

Évaluer les bénéfices socio-économiques de la reconversion de friches pour lutter contre l'artificialisation

Outil BENEFRICHES

Référentiel d'évaluation



EXPERTISES

Septembre
2020

Les membres du Comité de pilotage :

Adrien Bestieu (ARCADIS)
Lucien Bollotte (LIFTI - Laboratoire d'Initiatives Foncières et Territoriales Innovantes)
Lionel Cauchard (EFFICACITY)
Laurent Chateau (ADEME)
Sophie Debergue (ADEME)
Isabelle Feix (ADEME)
Nicolas Gillio (CEREMA)
Jean-Marc Gohier (ADEME)
Cecile Grand (ADEME)
Sami Kaabouch (Ministère de la transition écologique)
Anne Lefranc (ADEME)
Kiarash Motamedi (Ministère de la transition écologique)
Patrice Philippe (ADEME)
Maximilien Piquant (ARCADIS)
Benjamin Roqueplan (ADEME)
Jeanne Serre (EFFICACITY)
Eric Soubrane (Ministère de la Cohésion des territoires et des Relations avec les collectivités territoriales)
Fanny Vicard (ADEME)
Thomas Wohlhuter (ARCADIS)

Les représentants de porteurs de projets de reconversion et études de cas :

Kenny Broudic (Ville du Havre)
Sophie Elie-Pecqueur (CDC Biodiversité)
Antoine Illef (Ville du Havre)
Anne Kilian (Montan Solar)
Pierre Lambert (Communauté d'Agglomération de la Région Nazairienne et de l'Estuaire - CARENE)
Murielle Lepage (Ville de Conflans-Sainte-Honorine)
Ronan Marjolet (CARENE)
Séverine Martin (Ville de Sevran)
Sophie Ménard (CDC Biodiversité)
Théo Reveleau (Loire-Atlantique Développement - LAD-SELA)
Mathieu Roeper (Loire-Atlantique Développement - LAD-SELA)
Régis Stenger (Etablissement Public Foncier Lorraine)

Autres personnalités :

Daniel Monfort Climent (BRGM)

CITATION DE CE RAPPORT

ADEME (Laurent Chateau), ARCADIS (Maximilien Piquant, Adrien Bestieu), EFFICACITY (Lionel Cauchard, Jeanne Serre). 2020. Evaluer les bénéfices socio-économiques de la reconversion de friches pour lutter contre l'artificialisation – Outil BENEFRICHES. Référentiel d'évaluation. 45 pages.

Cet ouvrage est disponible en ligne www.ademe.fr, rubrique Librairie.

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite selon le Code de la propriété intellectuelle (art. L 122-4) et constitue une contrefaçon réprimée par le Code pénal. Seules sont autorisées (art. 122-5) les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé de copiste et non destinées à une utilisation collective, ainsi que les analyses et courtes citations justifiées par le caractère critique, pédagogique ou d'information de l'œuvre à laquelle elles sont incorporées, sous réserve, toutefois, du respect des dispositions des articles L 122-10 à L 122-12 du même Code, relatives à la reproduction par reprographie.

Ce document est diffusé par l'ADEME

ADEME

20, avenue du Grésillé
BP 90 406 | 49004 Angers Cedex 01

Numéro de contrat : 19MAR000608

Étude réalisée pour le compte de l'ADEME par : ARCADIS et EFFICACITY
Coordination technique - ADEME : CHATEAU Laurent
Direction/Service : Direction Villes et territoires durables – Service Friches urbaines et sites pollués

SOMMAIRE

1. EFFETS DIRECTS DU PROJET (REMISE EN L'ETAT ET CREATION DE FONCTIONS) ... 6

1.1. Effets liés à la suppression de la friche et à la remise en l'état du site.....	6
1.1.1. Coûts de remise en état de la friche (un élément de comparaison et de positionnement du projet).....	6
1.1.2. Effet lié à l'amélioration du cadre de vie (i.e. suppression de la friche) sur les prix immobiliers.....	7
1.1.3. Effet sur le coût de traitement des eaux (du fait de la remédiation et amélioration de la qualité de l'eau).....	7
1.2. Effets liés à la création d'un espace vert urbain (EVU).....	8
1.2.1. Effet éducatif lié à la création d'un espace vert urbain.....	8
1.2.2. Effets de la création d'un espace vert urbain (EVU) sur les prix immobiliers	8
1.2.3. Effets de la création d'un îlot de fraîcheur.....	10
1.3. Effets liés aux nouvelles fonctions proposées par le projet	11
1.3.1. Effet carbone du fait de la production d'énergie renouvelable	11
1.3.2. Effets en termes de valeurs récréatives et culturelles liées aux nouveaux équipements et aménités proposés par le projet	12
1.4. Effets sur la création d'emploi grâce au projet	13
1.4.1. Effet sur l'emploi en phase de remise en état du site	13
1.4.2. Effet sur l'emploi en phase d'exploitation – cas de l'activité commerciale	13
1.4.3. Effet sur l'emploi agricole	14
1.5. Effets sur la fiscalité	14

2. EFFETS INDIRECTS DU PROJET (LIES A LA LIMITATION DE L'ETALEMENT URBAIN) 16

2.1. Effets liés à la préservation des espaces naturels agricoles et forestiers (ENAF)	16
2.1.1. Effets en termes de régulation du risque inondation	16
2.1.2. Effets sur la qualité de l'eau.....	17
2.1.3. Effet carbone (stockage et séquestration).....	17
2.1.4. Effets sur les services de production agricole.....	18
2.1.5. Recharge des aquifères	18
2.1.6. Effets liés à la nature (services rendus et en tant qu'aménité).....	18
2.2. Effets liés à une meilleure rationalisation des déplacements.....	19
2.2.1. Effet sur les émissions de GES.....	20
2.2.2. Effet sur la pollution locale.....	20
2.2.3. Effet sur les coûts de déplacement des usagers	21
2.2.4. Effet sur le temps de parcours des usagers.....	22
2.2.5. Effet en termes de sécurité routière.....	23
2.3. Effets relatifs à la mise en place et au fonctionnement des services publics.....	24
2.3.1. Données issue des travaux de J.M. Halleux et J.M. Lambotte	24
2.3.2. Données d'un cas pratique réalisé par le CAUE 54	25
2.3.3. Données d'un cas pratique réalisé dans le cadre de l'étude PUCA	26

2.3.4. Synthèse des coûts d'investissement et d'entretien (en €2018/ha).....	27
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	28
SIGLES ET ACRONYMES	30
ANNEXE	31
Annexe1. Impact sur la santé publique	31
Annexe 2. Indicateurs et monétarisation pour certains effets environnementaux et services écosystémiques.....	33
Annexe 2.1. Préservation de zones humides	33
A. Introduction	33
B. Services de régulation.....	34
1. Ecrêtement des crues.....	34
2. Recharge des aquifères	34
3. Purification de l'eau	34
4. Régulation du climat.....	35
C. Services de production.....	35
1. Agriculture	35
2. Conchyliculture	35
3. Sylviculture	35
D. Services culturels.....	35
1. Chasse et pêche	35
2. Valeur éducative et scientifique.....	35
3. Valeur esthétique et récréative.....	35
4. Espaces de nature / Biodiversité.....	35
Annexe 2.2. Préservation de zones forestières	36
A. Introduction	36
B. Services de production.....	37
1. Prélèvement du bois	37
2. Autres produits forestiers.....	37
C. Services de régulation.....	37
1. Fixation du carbone et stockage	37
2. Qualité de l'eau.....	37
D. Services culturels.....	37
1. Valeur récréative	37
2. Chasse.....	37
Annexe 2.3. Préservation de zones prairies permanentes	38
1. Introduction	38
B. Services de régulation.....	38
1. Fixation du carbone.....	38
2. Stockage du carbone.....	39
3. Qualité de l'eau.....	39
4. Pollinisation.....	39
C. Services culturels.....	39
1. Chasse.....	39
2. Autres services culturels.....	39
Annexe 3. Valeur du carbone.....	40
Annexe 4. Extraits du rapport EFESE « La séquestration de carbone par les écosystèmes en France” – Monétarisation du service écosystémique pour différents usages des sols. 41	

Le présent document constitue le référentiel d'évaluation des bénéfices nets socio-économiques et environnementaux de la reconversion des friches BENFRICHES. Il est complété d'autres livrables :

- Rapport final de la mission,
- Synthèse,
- Outil BENFRICHES : tableur de calcul,
- Notice d'utilisation de l'outil BENFRICHES,
- 4 fiches de cas illustrant le domaine d'application de l'outil pour 4 opérations.

Ces livrables sont disponibles en ligne www.ademe.fr, rubrique Librairie¹.

Ce référentiel a pour objectif de recenser les effets, indicateurs et valeurs monétaires associées à la réalisation d'analyses coûts-bénéfices de projets de reconversion de friches.

Les éléments de méthode au sein desquels s'inscrivent ces valeurs sont décrits au sein du rapport final.

1. Effets directs du projet (remise en l'état et création de fonctions)

1.1. Effets liés à la suppression de la friche et à la remise en l'état du site

1.1.1. Coûts de remise en état de la friche (un élément de comparaison et de positionnement du projet)

Les coûts de remise en état regroupent les coûts de défrichage, déconstruction, désamiantage et dépollution éventuellement nécessaires à la création d'un foncier utilisable pour le projet.

Dans le cadre de la réalisation de l'analyse coûts-bénéfices, deux cas de figures peuvent être envisagés pour la prise en compte des coûts :

- Le projet est réalisé par effet d'aubaine : le projet n'est pas envisageable hors de la friche : dans ce cas l'impact coût est à considérer en totalité.
- Le projet est réalisé sur la friche, alors qu'il aurait pu être réalisé en étalement urbain sur un espace naturel, agricole ou forestier (ENAF) : dans ce cas le coût du projet correspond à l'écart des coûts entre une option de référence consistant à réaliser le projet en milieu périurbain et une option de projet où le projet est réalisé sur une ancienne friche polluée. Le principal écart entre ces deux situations correspond aux coûts de déconstruction, désamiantage et de dépollution.

Dans le cadre de notre méthodologie nous ne considérons pas directement le coût de remise en état comme un effet mais plutôt comme un élément de positionnement et de comparaison des coûts induits par la localisation du projet sur une friche au regard de l'ensemble des bénéfices nets générés par l'opération de reconversion de la friche.

La méthodologie et l'outil dédié visent donc à objectiver l'ensemble des bénéfices nets apportés par le projet (en monétarisant en particulier toutes les externalités du projet) en les mettant en balance avec les coûts supplémentaires générés du fait de la localisation du projet sur une friche.

¹ <https://www.ademe.fr/evaluer-benefices-socio-economiques-reconversion-friches-lutter-contre-lartificialisation-outil-benefriches>

1.1.2. Effet lié à l'amélioration du cadre de vie (i.e. suppression de la friche) sur les prix immobiliers

La reconversion d'une friche urbaine, éventuellement polluée se traduit par une amélioration du cadre de vie des riverains du projet. La bibliographie² met en évidence un effet positif engendré par la suppression d'une friche polluée pour les riverains.

Cette amélioration du cadre de vie se matérialise par une hausse du consentement à payer pour se localiser dans ces quartiers impactant ainsi les prix immobiliers. Une étude, s'appuyant sur la méthode des prix hédoniques a été réalisée à Lens. Celle-ci mesure l'impact de la proximité d'une friche sur les prix immobiliers. Cette étude met en évidence une corrélation entre la distance d'un bien immobilier à une friche et sa valeur. Un bien situé à proximité immédiate de la friche aura une valeur 10 % inférieure au même bien situé hors de son aire d'influence. A une distance de 700 m de la friche, la valeur immobilière du bien est 7 % supérieure à ce même bien situé à proximité immédiate de la friche. Les effets des friches sur le cadre de vie peuvent être monétarisés en considérant que les biens situés entre 0 et 100 mètres de la friche ont une valeur environ 7% inférieure aux mêmes biens situés hors de l'aire d'influence de la friche (la littérature montre qu'un bien aura une valeur 7% supérieure s'il est situé à 700 mètres de la friche). La publication mettant en avant un effet linéaire, il a été considéré que la perte de valeur se réduisait de 1 % par intervalle de 100 mètres. Les bénéfices ont été retenus pour les 200 premiers mètres.

Le tableau ci-dessous présente l'effet de la présence d'une friche sur les prix, par rapport au prix d'un bien situé à 700 mètres de la friche (hors de son aire d'influence).

Tableau 1 : effet de la présence d'une friche sur les prix immobiliers, source Letombe et Zuindeau, 2001, extrapolation Arcadis

Habitation	Effet sur les prix immobiliers
Située entre 0 et 100 m de la friche	- 7 %
Située entre 100 et 200 m de la friche	- 6 %

Mise en œuvre de la méthode

La méthode dépend de la densité d'habitation de la commune et du prix immobilier moyen au m2 constaté sur le territoire. Les données « Demande de valeur foncière » issues du portail public opendata Etalab permettent d'obtenir les valeurs immobilières d'une échelle allant de la commune à la parcelle cadastrale (données accessibles à partir du site internet : <https://app.dvf.etalab.gouv.fr/>). Dans la mesure où les méthodes de prix hédonique mesurent la corrélation et non la causalité entre la présence d'une friche et les prix immobiliers et fonciers, il est proposé dans un souci de prudence de ne retenir qu'une partie de cet effet.

1.1.3. Effet sur le coût de traitement des eaux (du fait de la remédiation et amélioration de la qualité de l'eau)

Deux options ont été étudiées :

- impact sur la santé publique
- impact sur le coût de traitement des eaux

La présence de pollution sur les sites des friches, et la dépollution réalisée dans le cadre des projets de reconversion fait évoluer les effets de la pollution sur la santé. L'exposition à un site pollué est également positivement corrélée à une mortalité plus élevée des individus habitant à proximité³ et accroît

² ZUINDEAU Bertrand, LETOMBE Gwénaél (2001). L'impact des friches industrielles sur les valeurs immobilières : une application de la méthode des prix hédoniques à l'arrondissement de Lens (Nord – Pas de Calais), Revue d'économie régionale et urbaine, Armand Colin, vol. 0(4), pages 605-624

³ CAUDEVILLE, J., IOANNIDOU, D., BOULVERT, E. et BONNARD, R. (2017). Cumulative risk assessment in the Lorraine region : A framework to characterize environmental health inequalities. International Journal of Environmental Research and Public Health, 14(3):291

significativement l'incidence de maladies rénales⁴. Aux États-Unis une étude a montré que les coûts associés à une mortalité prématurée d'une population résidant à moins de 0,5 miles d'un site pollué s'élevaient à environ 330 millions de \$ par an⁵. Chilton et al. (2013) ont montré que les attributs « faible revenu » et « minorité » étaient des causes plus significatives à l'augmentation des frais de santé que la proximité d'une friche polluée.

Les échanges avec les parties prenantes des opérations de reconversion de friches, que ce soit dans les cadres des entretiens ou de l'atelier de travail, ont cependant montré que cet impact n'était pas pertinent à intégrer du fait d'une présence extrêmement marginale (faible) de population sur les friches concernées par des problèmes de pollution. **En conséquence lors de l'atelier du 14 février il a été suggéré de remplacer cet impact sur les effets sanitaires par un impact la diminution du coût de traitement des eaux du fait de la remédiation et amélioration de la qualité de l'eau (dépollution).**

L'impact retenu pour est l'effet, indirect, d'amélioration de la qualité de l'eau par la dépollution et donc la réduction de besoin d'épuration des eaux s'infiltrant sur la friche.

Autre impact sanitaire étudié mais finalement non retenu : l'impact de la régulation des espèces invasives allergènes

La réalisation de reconversions de friches réduit la présence d'ambrosie dont les impacts sanitaires sont significatifs sur certains territoires. Cependant, le lien entre la suppression d'une friche et une amélioration de l'état de santé des personnes allergiques n'est pas établi.

