



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'environnement,
des transports, de l'énergie et de la communication DETEC

Office fédéral de l'énergie OFEN
En collaboration avec
Office fédéral de l'environnement OFEV
Office fédéral du développement territorial ARE
Secrétariat technique de l'EICom

Manuel relatif au Modèle d'évaluation pour les lignes de transport d'électricité

Approuvé par le Groupe de travail Modèle d'évaluation fin février 2013



Table des matières

1	INTRODUCTION	5
2	DOMAINE D'APPLICATION ET APPLICATION DU SYSTEME D'EVALUATION	5
2.1	Domaine d'application	5
2.2	Application	5
3	EXIGENCES AUXQUELLES DOIVENT SATISFAIRE LES VARIANTES DE COULOIR	6
3.1	Exigences en matière de développement territorial	7
3.1.1	Combinaison avec des infrastructures existantes et prévues	7
3.1.2	Protection des zones d'habitation	7
3.1.3	Conformité avec les planifications fédérales, les planifications suprarégionales et les plans d'affectation communaux	7
3.2	Exigences techniques	8
3.2.1	Exigences techniques minimales en matière de transport d'électricité	8
3.2.2	Aptitude, sur le plan de la technique de sécurité, de la technique de transport prévue	8
3.3	Exigences de la législation environnementale	9
3.3.1	Protection contre les immissions (ORNI; OPB)	9
3.3.1.1	Rayonnement non ionisant	9
3.3.1.2	Bruit	10
3.3.2	Protection du paysage	10
3.3.2.1	Sites marécageux d'une beauté particulière et d'importance nationale	10
3.3.2.2	IFP (Inventaire fédéral des paysages, sites et monuments naturels d'importance nationale)	10
3.3.2.3	Obligation générale de ménager le paysage (art. 3 LPN)	11
3.3.3	Forêts et biotopes	11
3.3.3.1	Forêts	11
3.3.3.2	Biotope de marais d'importance nationale	11
3.3.3.3	Zones alluviales d'importance nationale	12
3.3.3.4	Prairies et pâturages secs (PPS)	12
3.3.3.5	Réserves d'oiseaux d'eau et de migrateurs d'importance nationale	12
3.3.3.6	Biotopes au sens de l'art. 18b LPN (d'importance régionale et locale)	12
3.3.4	Nappes phréatiques / sols / sites pollués / espace réservé aux eaux	13
3.3.4.1	Nappes phréatiques	13
3.3.4.2	Sols	13
3.3.4.3	Sites pollués	13
3.3.4.4	Espace réservé aux eaux	14
3.4	Exigences d'ordre économique	14
3.4.1	Exigences posées aux variantes	14



3.4.2	Mesures d'accompagnement	14
4	EXIGENCES AUXQUELLES DOIT SATISFAIRE LA DOCUMENTATION RELATIVE AUX VARIANTES DE COULOIR	15
4.1	Documentation relative au développement territorial	15
4.2	Documentation technique	15
4.3	Documentation relative au ménagement de l'environnement	16
4.3.1	Protection contre les immissions	16
4.3.1.1	Rayonnement non ionisant	16
4.3.1.2	Bruit	17
4.3.2	Protection du paysage	17
4.3.2.1	Sites marécageux d'une beauté particulière et d'importance nationale	17
4.3.2.2	IFP	17
4.3.2.3	Obligation générale de ménager le paysage (art. 3 LPN)	17
4.3.3	Forêts et biotopes	17
4.3.3.1	Forêts	17
4.3.3.2	Biotope de marais d'importance nationale	18
4.3.3.3	Zones alluviales d'importance nationale	18
4.3.3.4	Prairies et pâturages secs (PPS)	18
4.3.3.5	Réserves d'oiseaux d'eau et de migrateurs d'importance nationale	18
4.3.3.6	Biotopes visé par l'art. 18b LPN (d'importance régionale et locale)	18
4.3.4	Nappes phréatiques / sols / sites pollués	18
4.3.4.1	Protection des eaux souterraines	18
4.3.4.2	Protection du sol	18
4.3.4.3	Sites pollués	18
4.3.4.4	espace réservé aux eaux	19
4.4	Documentation relative à la rentabilité	20
5	EXPLICATIONS SUR L'EVALUATION DES CRITERES	23
5.1	Volet «Développement territorial»	23
5.1.1	Ménagement des ressources (surtout des sols)	23
5.1.1.1	Combinaison de lignes électriques	23
5.1.1.2	Combinaison avec d'autres infrastructures linéaires	23
5.1.1.3	Sollicitation du terrain et atteintes correspondantes	23
5.1.2	Protection des zones d'habitation	23
5.1.2.1	Incidences sur la zone d'habitation / zone à bâtir existante	23
5.1.2.2	Incidences sur la qualité de vie des habitants	24
5.1.2.3	Conflits avec des espaces de loisir de proximité	24
5.1.2.4	Confits avec la protection de sites construits / la conservation des monuments historiques	24
5.1.2.5	Conflits avec des sites archéologiques d'intérêt ou des objets IVS	24
5.1.2.6	Incidence sur l'attrait touristique	24
5.1.3	Prise en considération des buts de planification du développement territorial	24
5.1.3.1	Conformité avec des planifications suprarégionales	24
5.1.3.2	Conformité avec les planifications fédérales	24



