



Au regard des constats alarmants sur l'état de conservation de la biodiversité en France, des pratiques actuelles en matière de dimensionnement de la compensation *ex ante* des atteintes à la biodiversité lors de la conception des projets, des attendus réglementaires et des conditions d'instruction des projets, il y a lieu d'utiliser des méthodes de dimensionnement de la compensation à la fois **scientifiquement robustes et adaptées au processus d'instruction**.

À cette fin, les méthodes de dimensionnement des mesures de compensation doivent :

- veiller au respect du code de l'environnement afin d'assurer la sécurité juridique des projets ;
- se baser sur des connaissances scientifiques et techniques robustes pour construire solidement les éléments permettant de vérifier l'absence de perte nette de biodiversité ;
- être facilement utilisables et contrôlables par les maîtres d'ouvrage, les services instructeurs et les établissements publics en charge de missions d'appui technique à l'instruction, ainsi que du suivi et du contrôle des mesures de compensation.

... en termes d'évaluation du caractère « significatif » des impacts négatifs résiduels à compenser

Au regard des méthodes étudiées, les critères utilisés pour évaluer les incidences d'un projet sur les composantes environnementales d'un milieu naturel, varient fortement entre approches, ainsi qu'entre méthodes au sein d'une même approche. Ils sont généralement basés sur des considérations :

■ quantitatives :

- ampleur globale de l'impact (surface, linéaire ou volume de milieu concerné),
- intensité de l'impact (proportion d'un habitat affecté au regard de sa surface totale, proportion de spécimens affectés au sein d'une population),
- durée de l'impact si ce dernier est temporaire (nombre d'années ou pertes intermédiaires engendrées par l'altération d'un milieu naturel avant retour à son état initial) ;

■ ou qualitatives :

- enjeux écologiques associés aux espèces, aux habitats ou aux fonctions affectés par le projet (degré de menace d'extinction, responsabilité régionale compte tenu de l'état de conservation des populations, etc.),
- nature de l'impact (altération, dégradation ou destruction),
- réversibilité de l'impact (pérenne ou temporaire).

L'évaluation de ces impacts est effectuée sur l'ensemble des composantes du milieu affecté par le projet (cas des approches holistiques) ou sur une seule de ses composantes (cas des approches spécialistes).

En outre, selon les approches ou méthodes utilisées, l'évaluation du caractère « **significatif** » de ces incidences est explicite ou implicite. À l'international (Arnott *et al.*, 2001 ; Hubert *et al.*, 2019) comme en France, il peut être caractérisé à partir :

■ d'un **seuil, au-delà duquel il est imposé de compenser** les impacts du projet. Ce dernier correspond à un linéaire, une surface ou un volume de milieu naturel concerné par un projet. Par exemple, la méthode de Montana considère qu'il y a lieu de compenser les impacts d'un projet sur les cours d'eau dès lors que les installations, ouvrages ou travaux envisagés affectent plus de 90 mètres linéaire de lit mineur (Hubert *et al.*, 2019). Ce seuil est généralement indépendant de la nature ou de la durée des impacts et des éventuelles mesures de réduction mises en œuvre. Il est défini sur la base de critères socio-économiques plutôt qu'écologiques, à l'instar des seuils de la nomenclature « loi sur l'eau » (Art. R. 214-1 du code de l'environnement) ou de l'autorisation environnementale (Art. R. 122-2 du code de l'env.) ;

■ d'une **combinaison de critères**, auxquels sont associées des classes et des valeurs définies à l'avance (c'est-à-dire indépendamment du projet). Ces critères caractérisent d'une part, les milieux naturels affectés par le projet (état initial et enjeux écologiques) ; et d'autre part, la nature, l'intensité et la durée des impacts du projet. Ils considèrent que les impacts d'un projet sont d'autant plus élevés et donc significatifs, que le milieu considéré présente un bon état de fonctionnement et de forts enjeux écologiques.