1.2. Effets liés à la création d'un espace vert urbain (EVU)

1.2.1. Effet éducatif lié à la création d'un espace vert urbain

Si l'espace naturel présente un potentiel éducatif, il est possible d'y associer une valeur éducative. En fonction du nombre de visites et du temps passé, il est proposé d'y associer un bénéfice correspondant au coût horaire de l'enseignement qui révèle le consentement collectif à l'éducation. Le BRGM dans ses travaux pour le projet BIOTUBES estime cet impact à 9€/h par élève. Les données issues du site internet du ministère de l'éducation nationale font état pour l'enseignement primaire d'un coût de 6400 euros par élèves pour une durée d'enseignement de 864 heures par an. Cela représente un coût de **7,4 €/h** par élève.

1.2.2. Effets de la création d'un espace vert urbain (EVU) sur les prix immobiliers

Certains projets de reconversion de friches peuvent consister en la création de parcs, d'espaces de nature, qui génèrent une amélioration du cadre de vie pour les riverains. La bibliographie met en évidence une appétence des citoyens pour les espaces verts urbains. Le rapport « Aménager avec la nature en ville » réalisé par l'ADEME en 2018 met en évidence les points suivants :

- Les espaces verts sont devenus un critère clé pour un peu plus de 7 Européens sur 10 (72,2% pour les Français), qui estiment leur proximité « importante » ou « très importante » au moment de choisir leur lieu d'habitation [UNEP-IPSOS (2013) : Enquête « Jardins et espaces verts, l'exception culturelle française ? ». 20 p.)
- Pour 70% des répondants à l'enquête de BiodiverCity, la proximité des espaces verts constitue un facteur de décision dans le choix de leur lieu de résidence⁶.

Cette amélioration du cadre de vie se traduit par une augmentation des valeurs des biens immobiliers situés à proximité. Le projet européen Naturvation a pour objet d'aider à mieux intégrer les effets de solutions fondées sur la nature dans la fabrication de la ville et l'aménagement, pour plus de résilience. Dans

⁴ SAUTHIER, N., DURAND, C. et SCHWOEBEL, V. (2008). Evaluation de l'exposition des sols pollués au plomb, au cadmium et à l'arsenic en Aveyron - Étude CASSIOPÉE (cadmium et arsenic dans les sols et impact observé sur une population exposée). Rapport de l'Institut de Veille Sanitaire (INVS).

⁵ LYBARGER, J. A., LEE, R., VOGT, D. P., PERHAC, R. M., SPENGLER, R. F. et BROWN, D. R. (1998). Medical costs and lost productivity from health conditions at volatile organic compound-contaminated Superfund sites. Environmental Research, 79(1):9-19.

⁶ OBRIST K., SATTTLER M., T., HOME R., GLOOR S., BONTADINA F., NOBIS M., BRAAKER S., DUELLI P., BAUER N., DELLA Bruna P., HUNZIKER M., MORETTI M. (2012) : La biodiversité en ville – pour l'être humain et la nature. Notice pour le praticien n°48.

le cadre de ce projet européen une publication de référence a été produite, qui correspond à une méta-analyse⁷ permettant de modéliser les effets de la présence d'espace verts urbains en fonction de variables telles que :

- La distance à la friche,
- Le PIP/habitant,
- La densité de population.

Une autre source, mobilisée dans le cadre de la contre-expertise du Village Olympique et Paralympique des JO de 2024 (SGPI) précise qu'une étude de la CDC Biodiversité fait état d'un effet estimé à 5% du projet sur les prix immobiliers.

L'effets de la reconversion des friches sur le cadre de vie peut être monétarisé ainsi (par application de l'équation issue de la méta-analyse pour l'approche par « domaines écologiques », cas des « espaces verts urbains ») :

Tableau 2 : effet de la proximité d'un espace vert urbain (EVU) sur les prix immobiliers, effet d'un rapprochement de 100 mètres, source Bockarjova et al., 2017, calculs Arcadis

Habitation	Effet sur les prix immobiliers d'un rapprochement de 100 mètres
Située entre 0 et 100 m de la friche	2,3%
Située entre 100 et 200 m de la friche	2,0%
Située entre 200 et 300 m de la friche	1,8%
Située entre 300 et 400 m de la friche	1,6%
Située entre 400 et 500 m de la friche	1,5%

Tableau 3 : effet de la proximité d'un espace vert urbain (EVU) sur les prix immobiliers, effet par rapport à un bien situé hors de l'aire d'influence, source Bockarjova et al., 2017, calculs Arcadis

Habitation	Effet sur les prix immobiliers d'un rapprochement de 100 mètres
Située entre 0 et 100 m de la friche	9,54%
Située entre 100 et 200 m de la friche	7,08%
Située entre 200 et 300 m de la friche	4,98%
Située entre 300 et 400 m de la friche	3,12%
Située entre 400 et 500 m de la friche	1,50%

A noter que la CDC Biodiversité dans son étude sur l'évaluation socioéconomique des Solutions fondées sur la Nature⁸ à utiliser les mêmes références bibliographiques.

Mise en œuvre de la méthode

La mise en œuvre de la méthode peut être réalisée en fonction de la densité d'habitation de la commune (source INSEE ou approche plus locale à l'échelle du quartier par l'exploitation des données carroyées INSEE⁹) et le prix immobilier moyen au m² de cette même commune. Les données « Demande de valeur foncière » issues du portail public open data Etalab¹⁰ permettent d'obtenir les valeurs immobilières d'une échelle allant de la commune à la parcelle cadastrale. Dans la mesure où les méthodes de prix hédonique mesurent la corrélation et non la causalité entre la présence d'une friche et les prix immobiliers et fonciers, il est proposé dans un souci de prudence de ne retenir qu'un seul de ces effets en fonction de la nature du projet.

⁷ BOCKARJOVA Marija, WOUTER BOTZNE W.J. (2017). A meta-analysis framework for assessing the economic benefits of NBS, Naturvation, Utrecht Univeristy, 55p

⁸ BIODIV 2050 n°17, CDC BIODIVERSITE, Évaluation socioéconomique des Solutions fondées sur la Nature, <http://www.mission-economie-biodiversite.com/publication/evaluation-socioeconomique-sfn> [consulté le 2020/08]

⁹ <https://www.geoportail.gouv.fr/actualites/nouvelles-donnees-insee-demographie-et-niveau-de-vie>

¹⁰ <https://app.dvf.etalab.gouv.fr/>

1.2.3. Effets de la création d'un îlot de fraîcheur

D'après la méta-analyse réalisée par Bowler et al. (2010), on observe une baisse de température moyenne de 0.94°C en journée (6h à 20h) dans les parcs urbains par rapport aux zones bétonnées. En ce qui concerne la zone concernée par cet effet, Chen et Wong (2006) l'évaluent à 500m aux alentours du parc. Les effets tendent néanmoins à décroître plus on s'écarte de la proximité du parc ou de l'espace de nature. Ces effets observés sont cohérents avec les valeurs présentées dans le rapport « Aménager avec la nature en ville » (ADEME) qui indique notamment qu'un parc de 60 ha permet de réduire de 1,5°C la température de l'air dans une zone construite située à 1 km sous le vent.

Hypothèse plutôt basse retenue pour quantifier l' « effet de fraîcheur » de la nature en ville : une zone tampon autour d'un parc urbain de 500m avec un effet de baisse de la température de 1°C.

Pour la monétarisation de l'effet, les différents paramètres retenus :

- Dans ces recommandations pour la sobriété énergétique à destination des ménages en France, l'ADEME estime qu'un degré de baisse au niveau de la température intérieure des logements (pour le chauffage) équivaut à une baisse de 7% de la facture énergétique. Nous retenons cette même hypothèse que nous appliquons à la climatisation et aux systèmes de rafraîchissement (ventilateur...).
- D'après un rapport du Ministère de l'Environnement sur « Les ménages et la consommation d'énergie » de mars 2017, édité par le service de l'observation et des statistiques (SoeS), il est indiqué que la facture moyenne d'énergie des ménages pour leur logement est de 1500€ et que dans les logements qui sont équipés de système de climatisation, on peut estimer que la consommation de refroidissement représente 3,4 % en moyenne de la consommation d'énergie. Pour les logements dépourvus de système de climatisation, on peut extrapoler en conservant globalement le même pourcentage pour refroidir et climatiser un logement (par exemple du fait d'utiliser des ventilateurs pendant les quatre mois d'été).

On obtient ainsi le calcul suivant d'économie lié au rafraîchissement d'un logement sur le coût annuel moyen dépensé par ménage à 500 m d'un parc urbain ou d'un espace de nature :

- Facture d'énergie des ménages 1 500 € en retenant une hypothèse de 3,4% pour le rafraîchissement du logement = on obtient environ 50€ par an.
- En appliquant la même règle de 7% pour la baisse d'un degré de température, on obtient **3,5€ par an et par ménage dans un rayon de 500m autour d'un parc urbain ou d'un espace de nature.**
- Il est également possible de diminuer l'effet « îlot de fraîcheur » sur des logements situés autour d'un parc urbain en diminuant par exemple de 20% par tranche de 100m le bénéfice retiré par un ménage.

Sur la base des chiffres clés de l'ADEME¹¹ en 2014 qui indiquent pour le résidentiel une consommation moyenne de 240 kWh/m² par an, et si on applique toujours les mêmes ratios de 3,4% (part de la consommation énergétique pour la climatisation) puis de 7% (suite à la baisse de 1 degré de température) sur la consommation énergétique, on obtient :

- 240 kWh/m² x 7% puis 3,4% environ 0,6 kWh/m² par an pour un ménage, ce qui représente en EF électrique : $0,6 / 2,58 = 0,23 \text{ kWh/m}^2$ par an pour un ménage
- Soit en baisse d'impact CO₂ si on prend le ratio de conversion de la base carbone de l'ADEME, 66gCO₂ par kWh on obtient $0,23 \times 66 = 15 \text{ gCO}_2$ évités par m² par an (pour le résidentiel)
- **BILAN ECONOMIQUE :**

Pour le bilan économique des bâtiments résidentiels, il faut donc appliquer le ratio suivant : **3,5€ par an et par ménage dans un rayon de 500m autour d'un parc urbain ou d'un espace de nature.**

¹¹ Source : ADEME, « Chiffres-clés », Climat, Air et Energie, édition 2014 (p.4 du document)



Pour le bilan économique des bureaux (tertiaire), on raisonne par m². D'après une étude de l'Observatoire de l'Immobilier Durable¹², les bureaux consomment en moyenne 422 kWhEP/m² par an¹³. En partant de l'hypothèse (« défavorable » car il y aura moins de « bénéfiques » à valoriser...) que le vecteur énergétique est de l'électricité à 100%, on obtient une consommation électrique en énergie finale de 422 / 2,58 = 164 kWhEF/m² par an. Ensuite on applique les mêmes ratios que pour le résidentiel (à nouveau l'hypothèse est « défavorable » car les bureaux consomment plus de climatisation qu'un logement résidentiel...), on obtient 164 kWhEF x 7% puis 3,4% = 0,4 kWhEF économisés/m²/an. Avec un coût moyen du kWhEF de 0,15€, on obtient **0,06€ économisés/m²/an pour les surfaces de type tertiaire** (« bureaux » mais aussi possibilité d'intégrer les surfaces commerciales et logistiques d'après l'article Le Moniteur¹⁴). Donc pour un bureau d'une surface de 100 m² on obtient 6€ d'économies par an.

- BILAN IMPACT CO₂ :

Pour le bilan « impact CO₂ » dans le résidentiel, on obtient **15 gCO₂ évités par m² par an**.

Pour le bilan « impact CO₂ » dans le tertiaire (bureaux et commerces) : 0,4 x 66 = **26,4 gCO₂ évités par m² par an**.

Tableau de synthèse des propositions :

Effet	Impact consommation	Impact économique du fait des économies d'énergies	Impact CO ₂
Au sein du quartier si EVU ET aussi A l'extérieur du quartier si projet de renaturation (sur une zone tampon de 500m autour de l'EVU)	Pour résidentiel : 0,23 kWhEF/m ² par an Pour bureaux et commerces : 0,4 kWhEF économisés/m ² /an	Pour résidentiel : 3,5€ par an et par ménage (on raisonne par logements) Pour bureaux et commerces (on raisonne par m ²) : 0,06€ économisés/m ² /an	Pour résidentiel : 15 gCO ₂ évités par m ² par an (on raisonne en surface) Pour bureaux et commerces : 26,4 gCO ₂ évités par m ² par an

1.3. Effets liés aux nouvelles fonctions proposées par le projet

1.3.1. Effet carbone du fait de la production d'énergie renouvelable

Les friches industrielles polluées peuvent constituer un espace permettant l'implantation de sources de production d'énergies renouvelables. L'activité de production d'énergie relève de l'économie marchande. Cependant le caractère faiblement carboné de l'énergie produite constitue un effet positif pour l'environnement qu'il est pertinent de prendre en compte dans une analyse coûts-bénéfices.

Des ratios ACV issus des bases ADEME¹⁵ offrent un détail du contenu CO₂ d'un KWh photovoltaïque par rapport à un KWh issu de la production nucléaire. Ces émissions correspondent à des émissions indirectes.

Tableau 4 : Contenu CO₂ Energies, Approche ACV, ADEME 2019

Source de production	Contenu CO ₂ (en gCO ₂ /KWh)
Energie photovoltaïque	55
Nucléaire	66

¹² Source : article Le Moniteur en référence à la fin de la section.

¹³ Il s'agit de l'état actuel de la consommation des bâtiments tertiaires.

¹⁴ « Même constat pour les autres classes de bâtiments tertiaires comme les commerces ou encore les bâtiments de logistiques » (citation extraite de l'article du Moniteur).

¹⁵ http://www.bilans-ges.ademe.fr/documentation/UPLOAD_DOC_FR/index.htm?renouvelable.htm



Le contenu CO2 de la source de production peut également être comparé au contenu CO2 du mix énergétique moyen France ou au mix associé à l'usage de la source de production évaluée.

1.3.2. Effets en termes de valeurs récréatives et culturelles liées aux nouveaux équipements et aménités proposés par le projet

Pour les parcs publics et équipements sportifs

Dans le cas où la reconversion de la friche ne serait pas réalisée en opposition à la réalisation d'un même projet en étalement urbain, notamment s'agissant de création de parcs publics et équipements sportifs, une valorisation peut être réalisée sur la base de valeurs issues de la littérature. Dans le cadre de la contre-expertise du projet de Village Olympique et Paralympique (SGPI) des valeurs ont été mobilisées. Elles sont issues d'études de consentement à payer pour les différents services et activités possibles dans les parcs publics. D'après le rapport de contre-expertise, ces estimations auraient été réalisées par le Center for City Park Excellence (CCPE), et citées par Harnik et Crompton (2014)¹⁶. Il est précisé qu'« aucune publication de ces valeurs directement par le CCPE n'a pu être identifiée. Les estimations sont ainsi à prendre avec précaution. La mention de cet article constitue simplement une piste proposée pour montrer qu'il est possible d'attribuer une valeur à ce type d'équipement public ».

Tableau 5 : Valeur d'utilisation des parcs publics, Harnik et Crompton, 2014

Facility/activity	Value unit of use
<i>General park uses</i>	<i>Value per person visit (\$)</i>
Playgrounds	\$3.50
Picnic areas	\$3.00
Trail uses	\$4.00
Gardens	\$3.50
Other passive uses of parks	\$2.50
<i>Outdoor sports facilities – individual use</i>	<i>Value per person visit (\$)</i>
Tennis	\$4.00
Basketball	\$3.00
Other fields/courts	\$3.00
<i>Facilities/field rentals^a</i>	<i>Rental value (\$)</i>
Picnic shelters	\$100.00
Baseball/softball – league	\$100.00
Baseball/softball – community	\$100.00
Outdoor performing areas	\$500.00
<i>Special uses/fee areas</i>	<i>Per unit value (\$)</i>
Golf courses	\$20.00
Nature centers	\$10.00
Zoo/arboreta	\$10.00

^aPer visit value for facility/field rentals is based on 25 users per rental.