5.1.3.3	Conformité avec des plans d'affectation / concepts de développement communaux	24
5.2	Volet «Aspects techniques»	25
5.2.1	Exploitation du réseau	25
5.2.1.1	Augmentation de la sécurité «N-1»	25
5.2.1.2	Compensation locale de la puissance réactive	25
5.2.1.3	Influence sur la dynamique du réseau	25
5.2.2	Fiabilité / sécurité	25
5.2.2.1	Indisponibilité	25
5.2.2.2	Exposition aux dangers naturels et liés aux intempéries	26
5.2.2.3	Exposition aux dangers émanant de tiers	26
5.2.3	Cycle de vie	26
5.2.3.1	Pertes d'énergie	26
5.2.3.2	Bilan écologique	27
5.3	Volet «Environnement»	27
5.3.1	Protection contre les immissions	27
5.3.1.1	Rayonnement non ionisant	27
5.3.1.2	Bruit	28
5.3.2	Protection du paysage	28
5.3.2.1	Sites marécageux d'une beauté particulière et d'importance nationale	29
5.3.2.2	IFP	29
5.3.2.3	Obligation générale de ménager le paysage (art. 3 LPN)	30
5.3.3	Forêts et biotopes	30
5.3.3.1	Forêt	30
5.3.3.2	Biotopes de marais d'importance nationale	31
5.3.3.3	Zones alluviales d'importance nationale	31
5.3.3.4	Prairies et pâturages secs (PPS)	31
5.3.3.5	Réserves d'oiseaux d'eau et de migrateurs d'importance nationale	31
5.3.3.6	Biotopes visés par l'art. 18b LPN (d'importance régionale et locale)	32
5.3.4	Nappes phréatiques / sols / espace réservé aux eaux	32
5.3.4.1	Nappes phréatiques	32
5.3.4.2	Sols	32
5.3.4.3	Espace réservé aux eaux	33
5.4	Volet «Rentabilité»	33
5.4.1	Tâches des gestionnaires de réseau	33
5.4.2	Tâches de l'EICom	33
5.4.3	Imputabilité des coûts	33
6	ANNEXE: LISTE DES ABREVIATIONS	35



1 Introduction

Le présent manuel a été élaboré par l'Office fédéral de l'énergie (OFEN) en étroite collaboration avec l'Office fédéral de l'environnement (OFEV), l'Office fédéral du développement territorial (ARE) et le Secrétariat technique de l'EiCom. Il vise à simplifier l'utilisation du Modèle d'évaluation pour les lignes de transport d'électricité et à garantir une application cohérente et uniforme. En se référant aux volets autour desquels s'articule ledit modèle, il explique dans ses différents chapitres quand et comment le modèle d'évaluation est applicable, à quelles exigences doivent satisfaire les variantes de couloir, quels documents doivent être joints au dossier de demande et comment sont évalués les différents critères.

Le Système d'évaluation pour les lignes de transport d'électricité et le manuel afférent interviennent à trois niveaux: ils servent de référence à l'autorité responsable, lorsque celle-ci procède à l'évaluation d'un couloir, ils servent d'instrument de travail au groupe de suivi, dans le cadre de son activité (cf. chapitre 3.1.1 du Plan sectoriel des lignes de transport d'électricité (PSE) et ils servent finalement de cadre d'orientation lorsque les initiateurs d'un projet élaborent un couloir PSE.

