulés générés par un projet de construction d'un parc éolien**  
Cette figure présente les coûts/bénéfices cumulés pour les usagers, la population, l'environnement et l'État, ainsi que l'impact cumulé du projet sur le PIB et la balance coûts-bénéfices pour l'État. Ces résultats ont été obtenus en appliquant le modèle GLOPRAM-2020 sur un projet fictif de construction d'un parc éolien sur un terrain nu en France.



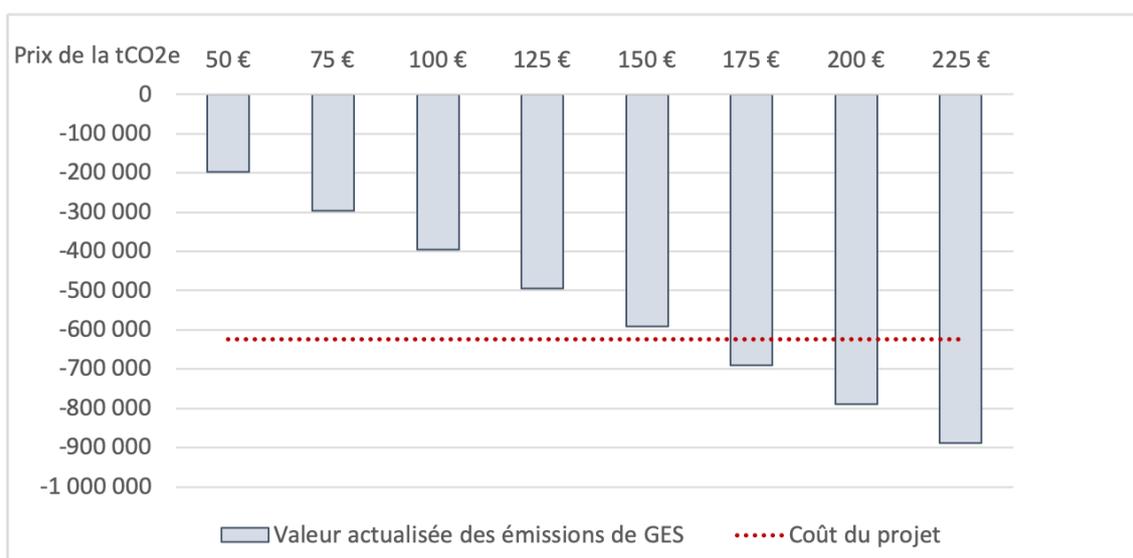
Dans cette perspective, et malgré l'effort fiscal déjà consenti par la population en période de ralentissement économique (le taux de prélèvements obligatoires dans l'Union Européenne était de 40,3% en 2018), il est possible qu'un système de taxe Pigouvienne, type taxe carbone, soit mis en place à l'échelle nationale ou européenne. La mise en place d'une telle taxe sur le carbone est d'ailleurs encouragée par 93% des économistes académiques ([Gollier \(2019\)](#)). Une telle politique, mise en place de manière globale sur l'ensemble des secteurs, enverrait un signal-prix et fournirait une incitation à la modification des comportements de consommation et de production <sup>15</sup>.

15. Pour plus de détails sur la taxe Pigouvienne et de ses conséquences, voir [Gollier \(2019\)](#).

Afin de mieux appréhender l'impact potentiel d'une telle taxe nous avons simulé la valeur actuelle nette (VAN) des coûts des émissions de GES qui seraient supportés par une centrale à charbon de capacité équivalente à notre parc éolien en fonction du prix de la tonne de CO<sub>2</sub> retenu. Si l'on compare ces VAN au coût de construction du parc éolien, on observe que jusqu'à 150€ la tonne de CO<sub>2</sub>, le coût environnemental engendré par la centrale à charbon est inférieur au coût de construction du parc, ce qui signifie que l'incitation n'est pas suffisante pour que la centrale à charbon soient remplacée par un parc éolien de capacité équivalente.

**FIGURE 10** – VAN des coûts environnementaux supportés par une centrale à charbon en fonction du prix de la tonne CO<sub>2</sub>

Cette figure présente la valeur actuelle nette des coûts environnementaux supportés par une centrale à charbon d'une capacité de 904 GWh/an en fonction du prix de la tonne de CO<sub>2</sub>. Ces résultats ont été obtenu en avec le modèle GLOPRAM-2020.