Cette combinaison de critères permet d'évaluer le caractère « significatif » des impacts d'un projet au cas par cas. Elle se présente sous différentes formes dont à titre d'exemples :

- un tableau à double entrée « enjeux écologiques » et « intensité d'impact »,
- ou un tableau à entrées multiples combinant des critères de description de « l'état initial », des « enjeux », de la « nature d'opération » et de « l'intensité et de la durée des impacts », les valeurs associées à chacun de ces critères étant généralement additionnées ;

■ deux « **dire d'expert** », fondé sur l'importance accordée aux composantes de la biodiversité potentiellement impactées par le projet et sur la nature et l'intensité supposée de l'impact. L'évaluation de la significativité de la perte s'effectue en combinant de multiples critères de caractérisation des composantes physiques, chimiques, biologiques ou fonctionnelles de ces milieux. Par exemple, une perte d'habitat favorable à une espèce peut être considérée comme significative si l'habitat a une importance particulière dans le déroulement du cycle de vie de l'espèce (reproduction, migration, croissance, abri, etc.), s'il est faiblement représenté à l'échelle du paysage, ou s'il abrite un grand nombre de spécimens.

... en termes d'utilisation des approches ?

Trois grandes approches existent pour dimensionner les pertes et gains de biodiversité : ratio minimal, équivalence par pondération et équivalence entre écarts d'état des milieux. Ces types d'approches **se basent sur des objectifs et des concepts fondamentalement distincts entre eux**, occasionnant une forte hétérogénéité de caractérisation puis de quantification des pertes et des gains de biodiversité.

■ Cas des méthodes fondées sur l'approche par ratio minimal

Ces méthodes privilégient la simplicité des calculs et la lisibilité des résultats au détriment des caractéristiques propres à chaque milieu, de la spécificité des impacts engendrés par chaque type de projet ou de la nature des gains de biodiversité apportés par chaque type de mesure de compensation. Seuls les espèces ou milieux affectés par le projet sont en effet pris en compte. Leur description reste généralement sommaire et les pertes de biodiversité sont évaluées sur la base de considérations presque exclusivement quantitatives (telle surface d'habitats affectés donnant lieu à telle surface à compenser). Les caractéristiques des sites de compensation et les gains générés par les actions écologiques envisagées ne participent pas au calcul. Ceci n'incite pas à la proposition de mesures de compensation ambitieuses et empêche toute vérification de l'équivalence entre les pertes et les gains de biodiversité (Tableau 6 page suivante). Pour ces raisons, l'utilisation de cette approche est déconseillée.

Tableau 6

Synthèse des avantages et limites de l'approche par ratio minimal utilisée pour dimensionner les mesures de compensation, au regard du processus d'instruction des projets

	Modalités de prise en compte des principes réglementaires	Robustesse scientifique et technique	Caractère utilisable
Avantages	Incitation au respect du principe d'équivalence qualitative voire, dans certains cas, du principe de proximité spatiale		Rapide Adaptée à tous milieux Applicable par tout public Modalités de mise en œuvre de la compensation facilement contrôlables
Limites	Équivalence entre pertes et gains de biodiversité non vérifiée Absence de prise en compte des autres principes réglementaires (ni cités comme prérequis ni utilisés dans les calculs)	Caractérisation des sites sur la base d'une des trois composantes uniquement (espèces, habitats ou fonctions) Calcul des pertes réduit à la surface d'emprise du projet ou de son impact direct Absence de calcul des gains de biodiversité Nombreux concepts écologiques non utilisés Valeurs des ratios minimaux définies arbitrairement Non prise en compte des spécificités de la biodiversité au cas par cas	

■ Cas des méthodes issues de l'approche d'équivalence par pondération

Dans ces méthodes, les pertes et les gains de biodiversité sont généralement évalués séparément, ce qui permet de vérifier le respect de l'objectif d'absence de perte nette de biodiversité. Elles intègrent dans leurs calculs, une combinaison de critères qui :

- caractérisent les « enjeux écologiques » associés aux milieux naturels, et ce, en complément de leur état initial ;
- prédéfinissent à l'avance l'intensité des impacts d'un projet ou de la plus-value écologique générée par la mesure de compensation (à l'aide de classes ou de typologies de natures d'opération) ;
- incitent au respect des principes réglementaires régissant la compensation, via l'augmentation de l'offre de compensation en cas de non-respect de ces principes. Ces critères ayant un but incitatif, leur poids dans les calculs est généralement moins élevé que celui donné aux critères de pondération précédents.