2 Domaine d'application et application du système d'évaluation

2.1 Domaine d'application

Le Modèle d'évaluation pour les lignes de transport d'électricité permet d'évaluer, dans le cadre de la procédure prévue par le plan sectoriel, des variantes de couloir aussi bien pour les lignes aériennes que pour les câbles à gaine isolante enterrés, ceci à partir de 220 kV (50 Hz) et 132 kV (16,7 Hz)¹. Les lignes de tension inférieure, les réseaux de transport d'énergie par courant continu haute tension (TCCHT), les lignes isolées au gaz (GIL : Gas Insulated Line), ainsi que les câbles à huile sont exclus du domaine d'application. De même, il n'est pas prévu d'appliquer le modèle d'évaluation dans le cadre de la procédure d'approbation des plans (PAP).

2.2 Application

Le système d'évaluation intervient dans le cadre de la procédure du plan sectoriel lorsqu'au moins deux variantes de couloir ont les mêmes points de départ et d'arrivée. L'analyse des variantes est nécessaire notamment lorsque le projet risque d'avoir une incidence sur des zones d'habitation ou des zones protégées.

L'évaluation porte sur les nouveaux couloirs pour lignes de transport d'électricité et sur les démontages de lignes existantes. Un couloir est réputé «nouveau» dès lors:

- qu'il n'existe pas encore de ligne dans la zone concernée ou
- qu'une ligne existante doit être intégralement remplacée ou
- que la transformation ou l'extension d'une ligne existante nécessite l'application d'une procédure de plan sectoriel.

¹ Du fait du problème de résonance, les possibilités d'enterrer des lignes 16,7 Hz des CFF sont restreintes. Il faut en tenir compte pour le champ d'application du Système d'évaluation pour les lignes de transport d'électricité.



Les variantes de couloir concernées sont examinées sur la base du système d'évaluation par un groupe de suivi placé sous l'égide de l'OFEN. Ce groupe est composé de représentants de l'ARE, de l'OFEV, de l'ESTI, de l'OFT, de Swissgrid, d'une organisation de protection de l'environnement nationale, d'une organisation de protection de l'environnement locale, des initiateurs du projet en question et des cantons concernés, chacun de ces représentants disposant d'une voix. Si les points attribués lors de l'évaluation permettent de représenter schématiquement les avantages et les inconvénients des variantes, l'évaluation ne remplace pas une motivation claire et transparente. Celle-ci reste nécessaire pour démontrer les points forts et les points faibles des différentes variantes de manière compréhensible. D'autant plus que les nuances de l'évaluation des différents critères devront être précisées ultérieurement sur la base de l'expérience accumulée.

L'application du système d'évaluation vise finalement à faciliter la prise d'une décision objective concernant le choix d'un couloir dans le cadre de la procédure de plan sectoriel et doit permettre de peser le pour et le contre des différentes solutions envisageables. Autrement dit, la documentation ne doit pas être aussi détaillée que pour une demande d'approbation des plans, puisque l'évaluation ne fait que globalement vérifier si le couloir satisfait aux exigences. Dès lors, il n'est pas nécessaire d'obtenir un total de points maximal pour parvenir à une décision concrète (celle-ci peut aussi être favorable à un couloir qui a obtenu moins de points dans le système d'évaluation). La simple addition des points attribués n'est pas admise, car elle ne remplace pas la pesée des intérêts. Les résultats obtenus grâce au système d'évaluation ne portent pas préjudice à la décision concernant le couloir, mais jettent les bases d'une recommandation pour un couloir. Celle-ci est pondérée en tenant compte de tous les intérêts en présence. Elle est émise à l'attention de l'autorité compétente en vue de finaliser la documentation pour le PSE et la demande de détermination à l'intention du Conseil fédéral.

3 Exigences auxquelles doivent satisfaire les variantes de couloir

Le plan sectoriel a pour tâche de définir des couloirs susceptibles d'abriter des lignes dont les tracés respectent les exigences légales et la politique d'approvisionnement. Il en résulte que les variantes de couloir doivent satisfaire à certaines exigences.

Pour recourir au Système d'évaluation pour les lignes de transport d'électricité aux fins de déterminer le couloir le mieux approprié (et, partant, prendre une décision au sujet de la demande déposée dans le cadre du PSE), il faut être en présence d'au moins deux variantes de couloir. Celles-ci doivent avoir les mêmes points de départ et d'arrivée et permettre la construction d'une ligne respectant les exigences légales tout en tenant compte de l'intérêt public.