### Conclusion

Une conclusion majeure émerge de cette analyse empirique : la transition écologique ne pourra se faire qu'au prix d'efforts importants. [Gollier \(2019\)](#) affirme d'ailleurs que "le concept d'une transition énergétique heureuse est une utopie". Dans cette perspective et compte tenu des ambitions de la Commission Européenne, il est essentiel de mettre en place un système de sélection des projets systématique et objectif qui permette d'appréhender correctement l'ensemble des impacts du projet et d'anticiper les conséquences sur l'environnement mais également la population, les entreprises et l'État.

Ici encore, l'analyse plaide pour l'adaptation du cadre comptable et budgétaire afin de relier l'analyse microéconomique aux agrégats macroéconomiques.

## Conclusion et recommandations

### Conclusions et recommandations

Dans un document du 16 juillet 2019, la Commission Européenne a placé la transition écologique au premier rang de ses priorités en annonçant sa volonté de faire de l'Europe "le premier continent neutre sur le plan climatique à l'horizon 2050". Cet engagement a été réitéré en décembre 2019 dans une communication visant à présenter le *Green Deal* Européen qui souligne la nécessité d'investir dans des infrastructures en adéquation avec ce projet ambitieux. Le 4 mars 2020, la Commission Européenne a présenté un premier projet de Loi Climat qui inscrit en droit l'objectif de l'Union de parvenir à la neutralité climatique d'ici 2050 en ramenant les émissions nettes à zéro. L'atteinte de cet objectif ambitieux ne pourra se faire sans une stratégie d'investissement coordonnée et de grande ampleur. Dans cette perspective, le Plan d'Investissement pour une Europe Durable, dévoilé le 14 janvier 2020, prévoit notamment la mobilisation de 1 000 milliards d'euros d'ici 2030 grâce au budget de l'Union Européenne et aux concours de la BEI. Toutefois, cet effort budgétaire considérable ne couvrira qu'une partie des besoins, estimés globalement par la Commission Européenne à 2 600 milliards d'euros pour les 10 ans à venir. La contribution des budgets nationaux et du secteur privé sera indispensable pour atteindre cet objectif ambitieux.

Or, compte tenu du fort endettement des États, le financement par endettement public peut être problématique puisqu'il implique une détérioration du ratio dette/PIB et résulte, *in fine*, en un accroissement des prélèvements obligatoires, dont le taux dépasse déjà les 40% dans l'Union Européenne. En outre, la crise sanitaire actuelle et les plans de relance décidés par l'Union Européenne rognent encore la capacité des États à s'endetter pour financer les investissements nécessaires à l'atteinte de l'objectif de neutralité climatique à horizon 2050.

Par ailleurs, le manque d'attractivité des investissements verts sans garanties des États limite la contribution du secteur privé au financement de la transition vers une économie neutre sur le plan climatique. Sans un mécanisme d'incitation adapté (subventions publiques, tarifs réglementés pour l'électricité et l'eau, garanties publiques diverses), il n'est pas possible d'es-

pérer que les financements privés jouent un rôle majeur dans l'atteinte des objectifs climatiques fixés par l'Union Européenne.

Pourtant, de nombreux projets sont désirables d'un point de vue social, économique, et/ou environnemental. De tels projet généreront des externalités positives et une grande partie (si non la totalité) des coûts budgétaires sera compensée par le biais de taxes sur la richesse supplémentaire créée. Dans cette perspective, il est essentiel de recourir à une méthode d'évaluation globale des projets qui permette de mettre en relation des données microéconomiques (à l'échelle d'un projet ou d'une entreprise) avec des grandeurs macroéconomiques telles que le budget de l'État, le PIB ou encore la dette publique. En effet, les projets sont aujourd'hui évalués par des analyses coûts-bénéfices complétées par des études d'impact environnemental sans que les résultats puissent être reliées aux agrégats macroéconomiques. Plus encore, puisqu'il n'existe pas de cadre analytique unifié pour mettre en œuvre une telle démarche, les résultats des évaluations ne sont pas comparables d'un projet à l'autre et ne permettent pas une sélection objective des projets (i.e. qui maximise le bien-être collectif).