Ce faisant, cette approche tient compte des spécificités locales et propose **un compromis entre la robustesse scientifique du calcul des pertes et des gains de biodiversité d'une part**, et la réalité de conception et d'instruction des projets d'autre part. La caractérisation des espèces et de leurs habitats, et l'estimation de leurs fonctions et enjeux sont basées sur un nombre limité de critères ; l'évaluation des impacts et des plus-values écologiques est prédéfinie à l'aide de classes (faible/moyen/fort, etc.) ou de typologies de natures d'opération et de travaux de génie écologique.

Les objectifs de ce type de méthodes sont de :

- permettre au maître d'ouvrage d'anticiper au maximum le besoin de compensation qu'engendrera son projet et l'offre qu'il conviendra de développer en réponse, incitant même parfois à revenir aux phases d'évitement et de réduction ;
- favoriser les conditions d'une mise en œuvre vertueuse des mesures de compensation, tout en accordant une certaine souplesse compte tenu de la réalité de certains contextes locaux ;
- gagner en lisibilité pour les services instructeurs et les établissements en charge des contrôles sur les résultats obtenus.

Ces méthodes tiennent compte des spécificités des milieux et des actions réalisées au droit du projet et du site de compensation, tout en restant généralement simples et rapides d'utilisation. Elles paraissent ainsi adaptées aux modalités actuelles de conception et d'instruction des projets impactant des milieux ou espèces dont l'enjeu de préservation est faible à fort.

Néanmoins, l'écologie du paysage et l'ensemble des fonctions associées aux milieux concernés par le projet ou par la mesure de compensation, et qui participent aux calculs des pertes ou des gains écologiques, gagneraient à être mieux pris en compte (voir les recommandations spécifiques aux espèces protégées : Medde, 2012b).

Tableau 7

Synthèse des avantages et limites de l'approche d'équivalence par pondération utilisée pour dimensionner les mesures de compensation, au regard du processus d'instruction des projets

	Modalités de prise en compte des principes réglementaires	Robustesse scientifique et technique	Caractère utilisable
Avantages	<p>Possible prise en compte des pertes intermédiaires liées aux modalités de réalisation des mesures de compensation</p> <p>Incitation au respect des principes réglementaires</p>	<p>Prise en compte d'au moins deux des trois composantes (espèces, habitats ou fonctions)</p> <p>Calcul séparé des pertes et des gains de biodiversité</p> <p>Évaluation de l'intensité des impacts d'un projet en fonction de l'état initial des milieux concernés, de leurs enjeux et de la nature de l'opération</p> <p>Valeurs associées aux critères de pondération adaptables au cas par cas</p> <p>Possibilité d'utiliser une typologie prédéfinie des natures d'opération et de leurs impacts</p> <p>Gradient prédéfini d'intensité de la plus-value en fonction du génie écologique envisagé</p> <p>Nombreux concepts utilisés : impacts cumulés, connectivité, pertes intermédiaires, etc.</p> <p>Poids donné aux critères de pondération des pertes ou des gains de biodiversité variable en fonction de leur importance « écologique » (ex. : les impacts du projet ou le génie écologique sur le site de compensation présentent un poids supérieur dans les calculs comparé aux autres critères)</p>	<p>Rapide</p> <p>Adaptée à tous milieux</p> <p>Souvent lisible et compréhensible</p> <p>Applicable par une grande partie du public impliqué dans le processus</p> <p>Possibilité de connaître à l'avance les natures d'opération déclenchant la compensation et la plus-value associée à chaque type d'action écologique</p>
Limites	<p>Possibilité d'envisager une mesure de compensation qui s'éloigne d'une application idéale de tous les principes de la compensation</p>	<p>Forte variabilité des critères de pondération utilisés entre méthodes</p> <p>Valeurs associées aux critères de pondération prédéfinies :</p> <ul style="list-style-type: none"> - indépendamment des mesures de réduction - en restreignant la prise en compte des cas particuliers, au risque d'une normalisation réductrice <p>Choix parfois arbitraires des valeurs associées aux critères de pondération</p>	<p>Résultats variables selon les critères de pondération utilisés</p>