Les plans sectoriels respectent en premier lieu les dispositions des législations spéciales. Ils satisfont aux exigences de fond et de forme de la loi sur l'aménagement du territoire (cf. BÜHLMANN, Kommentar RPG, Art. 13 Rz. 20 und 22). Ils comportent des directives claires et procèdent – dans la limite des compétences fédérales – à des affectations géographiques et temporelles. Compte tenu de la diversité des tâches fédérales et des législations spécifiques, les exigences en matière de contenu, de procédure et de forme ne peuvent pas déjà être définies dans les détails au niveau du plan sectoriel. Le plan sectoriel des lignes de transport d'électricité (PSE) doit néanmoins observer les prescriptions légales applicables concernant le câblage des lignes de transport ou concernant leur tracé sous forme de lignes aériennes.



3.1 Exigences en matière de développement territorial

Les variantes de couloir doivent être conformes aux planifications de la Confédération et des cantons. Au surplus, elles doivent satisfaire au principe de l'utilisation mesurée du sol. On visera notamment les objectifs suivants² dans le domaine du transport d'électricité:

- protéger les bases naturelles de la vie, telles que le sol, l'air, l'eau, la forêt et le paysage;
- créer et maintenir un milieu bâti harmonieusement aménagé et favorable à l'habitat et à l'exercice des activités économiques;
- garantir des sources d'approvisionnement suffisantes dans le pays.

Les variantes de couloir évaluées doivent ainsi tenir compte de diverses exigences relevant de l'aménagement du territoire.

3.1.1 Combinaison avec des infrastructures existantes et prévues

Dans la mesure du possible, la planification d'une ligne doit tenir compte du potentiel de combinaison avec d'autres infrastructures linéaires (lignes électriques et voies de transport), tant pour les lignes enterrées que pour les lignes aériennes. Cette exigence n'est pas seulement ciblée sur l'aspect visuel (paysage), mais aussi sur l'utilisation raisonnable du sol et sur la limitation de la surface occupée par des infrastructures. La sollicitation de bonnes terres agricoles, notamment de surfaces d'assolement, doit être limitée autant que possible. Le projet doit également indiquer quelles surfaces agricoles sont libérées suite au démontage d'une ligne.

Par ailleurs, le projet doit mettre en évidence s'il prévoit, dans le cadre de concepts de lignes de plus grande envergure (cf. Pfynwald), de combiner ou d'enterrer d'autres lignes dans le couloir planifié ou éventuellement dans un autre couloir existant de la même zone. La documentation doit apporter la preuve que le potentiel de combinaison avec d'autres installations a été pris en considération.

3.1.2 Protection des zones d'habitation

Dans la mesure du possible, le projet de ligne évitera de détériorer la qualité des zones d'habitation. Il doit contourner les sites construits et les monuments protégés. Il tiendra aussi compte des espaces de loisir de proximité et des attractions touristiques. L'impact sur les environs d'une zone d'habitation doit rester minimal. Le projet doit respecter les dispositions légales et si possible limiter au minimum les restrictions inévitables à l'utilisation de la zone d'habitation (p. ex. dérogations exceptionnelles pour immeubles/zones constructibles existantes, atteinte importante par RNI dans l'espace public (p. ex. câble enterré sous une route/un chemin/une place [cf. chapitre 3.3.1 Protection contre les immis-sions])).

3.1.3 Conformité avec les planifications fédérales, les planifications suprarégionales et les plans d'affectation communaux

Le projet doit être conforme aux planifications en vigueur et/ou se trouvant concrètement en cours d'élaboration. Il est ainsi nécessaire de prendre contact avec les offices fédéraux et les cantons concernés, pour clarifier la situation. Au moment de vérifier la conformité avec les planifications existantes, on veillera à ne pas empêcher ni entraver excessivement la réalisation d'autres projets, pas plus que le développement territorial souhaité. En cas de conflits, le projet doit démontrer comment les résoudre. Il en va de même pour les éventuelles synergies avec d'autres projets et les projets d'autres infrastructures. Cette analyse englobe d'éventuels démontages ou regroupements de lignes.

² Art. 1, al. 2, let. a, b, et c de la loi sur l'aménagement du territoire (LAT, RS 700).