Afin de fournir aux décideurs un outil simple d'utilisation et qui permette cependant de gérer la complexité inhérente à un projet, nous avons développé la méthode GLOPRAM qui se distingue des méthodes conventionnelles par le caractère global de l'analyse effectuée. Elle permet d'évaluer un projet de manière rigoureuse et objective en estimant les impacts marchands et non-marchands du projet pour l'ensemble des agents économiques (les usagers, la population, l'entreprise de construction, l'État et le partenaire privé investisseur le cas échéant) en tenant compte des coûts/bénéfices environnementaux (changement climatique, pollution de l'air locale et variation de services écosystémiques) mais également d'autres facteurs souvent négligés dans les ACB classiques (variation de surplus induite par le retour à l'emploi, dépenses et recettes fiscales, coûts évités, etc.). Afin d'illustrer les apports de cette approche, nous avons développé le modèle GLOPRAM-2020 qui permet d'évaluer un projet donné par la méthode GLOPRAM. Le modèle peut ainsi être appliquée de manière systématique en simulant un grand nombre de scénarios. Il s'agit d'un outil d'aide à la décision qui permet de répondre par exemple aux questions suivantes :

- ➔ Le projet est-il rentable au sens économique ?
- ➔ Le projet induit-il un supplément d'activité économique ?
- ➔ Le projet contribue-t-il à l'atténuation du changement climatique ?
- ➔ Quel sera le bilan complet du projet selon le mode contractuel retenu ?
- ➔ Quel est l'impact du projet sur le budget de l'État ?
- ➔ Le projet induit-il une amélioration ou une détérioration du ratio Dette/PIB ?

Notons toutefois que pour obtenir des résultats précis, des données relatives au projet lui même et à ses implications économiques, sociales et environnementales sont nécessaires. En outre, un suivi systématique des résultats effectifs des projets réalisés permettrait d'affiner les paramètres et hypothèses clés du modèle.

---

A titre d'illustration, nous avons appliqué ce modèle à deux projets : i) un projet de construction d'une infrastructure autoroutière largement inspiré de la liaison A89-A6 à l'ouest de Lyon ; et ii) un projet fictif de construction d'un parc éolien sur terrain nu en France.

Les résultats obtenus sur le projet autoroutier témoignent de la nécessité d'adopter un cadre d'analyse qui permette de relier l'évaluation socio-économique au PIB, sans quoi il n'est pas possible de produire des évaluations qui reflètent la réalité économique d'un projet. Les résultats présentés dans la Figure 6 qui compare les coûts budgétaires cumulés en adoptant d'une part, la méthode classique qui consiste à ignorer en grande partie les recettes fiscales induites par le projet, et d'autre part, la méthode GLOPRAM, sont flagrants : à horizon 20 ans, le coût budgétaire cumulé pour l'État passe de - 242 millions d'euros avec la méthode classique à +180 millions d'euros avec la méthode GLOPRAM. En outre, il apparaît essentiel de retenir une méthode qui permette de comptabiliser l'ensemble des flux financiers et fiscaux générés par un projet. La prise en compte de l'amélioration de la productivité du travail et des *Wider Economic Benefits* est déterminante puisque, toutes choses égales par ailleurs, le TRI pour l'État passe de -10,4% si on ignore ces deux paramètres, à plus de 5% si on les intègre dans l'analyse. Enfin, une fois identifiés les bénéfices engendrés par le projet, le cadre comptable et budgétaire public devrait être ajusté et complété pour mettre en évidence ces éléments. Les résultats de l'analyse des différentes formes contractuelles confirme encore qu'il est essentiel de voir comment bien comptabiliser les dépenses et recettes liées aux projets, et surtout de sélectionner des projets qui engendrent le plus de PIB.