Source : Harnik et Crompton (2014)

Dans le cadre du projet BIOTUBES¹⁷, piloté par Valorphiz et soutenu par l'ADEME, le BRGM a identifié une valeur au sein du travail de recherche suivant « Évaluation contingente d'aménités paysagères liées à un espace vert urbain¹⁸ ». Ce travail aboutit à proposer une valeur de **1,4€/ménage et par an** pour bénéficier d'un espace vert urbain ou d'un équipement extérieur sur la base du consentement à payer des habitants du bassin de vie. Pour évaluer le bénéfice lié à l'utilisation de ces équipements publics, il conviendra ainsi de multiplier le nombre de ménages impactés par la valeur unitaire d'usage issue de cette littérature.

Pour les équipements à vocation culturelle ou d'insertion sociale

¹⁶ HARNIK, P. et CROMPTON, J.L. (2014). Measuring the total economic value of a park system to the community. *Managing Leisure*.

¹⁷UPGE, BioTechnosols urbains en faveur de la biodiversité et des services écosystémiques. <https://www.genie-ecologique.fr/projet-biotubes-biotechnosols-urbains-en-faveur-de-la-biodiversite-et-des-services-ecosystemiques/> [consulté le 2020/08]

¹⁸ Walid OUESLATI, Nicole MADARIAGA, Julien SALANIE (2008) , « Évaluation contingente d'aménités paysagères liées à un espace vert urbain. Une application au cas du parc Balzac de la ville d'Angers", *Review of Agricultural and Environmental Studies - Revue d'Etudes en Agriculture et Environnement (RAEStud)*, Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), vol. 87(2).



Certaines activités n'ont de sens que si celles-ci se localisent sur le lieu de l'ancienne friche. Pour ces activités à vocation culturelle ou sociale, la littérature existante ne permet pas d'identifier des valeurs spécifiques aux bénéfices socio-économiques. Le développement ci-après propose une méthode d'estimation de ces bénéfices.

Les bénéfices apportés par une activité correspondent à minima aux coûts consentis par les utilisateurs pour accéder au service. Dit autrement, si une personne consent à payer 5 € pour visiter un musée, c'est qu'elle en tire un bénéfice au moins égal à ces 5 euros. En poussant le raisonnement plus loin, le coût peut être élargi au coût du transport nécessaire pour accéder à l'activité. Ainsi, il est proposé de valoriser pour un usager le bénéfice lié à un service culturel comme la somme du coût d'accès et du coût du transport. Pour mettre en œuvre cette méthode, il convient d'estimer :

- Le nombre d'usagers potentiels
- Le prix (à partir des prix pratiqués pour des services comparables)
Le coût du transport, qui dépendra du rayonnement de l'activité proposée (sauf exception, considérer un rayonnement local).

1.4. Effets sur la création d'emploi grâce au projet

1.4.1. Effet sur l'emploi en phase de remise en état du site

Les effets sur l'emploi correspondent à un nombre d'emplois mobilisés pour réaliser un projet d'aménagement. Il convient d'analyser cet effet en différentiel avec une option de référence qui correspond à la situation la plus probable si le projet n'avait pas été réalisé sur la friche. Cette situation correspond le plus souvent à une situation où le projet aurait été réalisé dans une autre configuration (dans un secteur périurbain par exemple).

L'effet sur l'emploi peut par conséquent être calculé en déterminant l'écart de coûts entre le coût de réalisation du projet sur un terrain viable et la réalisation du même projet sur une ancienne friche urbaine. Il sera considéré un effet sur l'emploi équivalant à environ 5 emplois par M€¹⁹ de chiffre d'affaires (études et travaux). Ainsi, si la dépollution d'un site nécessite une dépense de 2M€HT, l'effet sur l'emploi sera de 10 emplois.ans mobilisés sur la durée des études et travaux.

1.4.2. Effet sur l'emploi en phase d'exploitation – cas de l'activité commerciale

Le commerce de proximité affiche une capacité plus importante à créer des emplois que la grande distribution : on trouve « 3,5 à 4,3 plus de poste de travail dans le commerce traditionnel pour la même surface de vente » souligne un rapport de la CCI de Rhône-Alpes de 2008 (in Olivier Razemon, « Comment la France a tué ses villes », L'écopoche, 2019). Le tableau issu du site internet de l'INSEE présenté ci-dessous met en évidence :

- l'alimentaire spécialisé d'une surface de vente moyenne de 60 m² compte 3 personnes occupées en équivalent temps plein : un emploi pour 20 m²
- l'alimentaire non spécialisé d'une surface moyenne de 740 m² compte 15 personnes occupées en équivalent temps plein : un emploi pour 49m².

¹⁹ D'après les chiffres publiés par l'Union des Professionnels de la Dépollution des Sites (UPDS), 2 300 salariés sont employés par les entreprises adhérentes, pour 473 millions € de chiffre d'affaires générés (2018).



Tableau 6 : Caractéristiques moyennes des points de vente du commerce de détail en magasin et de l'artisanat commercial, INSEE

	Chiffre d'affaires (en milliers d'euros)	Surface de vente (en m ²)	Personnes occupées (en équivalent temps plein)	Chiffre d'affaires par surface de vente (en euros/m ²)	Chiffre d'affaires par personne occupée (en milliers d'euros)
Ensemble	1 150	250	5	4 660	250
Alimentaire spécialisé et artisanat commercial	380	60	3	6 330	120
Alimentaire non spécialisé	4 940	740	15	6 700	320
Loisirs, culture et TIC*	760	220	4	3 430	210
Équipement de la maison	1 110	490	5	2 270	220
Équipement de la personne	570	180	3	3 270	190
Biens médicaux	1 190	100	4	12 030	310
Autres**	680	210	3	3 270	270

* Technologies de l'information et de la communication.
 ** Grands magasins, bazars, carburants, biens d'occasion, autres commerces de détail spécialisés.
 Lecture : dans les points de vente d'équipement de la maison, le chiffre d'affaires moyen par personne occupée s'élève à 220 milliers d'euros en 2014.
 Champ : France entière, établissements et unités légales du commerce de détail en magasin et de l'artisanat commercial, actifs toute l'année.
 Source : Insee, DGFIP, enquête Points de vente 2014.

1.4.3. Effet sur l'emploi agricole

Un rapport du CESE donne un éclairage intéressant sur les emplois induits par l'activité agricole, ce qui fournit une base pour estimer les emplois non détruits du fait de la reconversion de foncier en friche au détriment de l'étalement urbain sur des sols agricoles. Mme Marie-Thérèse Bonneau, vice-présidente de la Fédération nationale des producteurs de lait indiquait en 2017 lors de son audition par le CESE que « *Un hectare agricole artificialisé représente, à titre d'exemple, en termes de perte de production, 2 500 camemberts pour un hectare en élevage laitier ou 25 000 baguettes pour 1 hectare de blé. En termes d'emplois, l'équivalence pour 1 hectare correspond à 7 emplois s'il s'agit d'un éleveur, 4 emplois s'il s'agit de production de fruits, et de 6 à 10 emplois s'il s'agit de production de légumes sous serre.* »²⁰

1.5. Effets sur la fiscalité

Les programmes de logements ou de bureaux sont réalisés par rapport à une situation de référence ou ces programmes auraient été réalisés ailleurs. Les activités économiques implantées sur la friche reconvertie ne peuvent être considérées comme ayant une pertinence que si celles-ci n'auraient pas de sens sur une localisation extérieure à la friche.

Les taxes à prendre en compte sont les suivantes :

- Taxe sur la Valeur Ajoutée : en fonction du chiffre d'affaire prévisionnel de l'activité économique envisagée. Taux de TVA de 20 %. S'agissant du calcul du bénéfice net pour la collectivité, la contrainte de revenu des ménages (le fait qu'ils aient un budget limité) cette augmentation locale des recettes de TVA pourrait ne pas avoir de répercussion globale.

²⁰ Audition de Marie-Thérèse Bonneau, vice-présidente de la Fédération nationale des producteurs de lait (par la section le 15/02/17, source FNSEA, in LES AVIS DU CESE. CESE 13. MAI 2017. Réconcilier la France. RAPPORT ANNUEL SUR L'ÉTAT DE LA FRANCE 2017. www.lecese.fr/sites/default/files/pdf/Avis/2017/2017_13_raef.pdf

- La Cotisation sur la Valeur Ajoutée des Entreprises : cette cotisation est égale à 1,5 % de la valeur ajoutée d'une entreprise. Les entreprises réalisant moins de 50 000 000 € de chiffre d'affaire annuel hors taxes en sont exonérées.
- La cotisation foncière des entreprises : cette cotisation est calculée en fonction de la valeur locative du local. Les valeurs locatives et les taux d'imposition pratiqués sont propres à chaque territoire.

Dans le cadre de ventes immobilières, les ventes sont soumises à des droits de mutation. Les taux appliqués sur les prix de vente sont les suivants :

- Droits de mutation à titre onéreux reversés aux départements : 4,5% dans une majorité de départements (source : Direction générale des finances publiques, Droits d'enregistrement et taxe de publicité foncière sur les mutations à titre onéreux d'immeubles et de droits immobiliers, juin 2019-mai 2020) ;
- Droits de mutation à titre onéreux reversés aux communes : 1,2 % (source : Direction générale des finances publiques, Droits d'enregistrement et taxe de publicité foncière sur les mutations à titre onéreux d'immeubles et de droits immobiliers, juin 2019-mai 2020) ;
- Droits de mutation à titre onéreux perçus par les départements reversés à l'Etat : 2,37% du montant perçu par le département (Article 1647 du Code Général des Impôts).

Les statistiques relatives aux taux de rotation des propriétaires de leurs logements sont peu nombreuses. Le rapport « Les conditions d'occupation des logements au 1er janvier 2011²¹ » met en évidence un taux de rotation de 3 % pour les propriétaires occupants. Ainsi à défaut de valeurs spécifiques, une durée de détention de 33 ans peut être retenue.

Mise en œuvre de la méthode

Dans le cadre de l'évaluation de projets réalisés dans le cadre de reconversion de friches urbaines, seuls les effets fiscaux relatifs aux droits de mutation ont été pris en compte. En effet, les effets sur l'activité économique et la fiscalité associée ne sont pas la conséquence du choix de localisation du projet sur une friche dégradée. Cela revient à considérer que si le projet réalisé sur la friche avait été réalisé en extension urbaine, celui-ci aurait eu un impact comparable sur l'activité économique.

²¹ CGDD (2012), Les conditions d'occupation des logements au 1er janvier 2011, Chiffres et statistiques, n°343, 6 pages.



2. Effets indirects du projet (liés à la limitation de l'étalement urbain)

Les effets liés à la limitation de l'étalement urbain correspondent au fait de localiser un programme d'aménagement sur une ancienne friche urbaine en opposition à la localisation du projet réalisé en zone périurbaine ou rurale. Ici, la densification est appréhendée comme un levier de limitation de l'étalement urbain. Ces effets ne sont applicables que dans le cas où l'aménagement aurait pu être réalisé ailleurs en option de référence. L'effet de levier en termes de non-artificialisation des sols est important. En effet, le CGDD estime qu'une artificialisation de 1,55m² est engendrée pour 1m² de terrain à bâtir pour une maison individuelle^{22, 23}. Cette valeur est de 5,4 aux USA d'après Hou et al. (2018) (la différence pourrait s'expliquer par la consommation d'espaces supérieure aux USA comparée à la France par m² construit). Ainsi, la réappropriation d'espaces situés au cœur des villes limite l'artificialisation des sols.

2.1. Effets liés à la préservation des espaces naturels agricoles et forestiers (ENAF)

La non-artificialisation en périphérie des villes et la renaturation de sites permettent de préserver et développer les ENAF. Cela permet à la collectivité de bénéficier des services offerts par la nature. Les services identifiés sont listés ci-après.

- Services de régulation du risque inondation : en préservant des surfaces non imperméabilisées on permet l'infiltration des eaux pluviales et on limite ainsi le risque d'inondations ;
- Service d'amélioration de la qualité de l'eau : en renaturant les friches on améliore la qualité des eaux d'infiltration ;
- Service de séquestration et de stockage du carbone : la préservation d'espaces naturels ou leur création permet de bénéficier des fonctions de séquestration du carbone offertes par la nature.
- Service de production agricole : service de production alimentaire ;
- Services de pollinisation : le maintien d'espaces naturels et la renaturation favorisent la pollinisation ;

Les différentes valeurs proposées ci-après s'appliquent selon l'évolution qui est apportée par le projet au regard de l'option de référence ;

- Services de régulation des inondations : le bénéfice s'applique aux surfaces non imperméabilisées ;
- Service d'amélioration de la qualité de l'eau : le bénéfice s'applique aux surfaces dépolluées ;
- Service de séquestration du carbone : le bénéfice s'applique à l'ensemble des surfaces transformées.
- Service de production agricole : le bénéfice s'applique aux surfaces non artificialisées ;
- Services de pollinisation : le bénéfice s'applique aux surfaces d'espaces verts créés.

2.1.1. Effets en termes de régulation du risque inondation

Les zones naturelles ont un apport sur la gestion de l'eau en termes de qualité de l'eau. Selon les caractéristiques de la zone, le maintien d'une zone naturelle peut permettre d'écarter les crues, de recharger des aquifères ainsi que de purifier l'eau. Le service d'écarter des crues correspond à un effet spécifique, qui n'a pas vocation à être pris en compte dans le cas général (le bénéfice en termes de limitation des risques de crues est très dépendant du contexte). Une valeur d'environ **210 €/hectare/an** a été estimée dans le cadre des études réalisées pour la plaine de Bassée²⁴.

²² Artificialisation. De la mesure à l'action (Janvier 2017), Ministère en charge de l'environnement, CGDD/Service de l'économie, de l'évaluation et de l'intégration du développement durable (SEEIDD), Collection THEMA., 41 pages.

²³ Emmanuel REY. Régénération des friches urbaines et développement durable. Vers une évaluation intégrée de la dynamique de projet. UCL Presses universitaires de Louvain. 2012. 291 pages.

²⁴ Evaluation économique des services rendus par les zones humides, Le cas de la plaine alluviale de la Bassée. Novembre 2012, Etudes et documents, CGDD. 106 pages.



Une étude²⁵ réalisée par le GRAIE (Groupe de Recherche, Animation technique et Information sur l'Eau) analyse les coûts de mise en œuvre de dispositifs de gestion des eaux pluviales pour une ZA de 6,5 ha située dans l'Ain et dont les sols sont imperméabilisés. Le travail réalisé par le BRGM dans le cadre du projet Bio-TUBES²⁶ aboutit à retenir une valeur de **1230 €/hectare/an**.

2.1.2. Effets sur la qualité de l'eau

Le service d'amélioration de la qualité de l'eau correspond à la prise en compte du rôle joué par les prairies dans l'épuration et la dépollution de l'eau. Il est valorisé à **90 €/hectare/an**.