L'évaluation en question doit se fonder sur:

- les projets inscrits dans les plans sectoriels de la Confédération, les principes des concepts fédéraux et le Projet de territoire Suisse;
- les plans directeurs cantonaux (et régionaux, pour certains cantons) en vigueur ou se trouvant à un stade d'élaboration concret (p. ex. soumis à la Confédération pour examen préliminaire); si elles sont pertinentes, d'autres planifications cantonales seront prises en compte;
- les plans d'affectation, les stratégies et les concepts de développement concrets des communes.

3.2 Exigences techniques

Aux termes de l'art. 8 de la loi sur l'approvisionnement en électricité (LApEI; RS 734.7), les gestionnaires de réseau sont tenus de pourvoir à un réseau sûr, performant et efficace. Le volet «Aspects techniques» couvre avant tout les critères permettant d'évaluer les incidences techniques d'une variante sur l'exploitation du réseau. En d'autres termes, il se réfère en particulier aux critères liés à un réseau sûr et performant. Les critères d'un réseau efficace sont traités dans le volet «Rentabilité».

3.2.1 Exigences techniques minimales en matière de transport d'électricité

Les variantes évaluées doivent être équivalentes sur le plan de la technique et du fonctionnement. En d'autres termes, elles doivent satisfaire aux exigences techniques minimales requises pour le transport entre un point de départ et un point d'arrivée définis. Ces exigences incluent, au minimum, la puissance thermique limite (ou charge admissible) requise et l'indisponibilité maximale admise. Les initiateurs du projet peuvent définir d'autres exigences minimales selon la fonction de transport spécifique. Ce faisant, ils tiendront compte d'éventuelles prescriptions de nature politique définies pour les fonctionnalités des réseaux de transport suisses (50 Hz et 16,7 Hz).

La sollicitation présumée d'une ligne de transport constitue un élément de base essentiel pour le dimensionnement des variantes. Les puissances thermiques limites effectives et, partant, la charge moyenne découlent de la sollicitation escomptée. Elles sont le résultat de l'optimisation visée par le processus de dimensionnement. De plus, le principe selon lequel les variantes de ligne proposées doivent satisfaire aux exigences en matière de court-circuit sur l'ensemble de la ligne (jeu de barres, disjoncteur, ligne) et doivent exclure tout point faible en dehors des sous-stations, doit être respecté. Les exigences techniques minimales, la sollicitation présumée de la ligne de transport, ainsi que les puissances thermiques limites et la charge moyenne résultant du dimensionnement sont à consigner dans le dossier du projet. Si nécessaire, le respect des exigences minimales décrites doit toujours pouvoir être vérifiée en cours de procédure.

3.2.2 Aptitude, sur le plan de la technique de sécurité, de la technique de transport prévue

Les variantes de couloir proposées par les initiateurs du projet doivent être adaptées à la technique de transport envisagée (ligne aérienne, câble ou câblage partiel). Elles ne doivent notamment représenter aucun risque excessif quant aux aspects relevant de la sécurité technique (voir également les critères du groupe de critères «Fiabilité/Sécurité»).

Les aspects particulièrement déterminants varient selon la technique de transport. L'exposition aux dangers naturels et liés aux intempéries peut être supérieure à la moyenne dans le cas de lignes aériennes situées p. ex. dans des régions où le risque de foudroiement est très important. Dans le cas de lignes enterrées, les glissements de terrain peuvent par exemple représenter un danger trop élevé. Les initiateurs du projet veilleront à ce que les variantes de couloir proposées répondent aux critères de base relevant de la sécurité technique exigés pour la technique de transport prévue.



3.3 Exigences de la législation environnementale

La législation environnementale définit différentes exigences. Elle exige des valeurs limites, clairement mesurables. D'autres exigences – telles que celle consistant à «ménager autant que possible» - sont plus floues et doivent être interprétées. Si ces dernières ne prescrivent pas de valeurs limites mesurables, elles n'en sont pas moins importantes.

3.3.1 Protection contre les immissions (ORNI; OPB)

3.3.1.1 Rayonnement non ionisant

Concernant les lignes à haute tension, l'ordonnance du 23 décembre 1999 sur la protection contre le rayonnement non ionisant (ORNI; RS 814.710) exige le respect des valeurs limites d'immissions (VLI) définies à l'annexe 2, et définit la limitation préventive des émissions (VLinst, selon annexe 1, ch. 1). Cette dernière n'est pas la même selon qu'il s'agisse d'installations nouvelles ou anciennes.