La deuxième analyse produit des résultats largement différents puisque le projet ne génère pas de bénéfices en termes de productivité ou de *Wider Economic Benefits*. Si le bénéfice environnemental est incontestable (émissions de GES proches de 0), le projet génère un coût élevé pour la population. Ce résultat montre que "*le coût de la transition énergétique est supporté par les citoyens*" (Gollier (2019)). Dans cette perspective, et malgré l'effort fiscal déjà consenti par la population (le taux de prélèvements obligatoires dans l'Union Européenne était de 40,3% en 2018), il est possible qu'un système de taxe Pigouvienne, type taxe carbone, soit mis en place à l'échelle nationale ou européenne. La mise en place d'une telle taxe sur le carbone est d'ailleurs encouragée par 93% des économistes académiques (Gollier (2019)). Une telle politique, mise en place de manière globale sur l'ensemble des secteurs, enverrait un signal-prix et fournirait une incitation à la modification des comportements de consommation et de production. Nous avons donc simulé la valeur actuelle nette des coûts des émissions de GES qui seraient supportés par une centrale à charbon de capacité équivalente à notre parc éolien en fonction du prix de la tonne de CO<sub>2</sub>. Si l'on compare ces VAN au coût de construction du parc éolien, on observe que jusqu'à 150 € la tonne de CO<sub>2</sub>, le coût engendré par la centrale à charbon est inférieur au coût de construction du parc, ce qui signifie que l'incitation n'est pas suffisante pour que la centrale à charbon soit remplacée par un parc éolien de capacité équivalente.

Dans l'ensemble, les résultats de ces analyses chiffrées témoignent de l'importance de mettre en place un processus rigoureux, systématique et objectif de sélection des projets. L'adoption d'un modèle unique, qui permette une évaluation uniforme de l'ensemble des projets apparaît indispensable pour atteindre les objectifs fixés par l'Union Européenne. Ce modèle devra fournir une analyse globale des projets, c'est-à-dire une mise en relation des coûts/bénéfices sociaux, économiques et environnementaux, d'une part, et des agrégats macroéconomiques, d'autre part. Ces coûts et bénéfices existent, mais, en particulier les bénéfices, ne sont pas identifiés comme conséquences d'un projet particulier. C'est cela qu'il faudrait faire maintenant, en évaluant aussi précisément que possible les retombées d'un projet et en ajustant le cadre comptable et budgétaire public pour les mettre en évidence.

## Références bibliographiques

toctocRéférences bibliographiques

ADEME (2015). Analyse du Cycle de Vie de la production d'électricité d'origine éolienne en France. *Rapport*.

Amar, J. (2019) Pourquoi faut-il repenser les méthodes d'évaluation socio-économiques des projets d'infrastructures ? Fondements académiques et implications opérationnelles.

Banque Mondiale (2012). Green infrastructure finance. *Framework Report*, The World Bank, 68491.

Byett A., J. Laird, A. Stroombergen & S. Trodd (2015). Assessing new approaches to estimating the economic impact of transport interventions using the gross value added approach. *NZ Transport Agency research report 566*.

CE Delft (2018). Environmental Prices Handbook - EU28 version. *Report*.

Commission de Régulation de l'Énergie (2014). Coûts et rentabilité des énergies renouvelables en France métropolitaine. Éolien terrestre, biomasse, solaire photovoltaïque. *Rapport*.

Commission Européenne (2014). Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects. Economic appraisal tool for Cohesion Policy 2014-2020. *Directorate-General for Regional and Urban policy*.

Commission Européenne (2018) Plan d'action : financer la croissance durable *Communication de la Commission au Parlement Européen, au Conseil Européen, au Conseil, au Comité Économique et Social Européen et au Comité des Régions, COM(2018) 97 final*.

Commission Européenne (2019). Handbook on the external costs of transport.

Commission Européenne (2019) Le pacte vert pour l'Europe. *Communication de la Commission au Parlement Européen, au Conseil Européen, au Conseil, au Comité Économique et Social Européen et au Comité des Régions, COM(2019) 640 final*.