2.1.3. Effet carbone (stockage et séquestration)

Les sols, assurent selon leur nature, et à des degrés distincts, deux fonctions :

- Fonction de séquestration du carbone.
- Fonction de stockage du carbone

Ainsi, un projet d'artificialisation en modifiant la nature du sol génère une évolution du stock de carbone (déstockage dans le cas d'une artificialisation, séquestration et constitution d'un stock dans le cadre d'une renaturation). Le rapport « La séquestration de carbone par les écosystèmes en France ²⁷ » propose des valeurs de stock en fonction des milieux. Celles-ci ont été reportées en annexe. Quelques valeurs moyennes sont indiquées ci-après :

- Cultures pérennes de la région continentale sans pratique séquestrante :
 - Stock de référence (en tCO₂eq/ha) : 239
 - Flux de séquestration de long terme de référence (en tCO₂eq/ha) : - 25
- Prairies permanentes de la région continentale sous tout type de gestion :
 - Stock de référence (en tCO₂eq/ha) : 330
 - Flux de séquestration de long terme de référence (en tCO₂eq/ha) : - 35
- Terre imperméabilisée de la région continentale sous tout type de gestion :
 - Stock de référence (en tCO₂eq/ha) : 110
 - Flux de séquestration de long terme de référence (en tCO₂eq/ha) : 0
- Espace vert urbain de la région continentale sous tout type de gestion :
 - Stock de référence (en tCO₂eq/ha) : 177
 - Flux de séquestration de long terme de référence (en tCO₂eq/ha) : 0

La valeur du CO₂ utile à la monétarisation des bénéfices correspond à la trajectoire issue du rapport « Une valeur tutélaire du carbone pour évaluer les investissements et les politiques publiques ». Les valeurs par tonne à appliquer sont les suivantes (en €2018) :

- 90 euros en 2020 ;
- 250 euros en 2030 ;
- 500 euros en 2040 ;
- 775 euros en 2050.

Elle évolue conformément aux règles issues du rapport Quinet relatif à la valorisation du carbone. Une planche récapitulative relative à la valeur du CO₂ a été intégrée en annexe.

²⁵ GRAIE (2018), Comparaison des coûts de différents scénarios de gestion des eaux pluviales, 9p

²⁶ VALORHIZ, BRGM, ELISOL. 2020. Bio-TUBES - biotechnosols urbains en faveur de la biodiversité et des services écosystémiques. Rapport. Accessible sur www.ademe.fr, rubrique Librairie.

²⁷ EFESE (mars 2019), La séquestration de carbone par les écosystèmes en France, Collection Théma, 102 pages. <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/evaluation-francaise-des-ecosystemes-et-des-services-ecosystemiques>



Mise en œuvre de la méthode

Il conviendra d'affecter les caractéristiques du projet, en termes de superficies, aux différentes catégories EFSE :

- Terres imperméabilisées,
- Espaces verts urbain,
- Terres dégradées.

Et pour la solution de référence « ENAF » :

- Prairies permanentes
- Cultures annuelles.

Cf. les tableaux de valeurs en annexe 4.

2.1.4. Effets sur les services de production agricole

Les services de production agricole sont monétarisés au regard des revenus qu'ils génèrent pour les producteurs. Les différentes sources à disposition mettent en évidence une valeur prudente qui se situait autour de **200€/hectare**. Cela correspond au résultat courant avant impôts par hectare pour une activité de céréalier²⁸. Cette valeur est légèrement plus faible que la valeur calculée dans le cadre des études « Evaluation économique des services rendus par les zones humides²⁹ » pour la plaine de la Bassée.

Tableau 7 : Indicateurs économiques activité agricole France, Résultats économiques des exploitations en 2017, données Agreste

Orientation	Nombre d'exploitations	SAU ha	EBE euros	RCAI euros	RCAI/Utans euros
Céréales et oléoprotéagineux	52 363	126	53 140	22 884	19 153
Autres grandes cultures	19 232	123	95 324	51 330	37 765
Maraîchage et horticulture	11 068	9	79 048	50 882	33 796
Viticulture	45 804	25	81 083	52 741	41 559
Fruits et autres cultures permanentes	7 606	30	72 758	44 849	31 052
Bovins lait	45 226	91	82 658	42 887	26 909
Bovins viande	28 827	109	48 401	22 512	17 711
Ovins et caprins	12 884	93	50 344	26 707	19 611
Porcins	5 462	61	129 228	70 111	48 769
Volailles	10 178	39	88 108	47 867	36 074
Polyculture, polyélevage	36 612	118	72 239	32 729	21 674
Ensemble	296 523	88	72 386	38 325	27 435

2.1.5. Recharge des aquifères

S'agissant des services de recharge des aquifères, le rapport du Centre d'Analyse Stratégique relatif aux services rendus par les prairies permanentes en France³⁰ n'isole pas de valeur spécifique. Cet effet ne sera par conséquent pas pris en compte.

2.1.6. Effets liés à la nature (services rendus et en tant qu'aménité)

²⁸ Résultats économiques des exploitations en 2017, AGRESTE

²⁹ CGDD (Novembre 2012), Evaluation économique des services rendus par les zones humides, Le cas de la plaine alluviale de la Bassée., Etudes et documents, 106 pages.
<http://temis.documentation.developpement-durable.gouv.fr/docs/Temis/0077/Temis-0077408/20531.pdf>

³⁰ CAS (2009), Approche économique de la biodiversité et des services liés aux écosystèmes, 376 pages

Les zones agricoles, naturelles et forestières favorisent la biodiversité et constituent des zones pour lesquelles les citoyens ont un attachement à leur préservation. La monétarisation de ces effets est complexe. Le tableau ci-après présente différentes valeurs issues de sources variées permettant d'appréhender une valeur à retenir. Au regard de l'intérêt *a priori* plus limité des zones situées en périphérie d'agglomération par rapport aux zones prises en compte pour la construction des valeurs (zones humides, forêt française), il est proposé de retenir une valeur de 70€/hectare/an (valeur liée à la pollinisation).

Tableau 8 : Valeurs monétaires des services rendus et aménités des zones agricoles, naturelles et forestières, sources diverses

Effet	Valeur monétaire	Source
Valeur de non-usage biodiversité zones humides	225 à 2350 €/hectare/an	Evaluation économique des services rendus par les zones humides, CGDD, 2012
Valeur pollinisation prairies permanentes	60 à 80 €/hectare/an	Approche économique de la biodiversité et des services liés aux écosystèmes» du Centre d'Analyse Stratégique daté d'avril 2009
Valeur de la biodiversité des forêts françaises	45 à 64€/ménage/an pour la totalité de la forêt française. D'après IGN 16,9 millions d'hectares de forêt en France pour 28,5 millions de ménages (INSEE). Environ 85 €/hectare	Enquête nationale pour estimer la valeur économique de la biodiversité des forêts françaises (Garcia et al., 2007)

2.2. Effets liés à une meilleure rationalisation des déplacements

La bibliographie met en évidence le fait qu'un ménage situé en périphérie consomme 3 fois plus d'énergie pour ses déplacements de proximité qu'un ménage du centre-ville compte-tenu de la taille du ménage, de sa composition, et de ses revenus³¹. Reconvertir les friches contribue à la réduction des transports et aux impacts associés : 36% de déplacements et d'émissions liées au transport en moins à Atlanta³², 47% des distances parcourues par individu à Baltimore et 54% à Dallas³³.

La localisation des activités au sein des centres urbains en opposition à la localisation de ces mêmes activités en périphérie peut engendrer une réduction de l'utilisation des véhicules particuliers. Cette diminution est à caractériser selon la nature des déplacements réalisés, du type de tissu urbain et des distances parcourues. Elle génère en particulier les effets suivants :

- Effet sur les émissions de GES
- Effet sur la pollution locale
- Effet sur les coûts de déplacement des usagers
- Effet sur le temps de parcours des usagers
- Effet en termes de sécurité routière

³¹ INRETS, in Desjardins X. et Llorente M., Etudes sur les « Budgets énergie environnement déplacements » de Revue de littérature scientifique sur le lien entre les formes d'organisation territoriale, les consommations énergétiques et les émissions de gaz à effet de serre. Quel rôle pour l'urbanisme et l'aménagement du territoire face au changement climatique ? PUCA, Juin 2009. In Etalement urbain et changements climatiques. Etat des lieux & propositions. Juillet 2011. Réseau Action Climat France. 36 pages.

³² Climate Smart Brownfields Manual. US EPA. <https://www.epa.gov/land-revitalization/climate-smart-brownfields-manual> [consulté le 2020/08]

³³ US EPA (2011), Air and water quality impacts of brownfields redevelopment: A study of five communities



2.2.1. Effet sur les émissions de GES

Chaque déplacement en voiture évité permet une diminution des émissions de gaz à effet de serre. En moyenne en France, les véhicules consomment 6,4 L³⁴ de carburant tous les 100 km. Ces consommations sont réalisées à deux tiers par des véhicules diesel et un tiers par des véhicules essence. Les facteurs d'émission de CO₂ à usuels sont du guide « *Information GES des prestations de transport. Application de l'article L.1431-3 du code des transports. Guide méthodologique* ».

Tableau 9 : Facteurs d'émission des sources d'énergie, Base carbone ADEME, Guide information GES 09/2018

Nature de la source d'énergie	Type détaillé de la source d'énergie	Unité de mesure de la quantité de source d'énergie	Facteur d'émission (kg de CO ₂ e par unité de mesure de la quantité de source d'énergie)		
			Phase amont	Phase de fonctionnement	Total
Essence automobile	Supercarburant sans plomb (95, 95-E10, 98)	Litre (l)	0,53	2,28	2,80
	E 85	Litre (l)	1,47	0,22	1,68
Gazole	Gazole routier	Litre (l)	0,66	2,51	3,16
Gaz de pétrole liquéfié (GPL)	GPL carburant (GPLc)	Litre (l)	0,26	1,60	1,86

La direction générale des infrastructures, des transports et de la mer³⁵ (DGITM) propose des données actuelles et prospectives relatives aux émissions de CO₂ des véhicules motorisés. Les données actuelles sont cohérentes avec les facteurs d'émission ADEME, et les données prospectives permettent de tenir compte des évolutions techniques. Dans le tableau, les valeurs ont été figées à 2050 faute de consensus scientifique autour d'une totale décarbonation de la mobilité individuelle.

Facteur d'émission en GES	2015	2030	2050	2070
Essence (kg/L)	2,24	2,24	2,24	0
Diesel (kg/L)	2,49	2,49	2,49	0
Électricité (kg/kWh)	0,049	0,049	0,049	0
GNV (kg/kg)	2,16	2,16	2,16	0
Moyenne VP (g/km)	157,2	120,9	87,2	0
Moyenne PL (g/km)	844	782	672	0

2.2.2. Effet sur la pollution locale

Les déplacements de véhicules particuliers évités permettent de réduire la pollution locale dont les impacts sanitaires peuvent être importants au sein des territoires urbanisés. Les bénéfices en termes de pollution locale seront valorisés au regard du nombre de véhicules.km supprimés. Le détail des valorisations socio-économiques des effets liés à la pollution est issu des fiches outils de la Direction générale des infrastructures, des transports et de la mer (DGITM) qui se rapportent à « L'instruction du Gouvernement du 16 juin 2014 - Cadre général de l'évaluation des projets d'infrastructures et de services de transport ».

³⁴ Les comptes des transports en 2018 p156, CGDD

³⁵ Fiche outil « Cadrage du scénario de référence », DGITM, 2019

Tableau 10 : Valeurs de la pollution atmosphérique en €2015/veh.km, DGITM

€ ₂₀₁₅ /100 véh.km	Urbain très dense	Urbain dense	Urbain	Urbain diffus	Interurbain
VP	11,6	3,2	1,3	1,1	0,8
VP diesel	14,2	3,9	1,6	1,3	1,0
VP essence	4,4	1,3	0,6	0,4	0,3
VP GPL	3,7	1,0	0,4	0,3	0,1
VUL	19,8	5,6	2,4	2,0	1,7
VUL diesel	20,2	5,7	2,5	2,0	1,8
VUL essence	6,3	1,8	0,7	0,5	0,3
PL diesel	133,0	26,2	12,4	6,6	4,4
Deux roues	6,7	1,9	0,8	0,6	0,5
Bus	83,7	16,9	8,3	4,5	3,1

Ces valeurs sont à appliquer selon la densité du tissu urbain traversé. Les typologies de tissus urbains sont présentées ci-après :

Tableau 11 : Classes de densité de pollution atmosphérique, DGITM

	Interurbain	Urbain diffus	Urbain	Urbain dense	Urbain très dense
Fourchette (hab./km ²)	< 37	37-450	450-1 500	1 500-4 500	> 4 500
Densité moyenne (hab./km ²)	25	250	750	2 250	6 750

2.2.3. Effet sur les coûts de déplacement des usagers

La réduction du nombre de déplacements permet aux usagers de réaliser des économies, liées à une moindre utilisation de leurs véhicules particuliers au profit des modes collectifs et actifs. Cette économie est calculée sur la base des coûts des différents modes de transports utilisés. Ce coût kilométrique tient compte du coût d'amortissement des véhicules, donc de la réduction du besoin en équipements. Les coûts des déplacements réalisés en transports collectifs sont à considérer selon les tarifs appliqués dans la commune du projet.

Tableau 12 : Coûts utilisation véhicules particuliers en €2015, DGITM

	Prix moyens €/veh.km		TCAM 2015-2050	
	PL	VL	PL	VL
Entretien courant, pneumatiques, lubrifiants	0,099	0,109	+0%	+1%
Dépréciation du véhicule	-	0,013	+0%	+1%

Les coûts relatifs à l'énergie sont présentés ci-après. Ils dépendent principalement de l'évolution future des équipements.

Tableau 13 : Coûts énergie véhicules en €2015, DGITM

Prix des carburants	2015	2030	2050	2070
Prix carburant HT				
essence (€/L)	0,51	0,95	0,90	0,90
diesel (€/L)	0,48	0,90	0,94	0,94
GNV (€/kg)	0,71	0,98	2,02	2,02
électricité (€/kWh)	0,10	0,12	0,15	0,15
Taxes sur les carburants				
essence (€/L)	0,63	1,02	0,75	0,75
diesel (€/L)	0,48	1,09	0,76	0,76
gazole professionnel (€/L)	0,43	0,43	0,77	0,77
GNV (€/kg)	0,04	0,06	0,28	0,28
électricité (€/MWh)	22,5	22,5	42,5	42,5
TVA				
essence (€/L)	0,23	0,39	0,33	0,33
diesel (€/L)	0,19	0,40	0,34	0,34
gazole professionnel (€/L)	0	0	0	0
GNV professionnel (€/kg)	0	0	0	0
électricité (€/kWh)	0,02	0,03	0,04	0,04
Prix carburant TTC				
essence (€/L)	1,37	2,36	1,98	1,98
diesel (€/L)	1,15	2,39	2,04	2,04
gazole professionnel (€/L)	0,91	1,33	1,71	1,71
GNV professionnel (€/kg)	0,75	1,04	2,30	2,30
électricité (€/kWh)	0,15	0,17	0,23	0,23

Dépenses énergétiques	2015	2030	2050	2070
Consommations unitaires				
VP essence (L/100km)	7,4	5,3	3,4	2,0
VP diesel (L/100km)	6,2	4,8	3,3	2,0
VP électricité (kWh/100km)	17,8	16,3	13,5	12,5
PL diesel (L/100km)	33,9	29,4	21,0	20,0
PL GNV (kg/100km)	27,0	22,4	15,1	14,2
PL électrique (kWh/100km)	197	168	126	118
Dépenses énergétiques				
VP essence (€/100km)	10,1	12,5	6,7	4,0
VP diesel (€/100km)	7,1	11,5	6,7	4,1

Dépenses énergétiques	2015	2030	2050	2070
VP électricité (€/100km)	2,6	2,8	3,1	2,9
parc moyen VP (€/100km)	7,9	10,3	3,3	2,9
parc moyen PL (€/100km)	30,8	36,9	32,4	29,8

S'agissant des coûts de déplacements par les modes individuels, la littérature met en évidence des coûts fixes correspondant à l'entretien et l'amortissement de l'équipement d'environ 12c€/km et des dépenses énergétiques d'environ 9c€/km actuellement et qui sont amenées à décroître dans le temps. Il est communément admis que le coût ressenti de la mobilité est d'environ 10c€/km dans les cas où l'évolution de la pratique de la mobilité générée par le projet n'engendre pas d'évolution des taux d'équipement au sein des ménages.