Valeurs limites d'immissions servant de protection contre les graves dangers

Les valeurs limites d'immissions (VLI) au sens de l'annexe 2 ORNI doivent être respectées partout où des personnes peuvent séjourner (art. 13 al. 1 ORNI). Et ce pour le mode d'exploitation de l'installation qui en produit le plus (art. 14 al. 4 ORNI).

- VLI pour la valeur efficace de l'intensité de champ électrique =
5 kV/m pour 50 Hz, 10 kV/m pour 16,7 Hz.
- VLI pour la valeur efficace de la densité de flux magnétique =
100 μ T pour 50 Hz, 300 μ T pour 16,7 Hz.

La législation n'autorise aucune dérogation en cas de dépassement des VLI. Celles-ci peuvent être respectées en plaçant les fils conducteurs à une distance suffisante du sol, en enfouissant les câbles suffisamment profondément ou en prenant d'autres mesures appropriées.

Limitation préventive des émissions visant à minimiser l'exposition prolongée aux champs magnétiques

La valeur limite de l'installation (VLInst) des lignes à haute tension est de 1 μ T pour la valeur efficace de la densité de flux magnétique dans le mode d'exploitation déterminant (cf. annexe 1 ch. 14 ORNI); elle n'est pas liée à la fréquence. Toute nouvelle³ ligne à haute tension construite à proximité d'un lieu à utilisation sensible (LUS, art. 3 al. 3 ORNI) doit en principe respecter la VLInst. L'instance de décision peut accorder des dérogations lorsque les conditions définies à l'annexe 1 ch. 15 al. 2, ou ch. 17 ORNI sont remplies. Les variantes nécessitant une dérogation ne peuvent être examinées à l'aide du modèle d'évaluation que si le potentiel d'optimisation est épuisé et, partant, si la preuve pour l'approbation vraisemblable d'une dérogation, dans le cadre de la procédure d'approbation des plans (PAP) ultérieure, peut être apportée.

³ Conformément à l'Arrêt 1C_172/2011 du Tribunal fédéral, l'art. 18 LPE stipule que les anciennes installations qui doivent être transformées ou agrandies doivent elles aussi respecter la VLInst de la densité de flux magnétique.



3.3.1.2 Bruit

L'ordonnance du 15 décembre 1986 sur la protection contre le bruit (OPB; RS 814.41) exige que les valeurs limites d'exposition déterminantes soient respectées. Sont réputées valeurs limites d'exposition déterminantes

- les valeurs de planification pour les nouvelles lignes;
- les valeurs limites d'immissions pour les installations existantes.

A titre préventif, l'OPB exige pour les nouvelles lignes non seulement le respect des valeurs de planification, mais également des mesures réalisables sur le plan de la technique et de l'exploitation et économiquement supportables.

Pour les variantes qui requièrent des allègements, il faut prouver que le respect des valeurs limite d'exposition déterminantes constituerait une difficulté démesurée pour le projet. Les valeurs à respecter peuvent également être abaissées pour l'assainissement d'installations, lorsque celui-ci est en conflit avec des intérêts prépondérants.

3.3.2 **Protection du paysage**

3.3.2.1 Sites marécageux d'une beauté particulière et d'importance nationale

Conformément à l'art. 23d de la loi du 1^{er} juillet 1966 sur la protection de la nature et du paysage (LPN; RS 451), l'exploitation de sites marécageux est admissible uniquement dans la mesure où elle ne porte pas atteinte aux éléments caractéristiques des sites marécageux.

En conséquence, il faut en principe renoncer à toute ligne à haute tension et extension de ligne dans des sites marécageux. Lorsqu'il n'est pas possible d'y renoncer, par exemple en raison des prescriptions de l'ORNI, ou pour des raisons liées à la topographie, il faudra alors prévoir un câblage.

Cependant, conformément à l'art. 18 al. 1^{bis} LPN, aucune ligne enterrée ne doit traverser des biotopes de marais et leurs zones-tampon ni d'autres biotopes. Tout câblage est ainsi à exclure également dans les zones forestières, étant donné que les tranchées nécessaires seraient contraires aux objectifs de protection du paysage applicables aux sites marécageux concernés.

3.3.2.2 IFP (Inventaire fédéral des paysages, sites et monuments naturels d'importance nationale)

L'évaluation des lignes à haute tension doit en principe viser à conserver intacts (art. 6, al.1, LPN) les objets inscrits dans les inventaires fédéraux et définis aux art. 5 et 6 LPN (IFP, ISOS, IVS). On renoncera donc en premier lieu à la construction de nouvelles lignes aériennes dans ces sites.