- Conseil de l'Union Européenne (2019) Regulation of the European Parliament and of the Council on the establishment of a framework to facilitate sustainable investment, and amending Regulation 2019/2088 on sustainability-related disclosures in the financial services sector. *2018/0178 (COD)*.
- Commission Européenne (2020) European Green Deal Investment Plan. *Communication de la Commission au Parlement Européen, au Conseil Européen, au Conseil, au Comité Économique et Social Européen et au Comité des Régions, COM(2020) 21 final*.
- Commission Européenne (2020) Proposition de Règlement du Parlement Européen et du Conseil établissant le cadre requis pour parvenir à la neutralité climatique. *COM(2020) 80 final*.
- Direction Départementale des Territoires de l'Yonne (2018) L'Approche économique des projets éoliens. .
- Douglas N. & B. O'Keefe (2019) Wider Economic Benefits – When and if they should be used in evaluation of transport projects. *Australasian Transport Research Forum*.
- EDF (2019) La centrale thermique du Havre. *Dossier de Presse*.
- EIB (2018) Methodologies for the Assessment of Project GHG Emissions and Emission Variations. *EIB Project Carbon Footprint Methodologies*.
- Technical Expert Group on Sustainable Finance (2020) Taxonomy : Final report of the Technical Expert Group on Sustainable Finance.
- Farley J. (2012) Ecosystem services : The economics debate. *Ecosystem Services, 1*, 40-49.
- Fonds Monétaire International (2014) Legacies, Clouds, Uncertainties. *World Economic Outlook*.
- Gibson, B. & C. Y. Wallace (2016) Cost benefit analysis : applications and future opportunities. *Kentucky Transportation Research Center Report*.
- Gollier C. (2019) Le climat après la fin du mois. *Presses Universitaires de France/Humensis*.
- Melo C., Teotonio I., Silva C. M. & C. O. Cruz (2020) What's the economic value of greening transport infrastructures? The case of the underground passages in Lisbon. *Sustainable Cities and Society, 56*, 102083.
- Millenium Ecosystem Assessment (2005). Ecosystems and Human well-Being, Synthesis report.
- Mueller H., D. P. Hamilton & G. J. Doole (2016) Evaluating services and damage costs of degradation of a major lake ecosystem. *Ecosystem Services, 22(B)*, 370-380.

- 
- Naumann S., Davis M., Kaphengst T., Pieterse M. & M. Rayment (2011) Design, implementation and cost elements of Green Infrastructure projects. Final report to the European Commission. *DG Environment*.
- Nordhaus, W. (2007) The Challenge of Global Warming : Economic Models and Environmental Policy. *Yale University*.
- Nordhaus, W. (2018) Projections and Uncertainties about Climate Change in an Era of Minimal Climate Policies. *American Economic Journal : Economic Policy*, 10(3), 333-360.
- Piron, V. (1997) Acceptabilité politique du péage routier. *Transports*, 385.
- Piron, V. (1999) Urbain interurbain : la problématique est devenue globale. *Transports*, 393.
- Piron, V. (2000) Transport, urbanisme et péage : peut-on chiffrer l'acceptabilité politique ? *Transports*, 402.
- Piron, V. (2001) Application pratique de la notion d'amertume. *Transports*, 408.
- Piron, V. (2004) La dimension économique du partenariat public-privé dans les transports. *Transports*, 424.
- Piron, V. and J. Delons (2011) Durabilité urbaine sous contrainte financière. *Transports*, 467.
- Stern, N. (dir.) (2006) The Stern Review Report : the Economics of Climate Change. *London, HMTreasury*, 30 Octobre, 603 p.
- Task Force on Climate-related Financial Disclosures (2017) Recommendations of the Task Force on Climate-related Financial Disclosures. *Final Report*.
- Ursula von der Leyen (2019) Une Union plus ambitieuse. Mon programme pour l'Europe. *Orientations Politiques pour la prochaine Commission Européenne 2019-2024*.
- Venables, A. J. (2016) Incorporating wider economic impacts within cost-benefit appraisal. *Discussion Paper, 2016-05*. International Transport Forum, OECD.
- Veryard, D. (2016) Quantifying the socio-economic benefits of transport. *Discussion Paper, 2016-06*. International Transport Forum, OECD.
- Volden, G. H. (2019) Assessing public projects' value for money : an empirical study of the usefulness of cost-benefit analyses in decision-making. *International Journal of Project Management*, 39, 549-564.
- Wale E. & A. Yalew. (2010) On biodiversity impact assessment : the rationale, conceptual challenges and implications for future EIA. *Impact Assessment and Project Appraisal*, 28(1), 3-13.
- World Bank (2012) Green infrastructure finance : framework report. *World Bank study*.



# ANNEXES



---

## A. LE DÉBAT AUTOUR DU TAUX D'ACTUALISATION ÉCONOMIQUE

Dans un calcul socio-économique, l'actualisation consiste à ramener à une date unique des grandeurs monétaires ou monétarisées qui s'échelonnent dans le temps. C'est un élément déterminant du calcul socio-économique des projets d'investissements publics qui ont des impacts très éloignés dans le temps.