2.2.4. Effet sur le temps de parcours des usagers

L'effet sur les temps de déplacements correspond à une réduction des temps de parcours liés à une localisation plus centrale des activités. L'estimation des temps gagnés devra être réalisée au cas par cas.

A défaut, l'enquête nationale transports et déplacements caractérise les différences de distances parcourues et de temps passés dans les véhicules personnels en fonction de la localisation.

Les valeurs du temps à retenir correspondent aux valeurs proposées par l'instruction cadre relative à l'évaluation socio-économique des projets de transport.

Tableau 14 : Valeurs du temps/voyageur en €2015, DGITM

Motif du déplacement	France entière	Île-de-France
Professionnel	18,6	23,7
Domicile-travail/études/garderie	10,6	13,4
Autres (achat, soin, visites, loisir, tourisme, etc.)	7,2	9,3
Sans détail du motif	8,4	11,4

Les valeurs du temps à retenir dépendent des cas d'usage.

2.2.5. Effet en termes de sécurité routière

Les déplacements de véhicules particuliers évités permettent de réduire l'accidentologie routière. Les bénéfices en termes de réduction des accidents de la route se monétarisent à partir du nombre de décès – blessés hospitalisés et blessés non hospitalisés qu'on évite en réduisant la mobilité. Les valeurs permettant la monétarisation de ces effets sont issues des fiches outils de la Direction générale des infrastructures, des transports et de la mer (DGITM) qui se rapportent à « L'instruction du Gouvernement du 16 juin 2014 - Cadre général de l'évaluation des projets d'infrastructures et de services de transport ». Elles sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 15 : Valeurs tutélaires de l'insécurité routière en €2015, DGITM

Tués (VVS : valeur de la vie statistique)	3 200 000
Blessé hospitalisé (12,5% de la VVS)	400 000
Blessé léger ² (0,5% de la VVS)	16 000

Ces données sont croisées à des données de risques d'accident par type de route issues de la fiche outils « Valeurs recommandées pour le calcul des indicateurs socio-économiques » de la DGITM. Celles-ci étant nombreuses, elles ont directement été intégrées au sein du tableur d'évaluation.

Mise en œuvre de la méthode

L'Enquête Nationale Transports et Déplacements (ENTD) de 2008 propose des statistiques nationales relatives aux kilomètres de déplacements réalisés selon la zone de résidence. A défaut de données précises (de type Enquêtes Ménages Déplacements ou Enquête Déplacements Grand Territoire) relatives aux caractéristiques des déplacements, il est possible d'appliquer ces valeurs.

Une analyse du matériau statistique disponible a été réalisée à partir de 3 bases de données de l'ENTD :

- La mobilité locale un jour de semaine selon des critères socio-démographiques
- Le samedi, la mobilité locale selon des critères socio-démographiques
- Le dimanche, la mobilité locale selon des critères socio-démographiques

Ces données de mobilité correspondent à des données fournies pour de 6 ans ou plus. D'après les données de population 2020 INSEE³⁶, 93 % de la population a au moins 6 ans.

L'exploitation de ces bases de données met en évidence les tendances suivantes :

- En semaine, un habitant d'une zone de type centre pôle urbain de plus de 100 000 habitants parcourt en moyenne 17 km par jour contre 24 km pour un habitant d'une zone de type banlieue pôle urbain de plus de 100 000 habitants. Cela représente 7 km de moins réalisés par jour. Un habitant de pôle urbain d'une aire urbaine de moins de 100 000 habitants parcourt en moyenne 24 km par jour contre 28 km par jour pour un habitant de commune polarisée à une aire urbaine de moins de 100 000 habitants. Cela représente 4 km de moins réalisés par jour. En termes de temps de parcours, il n'existe pas de différences significatives liées à la localisation.

³⁶ Population totale par sexe et âge au 1er janvier 2020, France métropolitaine, INSEE, 2020

- Le samedi, un habitant d'une zone de type centre pôle urbain de plus de 100 000 habitants parcourt en moyenne 18 km par jour contre 27 km pour un habitant d'une zone de type banlieue pôle urbain de plus de 100 000 habitants. Cela représente 9 km de moins réalisés par jour. Un habitant de pôle urbain d'une aire urbaine de moins de 100 000 habitants parcourt en moyenne 23 km par jour contre 25 km par jour pour un habitant de commune polarisée à une aire urbaine de moins de 100 000 habitants. Cela représente 2 km de moins réalisés par jour. En termes de temps de parcours seules les localisations situées dans ou en banlieue des centres urbains de plus de 100 000 habitants présentent des écarts significatifs. En moyenne, les habitants des centres de pôles urbains consacrent 7 minutes de moins par jour à leurs déplacements.
- Le dimanche, un habitant d'une zone de type centre pôle urbain de plus de 100 000 habitants parcourt en moyenne 19 km par jour contre 19 km pour un habitant d'une zone de type banlieue pôle urbain de plus de 100 000 habitants. Il n'y a dans ce cas pas d'écart en termes de distances de déplacements. Un habitant de pôle urbain d'une aire urbaine de moins de 100 000 habitants parcourt en moyenne 19 km par jour contre 21 km par jour pour un habitant de commune polarisée à une aire urbaine de moins de 100 000 habitants. Cela représente 2 km de moins réalisés par jour. En termes de temps de parcours, il n'existe pas de différences significatives liées à la localisation.

En synthèse, faute de valeurs spécifiques les valeurs suivantes peuvent être retenues :

Tableau 16 : *Écarts de distances parcourues et de temps de déplacements, ENTD 2008, exploitation Arcadis*

Type de localisation	Gain de distance pour un jour moyen	Gain de temps pour un jour moyen
Projet réalisé pour au sein d'un grand pôle urbain de plus de 100 000 habitants	6,3 km	1 minute
Projet réalisé pour au sein d'un grand pôle urbain de moins de 100 000 habitants	3,4 km	0 minutes

Pour les trajets générés par les programmes de bureaux, les gains de distance à prendre en compte correspondent à la moitié des gains de distance pour un jour moyen retenu pour les habitants. En effet, pour un actif, les trajets domicile-travail composent la moitié³⁷ des distances parcourues. D'après l'agence d'urbanisme Bordeaux Aquitaine, en Gironde, « la distance quotidienne des déplacements domicile-travail représente 56 % de la distance totale de déplacements (tous motifs) des actifs³⁸ ».

2.3. Effets relatifs à la mise en place et au fonctionnement des services publics

2.3.1. Données issue des travaux de J.M. Halleux et J.M. Lambotte

La reconversion de friches urbaines permet de limiter les impacts en termes de périurbanisation et par conséquent de réduire les dépenses nécessaires au développement de réseaux. Dans le cadre des évaluations socio-économiques du Grand-Paris-Express, des ratios ont été mobilisés pour estimer les coûts économiques liés à l'étalement urbain évités par la mise en œuvre du métro.

Dans le cadre des études du Grand-Paris-Express, un cout de viabilisation et de raccordement aux différents réseaux de l'ordre de 160 000€₂₀₀₈/hectare a été retenu. Il a été considéré que 60 % de ces coûts étaient portés par la collectivité. Ainsi, on peut estimer que l'économie réalisée par la collectivité représente 96 000€₂₀₀₈/hectare non urbanisé.

³⁸ <https://www.aurba.org/productions/les-d%C3%A9placements-entre-le-domicile-et-le-travail-en-gironde/>

	Coût unitaire	Part	7 m	20 m	30 m
Coûts « variables »					
Électricité (2 côtés)	35 € m	1	245 €	700 €	1 050 €
Éclairage public (1 côté)	62 € m	½	217 €	620 €	930 €
Eau (2 côtés)	100 € m	1	700 €	2 000 €	3 000 €
Incendie (1 côté)	10 € m	½	35 €	100 €	150 €
Gaz (2 côtés)	37 € m	1	259 €	740 €	1 110 €
Voirie (6 m de large) (commune aux 2 côtés) avec égout complet sans égout	495 € m 320 € m	½ ½	1 733 € 1 120 €	4 950 € 3 200 €	7 425 € 4 800 €
Total coûts variables (maisons des deux côtés de la voirie)			3 190 €	9 110 €	13 660 €
Coûts « fixes » (y compris raccordements)					
Électricité	185 € parcelle (cabine de transformation)				
Eau	1 100 € parcelle (raccordement)				
Gaz	40 € parcelle (poste de transformation)				
	745 € parcelle (raccordement)				
Total (coûts variables et coûts fixes)			5 260 €	11 180 €	15 730 €

Estimation du coût primaire moyen d'équipement (en € 2008) de trois types de parcelles dans un lotissement avec création de voirie (largeurs à front de voirie de 7, 20 et 30 m) (Source : Etalement urbain et services collectifs : les surcoûts d'infrastructures liés à l'eau, J.M. Halleux, J.M. Lambotte, 2008, p.28)

Figure 1 : Coûts d'équipements urbains, extrait des EP Grand-Paris-Express, L14,16,17 pièce E4, p198

En plus des coûts de viabilisation initiaux, la périurbanisation entraîne des coûts de maintenance et renouvellement des VRD ainsi que d'exploitation des services publics. Les coûts d'exploitation annuels ont été estimés dans le cadre des études Grand-Paris-Express à 10 %/an du montant d'investissement initial.

En synthèse, les ratios à retenir convertis en € 2018 sont les suivants :

- Coûts d'investissement services publics : 121 812 €₂₀₁₈/ha
- Coûts d'exploitation services publics : 20 302 €₂₀₁₈/ha/an

2.3.2. Données d'un cas pratique réalisé par le CAUE 54

Le Conseil d'Architecture, d'Urbanisme et d'Environnement de Meurthe-et-Moselle (CAUE 54) a réalisé une étude³⁹ qui visait à comparer un cas de développement urbain par densification du centre à un cas de réalisation d'un lotissement nouveau. Les résultats sont présentés ci-après.

Programme densification du centre

NB : les coûts d'entretien sont fournis pour 30 ans.

³⁹ CAUE 54, Étude comparative en coût global entre un projet en extension de bourg et un projet en renouvellement urbain, http://www.normandie.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/037_Cout_global_extension_-_renouvellement_Etude_du_CAUE_54.pdf [consulté le 2020/06]

Tableau 17 : Coûts programme densification du centre, CAUE 54

Projet	Nombre de logements	Superficie	Coût investissement VRD public	Coût investissement VRD privé	Coût entretien VRD public	Coût entretien VRD privé
Le château	7 logements	0,36	0	109 250	114 265	0
L'école	9 logements	0,11		62 600	0	36 060
Le garage	16 logements	0,31	30 800	54 500	46 000	105 000
TOTAL	32 logements	0,78	30 800	226 350	160 265	141 060
TOTAL /logement	1	0,024	962,5	7073,5	5 008	4 408

Programme extension urbaine

NB : les coûts d'entretien sont fournis pour 30 ans.

Tableau 18 : Coûts programme extension urbaine, CAUE 54

Projet	Nombre de logements	Superficie	Coût investissement VRD public	Coût investissement VRD privé	Coût entretien VRD public	Coût entretien VRD privé
Tilleuls	31	2,91	58 400	1 120 200	1 478 010	0
TOTAL /logement	1	0,094	1 884	36 135,5	47 678	0

Point important de l'étude, les dépenses de voirie sont principalement portées par l'acquéreur, le lotissement étant majoritairement constitué de voiries privées.

Cette étude met en évidence un ratio de 3,73 entre la surface nécessaire pour développer un projet en densification et la surface nécessaire à un projet en extension urbaine.

Les ratios suivants peuvent être déduits (en €2008) :

Tableau 19 : Synthèse des coûts/ha en extension urbaine (calculs Arcadis)

Projet	Superficie	Coûts d'investissement publics	Coûts d'investissement publics/ha	Coûts d'entretien	Coûts d'entretien/ha
Tilleuls	2,91 ha	58 400	20 069	49 267	16 930

En synthèse, les ratios à retenir convertis en € 2018 sont les suivants :

- Coûts d'investissement services publics : 22 036 €₂₀₁₈/ha
- Coûts d'exploitation services publics : 18 590 €₂₀₁₈/ha/an

2.3.3. Données d'un cas pratique réalisé dans le cadre de l'étude PUCA

Le rapport « Analyse en coût global d'un projet d'aménagement ⁴⁰ » réalisé pour le compte du Ministère de l'Environnement de l'Energie et de la Mer, présente des coûts d'investissement et d'entretien des équipements publics. Les hypothèses de coûts à retenir de cette étude sont présentées dans le tableau ci-après.

⁴⁰ MEEM, PUCA, La Calade, non daté, Analyse en coût global d'un projet d'aménagement 133p.

Tableau 20 : Coûts programmes étude PUCA

Projet	Superficie	Coûts d'investissement publics	Coûts d'investissement publics/ha	Coûts d'entretien	Coûts d'entretien/ha
ZAC Jean Zay	8,5 ha	1,8 M€ ₂₀₁₆	211 765 € ₂₀₁₆	144 000€/an hors renouvellement 113 000€/an de renouvellement (extrapolation à partir du total actualisé)	30 235 €
Projet Saint Louis	3 ha	1,241M€ ₂₀₁₆	413 667€ ₂₀₁₆	90 000 €/an	30 000€

En synthèse pour la ZAC Jean Zay, les ratios à retenir convertis en € 2018 sont les suivants :

- Coûts d'investissement services publics : **217 324 €₂₀₁₈/ha**
- Coûts d'exploitation services publics : **31 029 €₂₀₁₈/ha/an**

En synthèse pour le projet Saint Louis, les ratios à retenir convertis en € 2018 sont les suivants :

- Coûts d'investissement services publics : **424 526 €₂₀₁₈/ha**
- Coûts d'exploitation services publics : **30 788 €₂₀₁₈/ha/an**

2.3.4. Synthèse des coûts d'investissement et d'entretien (en €2018/ha)

Tableau 22 : Synthèse des coûts d'investissement et d'entretien VRD

Projet	Etudes GPE	CAUE 54	PUCA Jean Zay	PUCA Saint Louis	Moyenne
Coûts d'investissement	121 812 €	22 036 €	217 324 €	424 526 €	196 425 €
Coûts d'entretien services publics	20 302	18 590	31 029	30 788	25 177€

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Les références bibliographiques ont été classées par ordre d'apparition dans le document.