■ Cas des méthodes relevant de l'approche d'équivalence entre écarts d'état des milieux

Ces méthodes quantifient les pertes et les gains de biodiversité séparément, et vérifient le respect de l'objectif d'absence de perte nette de biodiversité. Elles focalisent leur attention sur l'état des milieux, au regard de l'ensemble de leurs composantes physiques, chimiques, biologiques, fonctionnelles et de l'écologie du paysage (selon les méthodes, ces composantes sont plus ou moins bien prises en compte). Elles estiment alors leur évolution après projet ou mise en œuvre des actions écologiques, soit à l'aide de modèles prédictifs de leur(s) trajectoire(s) potentielle(s), soit à dire d'expert (ce dernier étant alimenté par des retours d'expériences).

Cette estimation peut ensuite être comparée tout au long du projet, avec les résultats des suivis reposant sur les mêmes protocoles d'évaluation que ceux réalisés lors de l'état initial du milieu avant-projet. Un ajustement des mesures de compensation peut alors être apporté si nécessaire dès lors que l'acte administratif autorisant le projet le prévoit.

Ces méthodes permettent ainsi d'évaluer les pertes et les gains de biodiversité de manière robuste, sur la base de concepts uniquement écologiques.

Dans ce type d'approche, les enjeux écologiques et la nature du projet ou des actions écologiques mises en œuvre sur le site de compensation sont généralement pris en compte de manière implicite. Le respect des principes réglementaires peut être considéré comme un **prérequis** à vérifier préalablement à tout calcul (limitant de fait les pertes intermédiaires engendrées par les modalités de réalisation des mesures de compensation). Le non-respect de ces principes peut cependant être vérifié pendant les calculs selon les critères utilisés. Par exemple, les gains de biodiversité attendus sur un site de compensation et pour une espèce cible donnée peuvent être diminués si le principe de proximité fonctionnelle n'est pas vérifié, compte tenu de la difficulté de colonisation du site de compensation pour les individus de cette population.

Tableau 8

Synthèse des avantages et limites de l'approche d'équivalence entre écarts d'état des milieux utilisée pour dimensionner les mesures de compensation, au regard du processus d'instruction des projets

	Modalités de prise en compte des principes réglementaires	Robustesse scientifique et technique	Caractère utilisable
Avantages	<p>Souplesse possible dans l'application de certains principes réglementaires dès lors que les objectifs de non perte nette de biodiversité sont atteints (proximité spatiale et temporelle, équivalence quantitative, pérennité, etc.)</p> <p>Obligation de respecter les autres principes comme prérequis</p>	<p>Caractérisation des sites sur la base des trois composantes (espèces, habitats et fonctions)</p> <p>Calcul séparé des pertes et des gains de biodiversité</p> <p>Évaluation de l'intensité des impacts d'un projet en fonction de l'état initial des milieux concernés, de leurs enjeux et de leur trajectoire potentielle selon le projet</p> <p>Valeurs associées aux critères adaptables au cas par cas</p> <p>Nombreux concepts écologiques pris en compte : fonctionnalités, structure et dynamique des communautés et habitats, écologie du paysage, etc.</p> <p>Possible utilisation du même cadre d'acquisition de données et de calcul des états initiaux pour suivre l'évolution des sites impactés et compensés</p>	<p>Adaptée à tous milieux</p> <p>Applicable par anticipation, aux documents de planification et aux Sites naturels de compensation (SNC)</p> <p>Utilisable pour les suivis afin de vérifier l'atteinte réelle de l'équivalence écologique</p>
Limites	<p>Absence de critères incitant au respect des principes réglementaires, rendant l'approche rigide (le non-respect de ces principes engendrant un rejet du projet) ou la vérification de ces principes non effective</p>	<p>Forte variabilité des critères utilisés entre méthodes</p> <p>Hypothèses sur les trajectoires écologiques définies à dire d'expert ou à partir de modèles potentiellement complexes</p> <p>Prise en compte implicite de la nature de l'impact et du type d'action écologique, pouvant engendrer des inégalités de traitement selon les cas</p>	<p>Résultats variables selon les critères utilisés</p> <p>Nombreuses données nécessaires</p> <p>Niveau d'expertise requis parfois élevé</p>