Lorsqu'il n'est pas possible d'éviter un objet de l'IFP, seules les nouvelles lignes du réseau stratégique qui ménagent le plus possible l'objet (art. 6 al. 1 LPN) sont admises. Lorsque la construction d'une ligne aérienne risque de nuire gravement à la protection de l'objet concerné, il faut opter pour le câblage souterrain en vue de ménager le plus possible l'objet. Après avoir procédé à une appréciation de tous les intérêts en présence, des mesures moins poussées ne sont envisageables que lorsque le rapport entre les coûts d'une ligne aérienne et les coûts supplémentaires engendrés par l'enfouissement de la ligne est disproportionné (principe de proportionnalité), ou lorsque la topographie ne permet pas de câblage.

Un câblage doit aussi être examiné si son incidence sur le but visé par la protection est modeste. Néanmoins, lorsqu'il ressort de l'appréciation générale des intérêts réalisée dans les conditions susmentionnées qu'une ligne enterrée n'est économiquement pas supportable, la construction d'une ligne aérienne est envisageable à condition de prendre des mesures de remplacement appropriées. Une expertise de la Commission fédérale pour la protection de la nature et du paysage (CFNP) est indis-



pensable pour tout projet qui risque d'altérer sensiblement l'objet concerné (art. 7 LPN); le cas échéant, il est judicieux d'intégrer la commission au processus de planification le plus tôt possible.

Les mesures de remplacement doivent respecter les directives suivantes:

1. la prestation de remplacement au sens de l'art. 6 al. 1 LPN est en premier lieu destinée à l'objet de l'IFP concerné (objet de l'intervention);
2. si les conditions décrites au chiffre 1 ne sont pas réalisables ou indiquées/utiles, la mesure de remplacement peut être prise en-dehors de l'objet de l'IFP, si elles permettent ainsi d'influer favorablement le but visé par la protection dudit objet;
3. lorsque ni le chiffre 1, ni le chiffre 2 ne sont possibles, ou indiqués/utiles, il est possible de recourir à des mesures de remplacement hors de l'objet de l'IFP, si celles-ci ont une incidence sur d'autres inventaires au sens des art. 4 et 5 LPN ou sur des zones régionales ou év. locales abritant des paysages protégés.

3.3.2.3 Obligation générale de ménager le paysage (art. 3 LPN)

Dans les objets d'importance régionale et locale visés à l'art. 4, let. b, LPN comme dans les paysages de valeur qui ne sont pas inscrits dans un inventaire, la pesée des intérêts se fait selon les dispositions de l'art. 3 LPN. Dans ce contexte, il n'est pas exclu que des lignes enterrées remplacent des lignes aériennes⁴.

Pour ce qui concerne les parcs d'importance nationale au sens de l'art. 23e et suivants LPN, la pesée des intérêts se fait conformément à l'art. 3 LPN. En présence d'objets d'importance nationale prépondérants dans ces parcs, la pesée des intérêts liée aux inventaires prime.

3.3.3 **Forêts et biotopes**

3.3.3.1 Forêts

Les lignes enterrées et les pylônes électriques dans des zones boisées entraînent un changement d'affectation durable du sol forestier; conformément à l'art. 4 de la loi fédérale du 4 octobre 1991 sur les forêts (LFo; RS 921.0). Le défrichement correspondant est soumis à autorisation. Aux termes de l'art. 5 al. 2 et 4 LFo, une autorisation peut être accordée, à titre exceptionnel au requérant qui démontre que le défrichement répond à des exigences primant l'intérêt à la conservation de la forêt à condition que:

- l'ouvrage pour lequel le défrichement est sollicité ne puisse être réalisé qu'à l'endroit prévu;
- l'ouvrage remplisse, du point de vue matériel, les conditions posées en matière d'aménagement du territoire;
- le défrichement ne présente pas de sérieux dangers pour l'environnement;
- les exigences de la protection de la nature et du paysage soient respectées.