- LOTTEAU Marc (2017). Développement d'une approche d'intégration des questions de morphologie urbaine dans l'évaluation environnementale des projets d'aménagement à l'échelle du quartier basée sur l'analyse de cycle de vie, Ecole doctorale des sciences chimiques, Institut des Sciences Moléculaire, Université de Bordeaux.
- ZUINDEAU Bertrand, LETOMBE Gwénaél (2001). L'impact des friches industrielles sur les valeurs immobilières : une application de la méthode des prix hédoniques à l'arrondissement de Lens (Nord – Pas de Calais), Revue d'économie régionale et urbaine, Armand Colin, vol. 0(4), pages 605-624.
- CAUDEVILLE, J., IOANNIDOU, D., BOULVERT, E. et BONNARD, R. (2017). Cumulative risk assessment in the Lorraine region : A framework to characterize environmental health inequalities. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(3):291.
- SAUTHIER, N., DURAND, C. et SCHWOEBEL, V. (2008). Evaluation de l'exposition des sols pollués au plomb, au cadmium et à l'arsenic en Aveyron - Étude CASSIOPÉE (cadmium et arsenic dans les sols et impact observé sur une population exposée). Rapport de l'Institut de Veille Sanitaire (INVS).
- LYBARGER, J. A., LEE, R., VOGT, D. P., PERHAC, R. M., SPENGLER, R. F. et BROWN, D. R. (1998). Medical costs and lost productivity from health conditions at volatile organic compound-contaminated Superfund sites. *Environmental Research*, 79(1):9-19.
- TENDERO, M. (2018). Reconversion et aménagement durable des friches urbaines polluées : élaboration d'une méthode participative d'évaluation et d'aide multicritère à la décision, Sciences économiques et de gestion Agrocampus Ouest COMUE Université Bretagne Loire, 497p
- OBRIST K., SATTLER M., T., HOME R., GLOOR S., BONTADINA F., NOBIS M., BRAAKER S., DUELLI P., BAUER N., DELLA Bruna P., HUNZIKER M., MORETTI M. (2012) : La biodiversité en ville – pour l'être humain et la nature. Notice pour le praticien n°48
- BOCKARJOVA Marija, WOUTER BOTZNE W.J. (2017). A meta-analysis framework for assessing the economic benefits of NBS, *Naturvation*, Utrecht Univeristy, 55p
- BIODIV 2050 n°17, CDC BIODIVERSITE, Évaluation socioéconomique des Solutions fondées sur la Nature, <http://www.mission-economie-biodiversite.com/publication/evaluation-socioeconomique-sfn> [consulté le 2020/08]
- ASTERES (2016), Les espaces verts urbains, Lieux de santé publique, vecteurs d'activité économique, Rapport pour le compte de l'Union Nationale des Entreprises Du Paysage, Mai 2016, 56p
- Maas, VERHEIJ et al. (2006). Green space, urbanity and health: how strong is the relation? *J Epidemiol Community Health*, vol. 60, no, p. 587-592.
- Maas (2008). Vitamin G: green environments – Healthy environments. Netherlands Institute for Health Services Research, <https://www.nivel.nl/sites/default/files/bestanden/Proefschrift-Maas-Vitamine-G.pdf>
- ADEME (octobre 2018), « Aménager avec la nature en ville », ADEME Editions
- BOWLER D.E., BUYUNG-ALI L., KNIGHT T.M. and A.S. PULLIN (2010), "Urban greening to cool towns and cities: A systematic review of the empirical evidence", *Landscape and Urban Planning*, 97: 147-155
- CHEN Y. and WONG N.H. (2006), "Thermal benefits of city parks". *Energy Buildings*, 38: 105-120
- Ministère de l'Environnement (mars 2017), « Les ménages et la consommation d'énergie », Service de l'observation et des statistiques (SoES).
- Lien vers la base carbone de l'ADEME: https://www.bilans-ges.ademe.fr/documentation/UPLOAD_DOC_FR/index.htm?electricite_reglementaire.htm
- Lien vers les campagnes de l'ADEME : http://multimedia.ademe.fr/infographies/infographie_mieux_se_chauffer/
<https://www.ademe.fr/particuliers-eco-citoyens/habitation/bien-gerer-habitat/chauffage-climatisation>
- Estimation de la consommation moyenne annuelle des bureaux (chiffres de l'Observatoire de l'Immobilier Durable rapporté par Le Moniteur dans l'article suivant) :



<https://www.lemoniteur.fr/article/les-bureaux-consomment-422-kwhep-m2-par-an.1947629>
[consulté le 2020/08]

- HARNIK, P. et CROMPTON, J.L. (2014). Measuring the total economic value of a park system to the community. *Managing Leisure*.
- UPGE, BioTechnosols urbains en faveur de la biodiversité et des services écosystémiques. <https://www.genie-ecologique.fr/projet-biotubes-biotechnosols-urbains-en-faveur-de-la-biodiversite-et-des-services-ecosystemiques/> [consulté le 2020/08]
- Walid OUESLATI, Nicole MADARIAGA, Julien SALANIE (2008) , « Évaluation contingente d'aménités paysagères liées à un espace vert urbain. Une application au cas du parc Balzac de la ville d'Angers", *Review of Agricultural and Environmental Studies - Revue d'Etudes en Agriculture et Environnement (RAEStud)*, Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), vol. 87(2).
- Audition de Marie-Thérèse Bonneau, vice-présidente de la Fédération nationale des producteurs de lait (par la section le 15/02/17, source FNSEA, in LES AVIS DU CESE. CESE 13. MAI 2017. Réconcilier la France. RAPPORT ANNUEL SUR L'ÉTAT DE LA FRANCE 2017. www.lecese.fr/sites/default/files/pdf/Avis/2017/2017_13_raef.pdf [consulté le 2020/08]
- CGDD (2012), Les conditions d'occupation des logements au 1er janvier 2011, Chiffres et statistiques, n°343, 6 pages.
- Artificialisation. De la mesure à l'action (Janvier 2017), Ministère en charge de l'environnement, CGDD/Service de l'économie, de l'évaluation et de l'intégration du développement durable (SEEIDD), Collection THEMA., 41 pages.
- Emmanuel REY. Régénération des friches urbaines et développement durable. Vers une évaluation intégrée de la dynamique de projet. UCL Presses universitaires de Louvain. 2012. 291 pages.
- GRAIE (2018), Comparaison des coûts de différents scénarios de gestion des eaux pluviales, 9p
- VALORHIZ, BRGM, ELISOL. 2020. Bio-TUBES - biotechnosols urbains en faveur de la biodiversité et des services écosystémiques. Rapport.
- EFESE (mars 2019), La séquestration de carbone par les écosystèmes en France, Collection Thema, 102 pages. <https://www.ecologique-solaire.gouv.fr/evaluation-francaise-des-ecosystemes-et-des-services-ecosystemiques>
- CGDD (Novembre 2012), Evaluation économique des services rendus par les zones humides, Le cas de la plaine alluviale de la Bassée., Etudes et documents, 106 pages.
- <http://temis.documentation.developpement-durable.gouv.fr/docs/Temis/0077/Temis-0077408/20531.pdf>
- CAS (2009), Approche économique de la biodiversité et des services liés aux écosystèmes, 376 pages.
- INRETS, in Desjardins X. et Llorente M., Etudes sur les « Budgets énergie environnement déplacements » de *Revue de littérature scientifique sur le lien entre les formes d'organisation territoriale, les consommations énergétiques et les émissions de gaz à effet de serre. Quel rôle pour l'urbanisme et l'aménagement du territoire face au changement climatique ?* PUCA, Juin 2009. In *Etalement urbain et changements climatiques. Etat des lieux & propositions*. Juillet 2011. Réseau Action Climat France. 36 pages.
- Climate Smart Brownfields Manual. US EPA. <https://www.epa.gov/land-revitalization/climate-smart-brownfields-manual> [consulté le 2020/08]
- US EPA (2011), Air and water quality impacts of brownfields redevelopment: A study of five communities.
- CGDD, Les comptes des transports en 2018 p156.
- DGITM (2019), Fiche outil « Cadrage du scénario de référence ».
- Agence d'urbanisme Bordeaux Aquitaine, Les déplacements domicile-travail en gironde, <https://www.aurba.org/productions/les-d%C3%A9placements-entre-le-domicile-et-le-travail-en-gironde/> [consulté le 2020/08]
- CAUE 54, Étude comparative en coût global entre un projet en extension de bourg et un projet en renouvellement urbain, http://www.normandie.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/037_Cout_global_extension_-_renouvellement_Etude_du_CAUE_54.pdf [consulté le 2020/06]
- MEEM, PUCA, La Calade, non daté, Analyse en coût global d'un projet d'aménagement 133p.



SIGLES ET ACRONYMES

ACV	Analyse du Cycle de Vie
ADEME	Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie
ANRU	Agence Nationale pour la Rénovation Urbaine
BPCO	Bronchopneumopathie Chronique Obstructive
BRGM	Bureau de Recherches Géologiques et Minières
CARENE	Communauté d'agglomération de la Région Nazairienne et de l'Estuaire
CAS	Centre d'Analyse Stratégique
CCPE	Center for City Park Excellence
CESE	Conseil Economique, Social et Environnemental
CGDD	Commissariat général au développement durable
CRE	Commission de Régulation de l'Energie
CSTB	Centre Scientifique et Technique du Bâtiment
DGITM	Direction Générale des Infrastructures des Transports et de la Mer
DREAL	Direction régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
EFESE	Évaluation Française des Ecosystèmes et des Services Ecosystémiques
ENAF	Espaces Naturels Agricoles et Forestiers
ENTD	Enquête Nationale Transports et Déplacements
EPFL	Etablissement Public Foncier de Lorraine
EQRS	Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires
ERI	Excès de Risque Individuel
EVU	Espace Vert Urbain
GES	Gaz à Effet de Serre
GRAIE	Groupe de Recherche, Animation technique et Information sur l'Eau
ICU	Ilot de Chaleur Urbain
IEM	Interprétation de l'Etat des Milieux
INSEE	Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques
PIB	Produit Intérieur Brut
PUCA	Plan Urbanisme Construction Architecture
QD	Quotient de Danger
UPDS	Union des Professionnels de la Dépollution des Sites
VRD	Voirie et Réseaux Divers
ZAC	Zone d'Aménagement Concerté



Annexe

Annexe1. Impact sur la santé publique

Peut-on relier la réduction des risques avec des réductions de maladies (donc de dépenses de santé) ou d'amélioration de la durée de vie ?

En cas de pollution, le contexte environnemental (sur site et hors site) est étudié pour évaluer qualitativement dans une première approche l'existence d'un risque sanitaire.

Au stade du diagnostic et en l'absence de projet de requalification/réutilisation connu, il n'est très généralement PAS conduit d'Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS) pour la friche en l'état. Cette EQRS peut être conduite si la compatibilité du site avec l'usage actuel (de friche) doit être vérifié (cas d'un site qui va rester en l'état mais est régulièrement fréquenté par exemple), dans le cadre d'une Interprétation de l'Etat des Milieux (IEM). L'EQRS est en revanche systématiquement conduite lorsqu'il s'agit d'évaluer la compatibilité du site avec l'usage projeté (il s'agit d'une EQRS prédictive) et de définir des critères de réhabilitation (dépollution), ou en d'autres termes, lorsqu'il s'agit de définir les valeurs maximales résiduelles acceptables de composés polluants après dépollution.

Les critères d'acceptabilité des niveaux de risques en France sont définis dans la Méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués (avril 2017) :

- quotient de danger (QD) inférieur à 1 (pour les effets à seuil),
- excès de risque individuel (ERI) inférieur à 10^{-5} (pour les effets sans seuil = cancérigènes).

Par ailleurs, il n'existe PAS en France de seuils de dépollution génériques, ceux-ci étant définis au cas par cas en fonction, notamment, de l'évaluation quantitative des risques sanitaires (EQRS) qui dépend elle-même des usages étudiés.

Pour simplifier et en excluant à ce stade toute problématique « hors site » :

- Une friche polluée peut potentiellement ne pas générer de risque sanitaire (cas d'une friche non fréquentée par exemple : absence de cible => absence de risque),
- Une friche polluée peut potentiellement générer un risque du fait de la combinaison source de pollution + voie de transfert + cible qui soit :
 - o acceptable
 - o ou inacceptable

Mais il est très rare qu'une EQRS soit réalisée en l'absence de projet de requalification. Le niveau de risque initial (QD et ERI) associé à la friche en l'état (sans réhabilitation) n'est donc quasiment jamais quantifié puisque tout projet doit quoiqu'il en soit faire l'objet d'une mise en compatibilité sanitaire (QD<1 et ERI < 10^{-5}) au moyen de mesures de gestion (travaux de réhabilitation notamment) si un risque est identifié au niveau du schéma conceptuel. L'EQRS initiale n'a en effet pas vraiment d'utilité puisque la configuration du site va changer du fait du projet.

En définitive, les valeurs QD et ERI finales sont donc connues (c'est au minimum ce qui est demandé par la réglementation), mais on ne connaît que très rarement QDinitial et ERIinitial (pour le site dans son état de friche).

Dans certains cas, et par retour d'expérience, les valeurs de QD et d'ERI initiales sont très vraisemblablement inférieures aux valeurs de QD et d'ERI après dépollution. En effet, c'est parfois le projet lui-même qui crée le risque en gérant des nouvelles voies d'exposition (par exemple par la création de bâtiments, qui constituent des lieux confinés où des polluants volatils en provenance du milieu souterrain peuvent s'accumuler) ou exposant de nouvelles cibles. En d'autres termes, bien qu'acceptables, les niveaux de risques sanitaires peuvent potentiellement être supérieurs sur un site après sa réhabilitation qu'en laissant la friche en l'état.

Sur ces bases, la quantification puis la monétarisation des effets sanitaires liés à la dépollution des friches requiert de poser des hypothèses qui demeurent discutables.

Par retour d'expérience, les ERI qu'Arcadis a pu calculer sur des sites « toutes pollutions en place », mais pour des projets d'aménagements, peuvent aller jusqu'à 10^{-3} (cas extrêmes et très rares), un peu plus



souvent de l'ordre de 10^{-4} , et fréquemment entre 10^{-5} et 10^{-4} . Il arrive aussi régulièrement que les ERI toutes pollutions en place soient déjà inférieurs aux critères d'acceptabilité.

Pour conclure sur les sites à l'état de friche, on peut donc distinguer, et toujours en excluant toute problématique hors site :

- le cas n°1 : $ERI_{initial} > ERI_{obj}$ avec $ERI_{initial}$ de l'ordre de $5 \cdot 10^{-5}$. Dans ce cas l'impact sanitaire peut se calculer et il y a un bénéfice « sanitaire » à dépolluer le site (toute autre considération mise de côté). Cependant, par retour d'expérience, ce cas de figure ne doit pas être très fréquent car les voies d'expositions sur une friche ne génèrent généralement pas de niveau de risques très élevés.
- le cas n°2 : $ERI_{initial} < ERI_{obj}$. Dans ce cas, l'aménagement du site peut potentiellement être impactant du point de vue sanitaire (toute autre considération mise de côté) puisque le ERI_{final} après aménagement peut être supérieur à l' $ERI_{initial}$ (du fait du changement d'usage et donc des voies de transferts et cibles...).

Les valeurs de la vie statistiques à appliquer sont issues du rapport du CGSP « Evaluation socio-économique des investissements publics⁴¹ » dit rapport Quinet :

- Valeur de la vie statistique : 3 millions d'euros 2010

⁴¹ Evaluation socio-économique des investissements publics, CGSP, 2013, 352p



Annexe 2. Indicateurs et monétarisation pour certains effets environnementaux et services écosystémiques

Annexe 2.1. Préservation de zones humides

A. Introduction

Valeur des services écosystémiques rendus par les prairies en France : 600€/ha/an.⁴²

L'étude du CGDD (étude bibliographie) intitulée « Evaluation économique des services rendus par les zones humides » présente les valeurs économiques des zones humides. Par ailleurs, le rapport précise « l'ensemble des valeurs propres à chaque service rendu par les zones humides des trois sites mis en avant dans cette étude pourront servir à l'élaboration de valeurs de référence et être intégrées dans des analyses coûts-bénéfices ».

Les services rendus par les zones humides sont les suivants (d'après l'étude du CGDD) :

- Services de régulation
 - Ecrêtement des crues
 - Recharge des aquifères
 - Purification de l'eau
 - Régulation du climat
- Services de production
 - Agriculture
 - Conchyliculture
 - Sylviculture
- Services culturels
 - Chasse
 - Pêche amateur
 - Valeur éducative et scientifique
 - Valeur esthétique et récréative
- Biodiversité (non-usage).

Chacun de ces services a été monétarisé. Une description succincte de chaque service et de la méthodologie de monétarisation sont proposés dans les paragraphes suivants. Le tableau ci-dessous présente un récapitulatif des valeurs obtenues.

Cette étude propose un certain nombre de valeurs, comme l'illustre la figure suivante.