En France, le faible taux d'utilisation de cette approche lors de la conception des projets s'explique notamment par :

- leur apparente complexité au regard du nombre plus élevé de données à renseigner en comparaison avec les autres approches ;
- les modes de renseignement des critères nécessitant beaucoup de données ou de choix des trajectoires qui peut varier entre experts ;
- le manque de connaissances sur la pertinence des modèles utilisés ;
- la multiplicité des résultats obtenus qui complexifie leur interprétation.

En revanche, ces méthodes favorisent la concertation entre acteurs en rendant toutes les étapes du dimensionnement transparentes et objectivées.

Ce type d'approche nécessite un niveau d'expertise avancé pour analyser les données et en interpréter les résultats, relevant du domaine de compétence des bureaux d'étude. Malgré une adaptation possible à tous types de projets, l'investissement initial pour l'utilisation de ces méthodes les prédispose à des projets nécessitant une bonne prise en compte de tous les enjeux écologiques (enjeux forts à majeurs).

... en termes de critères participant à l'évaluation des pertes et des gains de biodiversité

Afin de quantifier les pertes ou les gains de biodiversité, les méthodes étudiées utilisent de nombreux critères qui pondèrent les métriques directement ou indirectement concernées, par le projet ou par la mesure de compensation. Ces critères sont généralement symétriques entre les pertes et les gains. Ils peuvent être regroupés en quatre catégories (Figure 2 page 24), dont :

- les critères de caractérisation de l'état initial des milieux concernés par le projet ou par les mesures de compensation ;
- les critères d'évaluation des enjeux écologiques associés à ces milieux ;
- les critères d'estimation de la nature, de l'intensité et de la durée des impacts du projet ou de la plus-value écologique générée par les actions écologiques sur les sites de compensation ;
- les critères d'incitation à la limitation des pertes intermédiaires et au respect des principes réglementaires régissant la compensation.



Surdimensionnement ou respect des principes réglementaires ?

L'utilisation de certains principes réglementaires comme critères de pondération des pertes ou des gains de biodiversité part du constat de difficultés dans leur stricte application sur le terrain. Cette pratique encourage les solutions répondant le mieux aux principes réglementaires et pénalise les solutions qui s'en écartent.

Ce faisant, elle offre néanmoins une certaine souplesse permettant l'adaptation des mesures compensatoires au contexte du terrain. L'écart à une application idéale d'un principe peut se traduire par une augmentation des pertes de biodiversité qui augmente alors les métriques à compenser.

Toutefois, dans ce cas de figure, pour écarter le risque d'accepter des mesures de compensation peu efficaces, les réflexions doivent être guidées par l'objectif d'absence de perte nette de biodiversité. Augmenter le dimensionnement d'une mesure de compensation trop éloignée des principes réglementaires de compensation n'en augmente pas nécessairement l'efficacité ou la pertinence. Aussi, le respect de ces principes est toujours préférable à un surdimensionnement des mesures de compensation. Le coût des mesures de compensation n'est pas forcément corrélé à leur intérêt écologique. Dans l'impossibilité de réaliser des mesures de compensation suffisamment satisfaisantes, il convient de revenir aux phases d'évitement et de réduction.