En pratique, la prise en compte du taux d'actualisation dans le calcul socio-économique des projets présente de fortes différences suivant les pays. C'est notamment le cas entre les États-Unis, le Royaume-Uni et la France.

Aux États-Unis, les taux d'actualisation de référence sont multiples. Depuis 2003, l'Office of management and budget (OMB) recommande d'appliquer deux taux d'actualisation de 3% et de 7% constants dans le temps. Le premier correspond au rendement moyen des obligations d'État à 10 ans, considéré comme une estimation du taux social de préférence au temps. Le second est le rendement moyen avant impôt du capital privé, considéré comme une estimation du coût d'opportunité du capital.

Au Royaume-Uni, le taux d'actualisation en vigueur est fondé sur la règle de Ramsey et décroît dans le temps. La formule est :  $\alpha = \delta + \gamma\mu$ . Le premier terme ( $\delta = 1,5\%$ ) est interprété comme une combinaison de la préférence pure pour le présent et de la prise en compte du risque catastrophe. Le paramètre « élasticité de l'utilité marginale de la consommation () » est égal à 1 et le taux de croissance de la consommation par habitant estimée à 2,0%, qui est décroissant dans le temps. On obtient ainsi un taux d'actualisation de 3,5% ( $\alpha = 1,5\% + 1 \times 2\%$ ). Par ailleurs le Trésor britannique considère qu'un taux d'actualisation important pose problème pour les évaluations socio-économiques au-delà de trente ans et notamment les évaluations à très longs terme (au-delà de 100 ans). S'appuyant sur les travaux théoriques de Weitzman et Gollier, qui montrent que le taux d'actualisation peut être décroissant dans le temps lorsqu'on intègre de l'incertitude sur les prévisions de croissance, l'administration britannique retient ainsi pour les évaluations au-delà de 30 ans un taux décroissant par palier de 3% (après 30 ans) à 1% pour des évaluations au-delà de 300 ans.

En France, le rapport Lebègue (2005) a repris la base théorique utilisée par le Trésor britannique en proposant un calibrage spécifique en cohérence notamment avec les anticipations de la croissance de l'économie française. Il préconise un taux d'actualisation sans risque de 4% jusqu'à trente ans et décroissant jusqu'à 2% au-delà. Le taux de 4% ( $\alpha = 1\% + 2 \times 1,5\%$ ) est obtenu en retenant un taux de préférence pure pour le présent  $\delta = 1\%$ , une élasticité de l'utilité marginale de la consommation  $\gamma = 2$  et une croissance économique de référence  $\mu = 1,5\%$ . La décroissance proposée est obtenue en prenant une prévision de croissance économique par tête qui peut varier entre deux extrêmes, 2% avec une probabilité de 2/3 et 0,5% avec une probabilité de 1/3.

---

Actuellement, le taux d'actualisation français fixé par la Commission Quinet (2013) reprend le cadre théorique du rapport Lebègue développé dans le rapport Gollier et propose un taux d'actualisation sans risque de 2,5% passant à 1,5% au-delà de 2070. A ce taux, s'ajoute une prime de risque de 2% pondérée par un coefficient spécifique à chaque projet en fonction de la sensibilité de sa rentabilité à la croissance économique. Cette prime de risque dite systémique de 2% est augmentée à 3% pour les périodes d'évaluation au-delà de 2070.

Ces derniers éléments sont le résultat des arbitrages successifs qui ont eu lieu au regard de la croissance économique estimée de la France et de l'intégration du risque dans le calcul économique. Le système d'actualisation doit tenir compte en même temps des anticipations de la collectivité sur l'augmentation de la richesse nationale, des incertitudes liées à cette croissance économique et des risques que font courir les différents projets sur les finances publiques dans le cas où cette richesse anticipée ne serait pas aussi forte qu'espérée. Le système recommandé par la Commission Quinet (2013) consiste à actualiser les différents flux générés par un projet à un taux différent en fonction des betas socioéconomiques de ces flux. En pratique, plusieurs projets ont présenté leurs bilans avec les deux chiffrages : avec un taux d'actualisation fixe et avec des taux comportant des primes de risque.