⁴² <http://agriculture.gouv.fr/quelle-evaluation-economique-pour-les-services-ecosystemiques-rendus-par-les-prairies-en-france>



Tableau 21 : Valeur des services rendus par les zones humides des trois sites de l'étude (en € par hectare)

	Cotentin et Bessin		Bassée		Oise	
	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
Services de régulation						
Ecrêtement des crues	∅	∅	210	3 840	110	370
Recharge des aquifères	190	370	35	70	35	35
Purification de l'eau	830	890	475	1 420	315	560
Régulation du climat	1 800	1 800	1 800	1 800	∅	∅
Services de production						
Agriculture	585	750	285	305	285	305
Conchyliculture	120	120	∅	∅	∅	∅
Sylviculture	∅	∅	75	270	75	270
Services culturels						
Chasse	170	340	100	155	60	80
Pêche amateur	165	230	130	160	80	90
Valeur éducative et scientifique	10	15	490	540	∅	∅
Valeur esthétique et récréative	290	1 170	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Négligeable
Valeur économique totale	2 100	3 500	900	4 300	700	1 200
Biodiversité (non-usage)	225	870	470	2 360	440	2 230
Valeur économique totale	2 400	4 400	1 300	6 700	1 200	3 400

B. Services de régulation

1. Ecrêtement des crues

Le service d'écrêtement des crues correspond à la capacité de stocker de l'eau permettant de limiter et décaler dans le temps les débits de pointe dans le cadre de fortes précipitations. Ainsi, les risques d'inondation sont diminués.

Plusieurs approches ont été envisagées pour estimer la valeur associée à l'effet. Deux approches sont présentées :

- Une approche basée sur les coûts des dommages (l'écrêtement permet de supprimer des coûts liés aux dommages),
- Une approche s'appuyant sur les coûts de remplacement où l'on crée une capacité de stockage de l'eau équivalente à celle détruite par l'artificialisation d'une zone humide.

C'est la seconde méthode qui a été prise en compte pour évaluer la valeur du service rendu. Les coûts de reconstitution de capacité de stockage ont été estimés en envisageant plusieurs techniques (construction de barrages ou de casiers de stockage).

2. Recharge des aquifères

La recharge des aquifères correspond au processus de recharge des nappes phréatiques.

La méthode de monétarisation mise en œuvre (au sein de l'étude du CGDD) correspond à l'estimation de la valeur d'usage direct associée à la ressource. La valeur associée à l'eau présente dans les nappes est matérialisée par la redevance de prélèvement qui reflète « la pression quantitative exercée sur le milieu par les prélèvements et donc indirectement la valeur de l'eau si elle était restée dans la nappe ». Cette redevance dépend de l'usage qui est fait de l'eau (usage individuel, agriculture, industrie).

3. Purification de l'eau

Les zones humides jouent un rôle dans la purification de l'eau, celles-ci permettant notamment de capter une partie des nitrates présents dans l'eau.

La méthode mise en œuvre pour estimer la valeur du service rendu par les zones humides est la **méthode des coûts de remplacement**. Le coût d'une solution artificielle rendant un service équivalent a permis de valoriser le bénéfice apporté par les zones humides en termes de purification. L'écart entre les valeurs minimales et maximales fournies pour Bassée dépendent du volume d'eau effectivement prélevé au sein des zones humides étudiées.



4. Régulation du climat

Les zones humides participent à la régulation du climat, les tourbières offrant une capacité de capture du carbone.

La valorisation est réalisée au regard de la capacité de stockage de la zone et de la valeur tutélaire du carbone.

C. Services de production

1. Agriculture

Les zones humides peuvent constituer des zones présentant un potentiel agricole.

La valeur associée au potentiel agricole d'une zone humide correspond à la marge que cette activité peut procurer au producteur. La méthode de monétarisation mise en œuvre correspond donc à une valorisation selon la méthode dite de **valeur d'usage direct**.

2. Conchyliculture

Les zones humides peuvent constituer des zones présentant un potentiel pour la conchyliculture. La valeur associée au potentiel agricole d'une zone humide correspond à la marge que cette activité peut procurer au producteur.

La méthode de monétarisation mise en œuvre correspond donc à une valorisation selon la méthode dite de **valeur d'usage direct**. Cet effet ne correspond pas à un effet significatif attendu dans le cadre de cette étude.

3. Sylviculture

Les zones humides peuvent constituer des zones présentant un potentiel pour la sylviculture. La valeur associée au potentiel d'exploitation du bois d'une zone humide correspond au revenu cette activité peut procurer au producteur.

La méthode de monétarisation mise en œuvre correspond donc à une valorisation selon la méthode dite de **valeur d'usage direct**.

D. Services culturels

1. Chasse et pêche

Les zones humides peuvent constituer des zones permettant la chasse et la pêche.

La valeur économique associée au bénéfice apporté par les activités de chasse et pêche au sein des zones humides a été déterminée en comptabilisant les **dépenses associées à ces activités**.

2. Valeur éducative et scientifique

La valeur éducative et scientifique des zones humides correspond à la valeur marchande du lieu si celui-ci se révèle exploité (emplois dans les parcs naturels régionaux par exemple) complété d'une **valeur de non-usage** estimée à partir d'une méthode d'analyse conjointe.

3. Valeur esthétique et récréative

Il s'agit de la valeur accordée à la zone pour réaliser des balades et randonnées. En général, cette valeur est approchée par une méthode de préférences révélées, la méthode des coûts de transport. **La valeur accordée correspond au coût de transport consenti par les usagers pour bénéficier de la valeur esthétique et récréative de la zone. Elle est cependant négligeable dans la plupart des cas.**

4. Espaces de nature / Biodiversité

Les zones humides constituent des réserves de biodiversité pour lesquelles la collectivité accorde une valeur. Cette valeur s'exprime au travers d'un **consentement à l'issue d'enquêtes de préférences déclarées**. Ces études ont mis en évidence un consentement à payer supérieur pour les habitants des villes.



Annexe 2.2. Préservation de zones forestières

A. Introduction

Le rapport « Approche économique de la biodiversité et des services liés aux écosystèmes » du Centre d'Analyse Stratégique daté d'avril 2009 propose une valeur socio-économique aux services rendus par les zones forestières. Le document poursuit également l'objectif de proposer des « valeurs de référence ». Chacun de ces services a été monétarisé. Une description succincte de chaque service et de la méthodologie de monétarisation sont proposés dans les paragraphes suivants. Le tableau ci-dessous présente un récapitulatif des valeurs obtenues.

Tableau 22 : Valeurs de références proposées pour les différents services écosystémiques de la forêt française (en €/hectare/an), CAS

Services	Valeur proposée	Remarques
Services de prélèvement		
- bois	75 € (75 à 160 €)	Selon méthode d'estimation (bois sur pied ou après exploitation)
- autres produits forestiers (hors gibier)	10 à 15 €	
Services de régulation		
- fixation carbone	115 €	360 € en 2030
- stockage carbone	414 € (207 à 414 €)	650 à 1 300 € en 2030
- autres gaz atmosphériques	Non évaluée	Manque de bilans quantitatifs fiables
Services de régulation (suite)		
- eau (quantité annuelle)	0 €	Hypothèse d'absence d'effet majeur des forêts sur le bilan hydrologique annuel
- eau (régulation des débits)	Non évaluée	
- eau (qualité)	90 €	Manque d'études pertinentes
- protection (érosion, crues)	Non évaluée	
- biodiversité	Non évaluée directement	Évaluée via les autres services
- autres services de régulation (santé, etc.)	Non évaluée	
Services culturels		
- promenades (hors cueillette et chasse)	200 € (0 à 1 000 €)	Selon fréquentation
- chasse	55-69 €	Externalités négatives à déduire
- autres services culturels	Non évaluée	
TOTAL* (min.-max.)**	env. 970 € 500 à plus de 2 000 €	

* En prenant la valeur indiquée ou la moyenne de la fourchette indiquée.

** En additionnant simplement les valeurs minimales et maximales.

B. Services de production

1. Prélèvement du bois

Les forêts présentent un potentiel économique lié à l'exploitation du bois. La valeur d'usage correspondant au **solde entre les bénéfices et les coûts d'exploitation** a été prise en compte pour monétariser le service de prélèvement de bois.

2. Autres produits forestiers

Les autres produits forestiers représentent l'ensemble des potentiels économiques hors exploitation du bois d'un espace forestier. La valeur économique associée correspond à une **valeur d'usage direct qui reprend l'ensemble des potentiels économiques liés à la cueillette principalement**.

C. Services de régulation

1. Fixation du carbone et stockage

Les zones forestières assurent un service de fixation du carbone. S'agissant des forêts françaises, le consensus scientifique s'établit autour de la **valeur moyenne d'une tonne de carbone** (soit 3,6 tonnes de CO₂) **par hectare et par an**. Le stockage du carbone correspond au fait que le carbone stocké n'est pas directement remobilisé, ce qui contribue à limiter l'effet de serre.

2. Qualité de l'eau

Les zones forestières dont les sols ne sont pas artificialisés permettent de collecter une eau potable ne nécessitant pas de traitement particulier pour sa purification. **La valorisation du service rendu en termes de qualité de l'eau correspond à la non-réalisation d'opérations de traitement de l'eau**. Le service rendu permet d'éviter des coûts de réparation des dommages.

D. Services culturels

1. Valeur récréative

La valeur récréative associée à une forêt correspond au **bénéfice qu'associent les « usagers » à la réalisation de promenades**. Cette valeur est estimée par la **méthode des coûts de déplacement**. Les bénéfices retirés correspondent à minima aux dépenses de déplacement consenties pour accéder au service. Cette valeur est à adapter en fonction de la fréquentation de l'espace forestier.

2. Chasse

Les zones forestières peuvent constituer des zones permettant la chasse. La valeur économique associée au bénéfice apporté par les activités de chasse et pêche au sein des zones humides a été déterminée en comptabilisant les **dépenses associées à ces activités**.

Annexe 2.3. Préservation de zones prairies permanentes

1. Introduction

Valeur des services écosystémiques rendus par les prairies en France : [1100-4600] €/ha/an pour les prairies humides.⁴³

Le rapport « Approche économique de la biodiversité et des services liés aux écosystèmes » du Centre d'Analyse Stratégique daté d'avril 2009 propose une valeur socio-économique aux services rendus par les zones de type prairies permanentes. Le document poursuit également l'objectif de proposer des « valeurs de référence ».

Chacun de ces services a été monétarisé. Une description succincte de chaque service et de la méthodologie de monétarisation sont proposés dans les paragraphes suivants. Le tableau ci-dessous présente un récapitulatif des valeurs obtenues.

Tableau 23 : Valeurs de références esquissées pour les différents services écosystémiques de la prairie permanente française (en €/hectare/an), CAS

Services	Valeur proposée	Remarques
Services de prélèvement - produits de l'élevage - produits de cueillette (hors gibier)	Non évaluée (marchand) €	
Services de régulation - fixation carbone - stockage carbone - autres gaz atmosphériques - eau (quantité annuelle) - eau (régulation des débits) - eau (qualité) - protection (érosion, crues) - pollinisation - biodiversité - autres services de régulation	23 à 47 € 320 € (160 à 320 €) Non évaluée 0 € Non évaluée 90 € Non évaluée 60 à 80 € Non évaluée directement Non évaluée	 Manque d'études pertinentes Manque d'études pertinentes Évaluée via les autres services Manque d'études pertinentes
Services culturels - promenades (hors cueillette et chasse) - chasse - autres services culturels	Non évaluée 4-69 € 60 €	Manque d'études, inférieur aux forêts Externalités négatives à déduire Aménités paysagères
TOTAL*	env. 600 €	Il ne s'agit que d'un ordre de grandeur

B. Services de régulation

1. Fixation du carbone

Bien qu'inférieure à la capacité de fixation de carbone d'une zone forestière, la prairie permanente permet de capter une partie du CO₂ présent dans l'air. Une valeur de 0,2t à 0,4t d'Eq CO₂ par hectare et par an a été retenue au sein du rapport du CAS.

⁴³ <http://agriculture.gouv.fr/quelle-evaluation-economique-pour-les-services-ecosystemiques-rendus-par-les-prairies-en-france>

2. Stockage du carbone

Les prairies constituent également des zones présentant un potentiel de stockage du carbone. Il s'agit de la capacité de stockage de carbone du sol, car contrairement aux forêts, les prairies permettent un stockage du carbone sur les parties aériennes bien plus négligeables.

3. Qualité de l'eau

Les bénéfices en termes de qualité de l'eau apportés par les prairies correspondent au fait qu'un sol non artificialisé permet de collecter une eau potable ne nécessitant pas de traitement particulier pour sa purification. **La valorisation du service rendu en termes de qualité de l'eau correspond à la non-réalisation d'opérations de traitement de l'eau.** Le service rendu permet d'éviter des coûts de réparation des dommages.

4. Pollinisation

La présence de prairies favorise le processus de pollinisation permettant la subsistance des insectes auxiliaires des cultures, et plus généralement de la biodiversité.

C. Services culturels

1. Chasse

Les zones de type prairies peuvent constituer des zones permettant la chasse. La valeur économique associée au bénéfice apporté par les activités de chasse a été déterminée en comptabilisant les dépenses associées à ces activités.

2. Autres services culturels

Faites d'études spécifiques les autres services culturels apportés par les prairies ont été valorisés à 60€/hectare/an



Annexe 3. Valeur du carbone

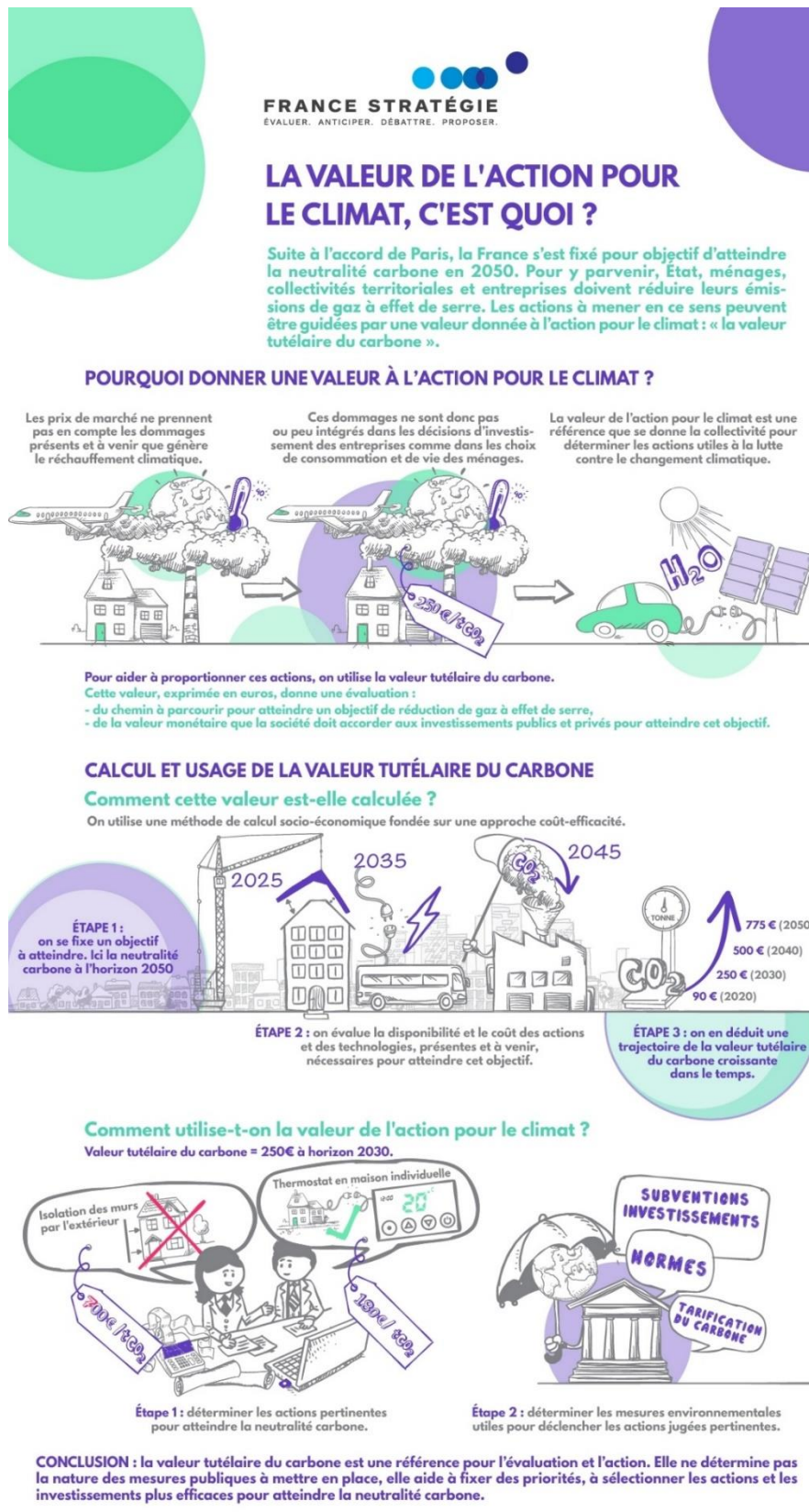


Figure 2 : Valeur du carbone, France Stratégie, 2019

Annexe 4. Extraits du rapport EFES « La séquestration de carbone par les écosystèmes en France » – Monétarisation du service écosystémique pour différents usages des sols

Tableau 16 :

Valeurs de référence pour les écosystèmes agricoles

Type	Libellé	Stock de référence (en tCO _{2eq} /ha)	Flux de séquestration de long terme de référence (en tCO _{2eq} /ha)	Valeur basse	Valeur haute	Flux perpétuel de long terme de référence (en tCO _{2eq} /ha/an)	Valeur de référence du SE en 2017 (en € ₂₀₁₇ /ha)
AI_ALP_1	Cultures annuelles de la région alpine sans pratique séquestrante	300	- 42	- 49	- 26	0	13 150
AI_ALP_2	Cultures annuelles de la région alpine en labour occasionnel et sans cultures intermédiaires	300	- 30	- 37	- 14	0	13 767
AI_ALP_3	Cultures annuelles de la région alpine en semi direct et sans cultures intermédiaires	300	- 24	- 31	- 8	0	14 075
AI_ALP_4	Cultures annuelles de la région alpine avec cultures intermédiaires	300	- 13	- 20	3	0	14 630
AI_ATL_1	Cultures annuelles de la région océanique sans pratique séquestrante	223	- 42	- 49	- 26	0	9 190
AI_ATL_2	Cultures annuelles de la région océanique en labour occasionnel et sans cultures intermédiaires	223	- 30	- 37	- 14	0	9 807
AI_ATL_3	Cultures annuelles de la région océanique en semi direct et sans cultures intermédiaires	223	- 24	- 31	- 8	0	10 115
AI_ATL_4	Cultures annuelles de la région océanique avec cultures intermédiaires	223	- 13	- 20	3	0	10 670
AI_CTL_1	Cultures annuelles de la région continentale sans pratique séquestrante	249	- 42	- 49	- 26	0	10 531
AI_CTL_2	Cultures annuelles de la région continentale en labour occasionnel et sans cultures intermédiaires	249	- 30	- 37	- 14	0	11 147
AI_CTL_3	Cultures annuelles de la région continentale en semi direct et sans cultures intermédiaires	249	- 24	- 31	- 8	0	11 456
AI_CTL_4	Cultures annuelles de la région continentale en semi direct et sans cultures intermédiaires	249	- 13	- 20	3	0	12 010
AI_MED_1	Cultures annuelles de la région méditerranéenne sans pratique séquestrante	180	- 42	- 49	- 26	0	6 995
AI_MED_2	Cultures annuelles de la région méditerranéenne en labour occasionnel et sans cultures intermédiaires	180	- 30	- 37	- 14	0	7 612
AI_MED_3	Cultures annuelles de la région méditerranéenne en semi direct et sans cultures intermédiaires	180	- 24	- 31	- 8	0	7 920
AI_MED_4	Cultures annuelles de la région méditerranéenne avec cultures intermédiaires	180	- 13	- 20	3	0	8 475
A2_ALP_1	Cultures pérennes de la région alpine sans pratique séquestrante	307	- 25	- 27	- 12	0	14 372
A2_ALP_2	Cultures pérennes de la région alpine avec couvert continu	307	14	12	27	0	16 345
A2_ATL_1	Cultures pérennes de la région océanique sans pratique séquestrante	198	- 25	- 27	- 12	0	8 792
A2_ATL_2	Cultures pérennes de la région océanique avec couvert continu	198	14	12	27	0	10 765
A2_CTL_1	Cultures pérennes de la région continentale sans pratique séquestrante	239	- 25	- 27	- 12	0	10 877
A2_CTL_2	Cultures pérennes de la région continentale avec couvert continu	239	14	12	27	0	12 850
A2_MED_1	Cultures pérennes de la région méditerranéenne sans pratique séquestrante	144	- 25	- 27	- 12	0	6 057



A2_MED_2	Cultures pérennes de la région méditerranéenne avec couvert continu	144	14	12	27	0	8 029
P_ALP_0	Prairies permanentes de la région méditerranéenne sous tout type de gestion	422	- 35	- 40	- 11	0	19 734
P_ATL_0	Prairies permanentes de la région océanique sous tout type de gestion	303	- 35	- 40	- 11	0	13 680
P_CTL_0	Prairies permanentes de la région continentale sous tout type de gestion	330	- 35	- 40	- 11	0	15 057
P_MED_0	Prairies permanentes de la région méditerranéenne sous tout type de gestion	298	- 35	- 40	- 11	0	13 442

Remarques : Les valeurs monétaires correspondent à l'année 2017 ($p_{2017}=51 \text{ €}_{2017}/\text{tCO}_{2\text{eq}}$) et augmentent au rythme de la valeur tutélaire du carbone. Pour les actualiser, il suffit de corriger ces valeurs du taux de variation de la valeur tutélaire du carbone entre 2017 et le moment auquel est conduit l'évaluation. Par exemple, si le calcul est mené en 2020, alors la valeur proposée pour chaque type doit être multipliée par le facteur p_{2020} / p_{2017} , où p_{2020} représente la valeur tutélaire du carbone en 2020. La valeur de référence du service écosystémique correspond au coût carbone d'une dégradation totale ; elle intègre donc la valeur du stock en place ainsi que celle des perspectives futures de séquestration.

Tableau 17 :

Valeurs de référence pour les autres écosystèmes naturels terrestres

Type	Libellé	Stock de référence (en $\text{tCO}_{2\text{eq}}/\text{ha}$)	Flux de séquestration de long terme de référence (en $\text{tCO}_{2\text{eq}}/\text{ha}$)	Valeur basse	Valeur haute	Flux perpétuel de long terme de référence (en $\text{tCO}_{2\text{eq}}/\text{ha/an}$)	Valeur de référence du SE en 2017 (en $\text{€}_{2017}/\text{ha}$)
EN1_ALP_0	Pelouses et pâturages naturels de la région alpine sous tout type de gestion	412	- 35	- 40	- 11	0	19 242
EN1_ATL_0	Pelouses et pâturages naturels de la région océanique sous tout type de gestion	303	- 35	- 40	- 11	0	13 680
EN1_CTL_0	Pelouses et pâturages naturels de la région continentale sous tout type de gestion	330	- 35	- 40	- 11	0	15 057
EN1_MED_0	Pelouses et pâturages naturels de la région méditerranéenne sous tout type de gestion	332	- 35	- 40	- 11	0	15 149
EN2_MET_0	Zones humides continentales de la région métropolitaine sous tout type de gestion	458	109	104	133	0	28 927
EN3_MET_P	Tourbières préservées ou restaurées de la région métropolitaine	3 214	- 277	- 564	- 134	0,5	152 237
EN3_MET_NP	Tourbières perturbées ou dégradées de la région métropolitaine	3 214	- 1607	- 1 607	- 1 607	0	81 875
EN4_MET_0	Milieux aquatiques continentaux de la région métropolitaine sous tout type de gestion	0	0	0	0	0	0
EN5_MET_0	Zones humides littorales de la région métropolitaine sous tout type de gestion	593	663	663	663	8	106 765
EN6_MET_0	Lagunes et lagons de la région métropolitaine sous tout type de gestion	593	663	663	663	8	106 765
EN7_MET_0	Plages, dunes et zones sableuses sous tout type de gestion	0	0	0	0	0	0
EN8_MET_0	Roches nues, glaciers et neiges éternelles de la région métropolitaine sous tout type de gestion	0	0	0	0	0	0
EN9_OM_0	Mangroves de la région ultramarine sous tout type de gestion	935	496	496	496	6	104 875

Remarques :

- Les valeurs monétaires correspondent à l'année 2017 ($p_{2017}=51 \text{ €}_{2017}/\text{tCO}_{2\text{eq}}$) et augmentent au rythme de la valeur tutélaire du carbone. Pour les actualiser, il suffit de corriger ces valeurs du taux de variation de la valeur tutélaire du carbone entre 2017 et le moment auquel est conduit l'évaluation. Par exemple, si le calcul est mené en 2020, alors la valeur proposée pour chaque type doit être multipliée par le facteur p_{2020} / p_{2017} , où p_{2020} représente la valeur tutélaire du carbone en 2020. La valeur de référence du service écosystémique correspond au coût carbone d'une dégradation totale ; elle intègre donc la valeur du stock en place ainsi que celle des perspectives futures de séquestration>.
- Concernant les mangroves, la distinction des perspectives de séquestration du carbone entre mangroves préservées et restaurées et mangroves perturbées ou dégradées n'a pas pu être réalisé dans le cadre de cette étude.

Tableau 19 :

Valeurs de référence pour les espaces verts urbains, les terres imperméabilisées et les terres dégradées

Type	Libellé	Stock de référence (en tCO _{2eq} /ha)	Flux de séquestration de long terme de référence (en tCO _{2eq} /ha)	Valeur basse	Valeur haute	Flux perpétuel de long terme de référence (en tCO _{2eq} /ha/an)	Valeur de référence du SE en 2017 (en €/2017/ha)
U1_ALP_0	Terre imperméabilisée de la région alpine sous tout type de gestion	110	0	0	0	0	5 604
U2_ALP_0	Espace vert urbain de la région alpine sous tout type de gestion	177	0	0	0	0	9 000
U3_ALP_0	Terre dégradée de la région alpine sous tout type de gestion	0	0	0	0	0	0
U1_ATL_0	Terre imperméabilisée de la région océanique sous tout type de gestion	110	0	0	0	0	5 604
U2_ATL_0	Espace vert urbain de la région océanique sous tout type de gestion	177	0	0	0	0	9 000
U3_ATL_0	Terre dégradée de la région océanique sous tout type de gestion	0	0	0	0	0	0
U1_CTL_0	Terre imperméabilisée de la région continentale sous tout type de gestion	110	0	0	0	0	5 604
U2_CTL_0	Espace vert urbain de la région continentale sous tout type de gestion	177	0	0	0	0	9 000
U3_CTL_0	Terre dégradée de la région continentale sous tout type de gestion	0	0	0	0	0	0
U1_MED_0	Terre imperméabilisée de la région méditerranéenne sous tout type de gestion	110	0	0	0	0	5 604
U2_MED_0	Espace vert urbain de la région méditerranéenne sous tout type de gestion	177	0	0	0	0	9 000
U3_MED_0	Terre dégradée de la région méditerranéenne sous tout type de gestion	0	0	0	0	0	0
U1_OM_0	Terre imperméabilisée de la région ultramarine sous tout type de gestion	110	0	0	0	0	5 604
U2_OM_0	Espaces verts urbains de la région ultramarine sous tout type de gestion	422	0	0	0	0	21 515
U3_OM_0	Terres dégradées de la région ultramarine sous tout type de gestion	0	0	0	0	0	0

Remarques :

- Les valeurs proposées correspondent aux valeurs de terres imperméabilisées ; pour obtenir les valeurs correspondant à des surfaces de terres artificialisées, il convient de prendre en compte le taux d'imperméabilisation de ces espaces et de calculer la valeur de référence en prenant la valeur pour les écosystèmes artificialisés dans cette proportion et les valeurs associées aux prairies de la même région en proportion restante ; à défaut d'une telle information, le taux d'imperméabilisation à retenir est de 70 % ;
- Les valeurs monétaires correspondent à l'année 2017 ($P_{2017}=51 \text{ €/}_{2017}/\text{tCO}_{2eq}$) et augmentent au rythme de la valeur tutélaire du carbone. Pour les actualiser, il suffit de corriger ces valeurs du taux de variation de la valeur tutélaire du carbone entre 2017 et le moment auquel est conduit l'évaluation. Par exemple, si le calcul est mené en 2020, alors la valeur proposée pour chaque type doit être multipliée par le facteur P_{2020} / P_{2017} , où P_{2020} représente la valeur tutélaire du carbone en 2020.
- La valeur de référence du service écosystémique correspond au coût carbone d'une dégradation totale ; elle intègre donc la valeur du stock en place ainsi que celle des perspectives futures de séquestration.

L'ADEME EN BREF

À l'ADEME - l'Agence de la transition écologique - nous sommes résolument engagés dans la lutte contre le réchauffement climatique et la dégradation des ressources.

Sur tous les fronts, nous mobilisons les citoyens, les acteurs économiques et les territoires, leur donnons les moyens de progresser vers une société économe en ressources, plus sobre en carbone, plus juste et harmonieuse.

Dans tous les domaines - énergie, air, économie circulaire, gaspillage alimentaire, déchets, sols, etc., nous conseillons, facilitons et aidons au financement de nombreux projets, de la recherche jusqu'au partage des solutions.

À tous les niveaux, nous mettons nos capacités d'expertise et de prospective au service des politiques publiques.

L'ADEME est un établissement public sous la tutelle du ministère de la Transition écologique et solidaire et du ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation.

LES COLLECTIONS DE L'ADEME



FAITS ET CHIFFRES

L'ADEME référent : Elle fournit des analyses objectives à partir d'indicateurs chiffrés régulièrement mis à jour.



CLÉS POUR AGIR

L'ADEME facilitateur : Elle élabore des guides pratiques pour aider les acteurs à mettre en œuvre leurs projets de façon méthodique et/ou en conformité avec la réglementation.



ILS L'ONT FAIT

L'ADEME catalyseur : Les acteurs témoignent de leurs expériences et partagent leur savoir-faire.



EXPERTISES

L'ADEME expert : Elle rend compte des résultats de recherches, études et réalisations collectives menées sous son regard.



HORIZONS

L'ADEME tournée vers l'avenir : Elle propose une vision prospective et réaliste des enjeux de la transition énergétique et écologique, pour un futur désirable à construire ensemble.



Evaluer les bénéfices socio-économiques de la reconversion de friches pour lutter contre l'artificialisation

L'outil BENEFRICHES permet de quantifier les bénéfices nets socio-économiques et environnementaux d'un projet d'aménagement pour aider les collectivités et acteurs de l'aménagement à orienter leurs choix d'implantation entre le renouvellement urbain et l'extension urbaine, voire entre différents scénarios d'usage sur un même foncier (ex : logements vs. parc paysager).

La remise en état des friches est souvent un préalable coûteux qui contraint nombre de projets de reconversion (bilan déficitaire). Notamment dans les zones où le marché immobilier est peu porteur et pour des projets visant des usages alternatifs à la construction qui ne génèrent pas ou peu de recettes (renaturation, etc.).

L'évaluation socio-économique permet de compléter l'approche économique en intégrant l'ensemble des effets qu'un tel projet peut induire (ex : amélioration de l'attractivité d'un quartier, réduction du besoin en infrastructures et en déplacements, maintien de capacité de stockage de carbone dans les sols, etc.).

La reconversion de friches génère des bénéfices nets socio-économiques qui peuvent compenser l'éventuel déficit économique de l'opération.

Quantifier ces bénéfices apporte un éclairage nouveau sur l'intérêt de reconvertir les friches, levier essentiel de l'objectif de « Zéro artificialisation nette » (ZAN).



EXPERTISES