3.3.3.2 Biotope de marais d'importance nationale

Concernant les marais d'importance nationale, seules les interventions visant à les protéger sont admises (art. 78 al. 5 Cst.). En conséquence, toute intervention ne respectant pas ce but est exclue (art. 4 de l'ordonnance sur les hauts-marais, RS 451.32 et art. 4 de l'ordonnance sur les bas-marais, RS 451.33). Les lignes enterrées font partie des mesures exclues. Dans l'esprit de la préservation du paysage, il convient d'éviter que des lignes aériennes traversent des biotopes de marais. Lorsqu'il est inévitable que des lignes aériennes traversent certains biotopes de marais, aucun pylône ne doit être

⁴ Cf. Arrêt 1A.84/2001 du 12 mars 2002; NOK contre WWF au sujet de la ligne 110kV Hasli-Trägerwilten et arrêt du 5 avril 2011 relatif à l'enfouissement partiel de la ligne à haute tension dans la commune de Riniken, publié dans ATF 137 II 266.



situé dans le périmètre du marais.

3.3.3.3 Zones alluviales d'importance nationale

Conformément aux inventaires fédéraux mentionnés à l'art. 18a LPN et aux ordonnances afférentes, il n'est possible de déroger aux buts visés par la protection des objets concernés figurant dans les inventaires fédéraux – hormis pour les interventions visant à protéger l'homme et les biens matériels de valeur – que lorsque l'intervention sert un intérêt prépondérant d'importance nationale également (art. 4 al. 2 de l'ordonnance sur les zones alluviales, RS 451.31 et art. 7 de l'ordonnance sur les barrages; OBat, RS 451.34). C'est le cas pour les lignes du réseau stratégique. Autrement dit, faire passer des lignes à haute tension à travers ces zones alluviales n'est a priori pas exclu. En revanche, la construction de pylônes à l'intérieur du périmètre d'objet est à éviter. Lorsque suite à une appréciation de tous les intérêts en présence, une telle construction s'avère indispensable, des mesures de reconstitution et de remplacement adéquates sont à prévoir. Les câblages sont exclus.

3.3.3.4 Prairies et pâturages secs (PPS)

Conformément aux inventaires fédéraux mentionnés à l'art. 18a LPN et aux ordonnances afférentes, il n'est possible de déroger aux buts visés par la protection des objets concernés figurant dans les inventaires fédéraux – hormis pour les interventions visant à protéger l'homme et les biens matériels de valeur – que lorsque l'intervention sert un intérêt prépondérant d'importance nationale également (art. 7 al. 1 ordonnance sur les prairies sèches, OPPS, RS 451.37). C'est le cas pour les lignes du réseau stratégique; autrement dit, faire passer des lignes à haute tension à travers ces objets n'est a priori pas exclu. En revanche, la construction de pylônes à l'intérieur du périmètre d'objet est à éviter. Lorsque suite à une appréciation de tous les intérêts en présence, quelques pylônes s'avèrent indispensables à l'intérieur d'objets PPS, des mesures de reconstitution et de remplacement adéquates sont à prévoir. Les câblages sont exclus.

3.3.3.5 Réserves d'oiseaux d'eau et de migrateurs d'importance nationale

L'art. 6 de l'ordonnance du 21 janvier 1991 sur les réserves d'oiseaux d'eau et de migrateurs d'importance internationale et nationale (OROEM; RS 922.32) stipule que dans l'accomplissement de leurs tâches, la Confédération et les cantons veillent à assurer la prise en compte de la protection visée par les réserves d'oiseaux d'eau et de migrateurs. Dans le cas particulier où d'autres intérêts sont en jeu, la décision sera prise sur la base d'une appréciation de tous les intérêts. Les réserves d'oiseaux d'eau et de migrateurs d'importance nationale et internationale bénéficient d'une protection élevée, notamment en raison de l'ATF 134 II 97 et 1A. 84/2001 (arrêt du 12 mars 2002; WWF contre NOK au sujet de la ligne 110kV Hasli-Tägerwil). Même à proximité immédiate de tels objets, les lignes à haute tension rendent la protection impossible, puisqu'elles remettent en question la protection des espèces souhaitée. Ces objets doivent donc être contournés à grande distance. Les câblages aussi sont à éviter. Seule exception envisageable: les pylônes électriques préexistants et éventuellement situés en marge de ces zones protégées. L'extension de lignes à haute tension existantes doit également être écartée.

3.3.3.6 Biotopes au sens de l'art. 18b LPN (d'importance régionale et locale)

Toute atteinte de biotopes au sens de l'art. 18b LPN est à éviter dans la mesure du possible. Si, après une appréciation de tous les intérêts en présence, une atteinte est inévitable, des mesures de reconstitution et de remplacement adéquates sont à prévoir.



3.3.4 Nappes phréatiques / sols / sites pollués / espace réservé aux eaux

3.3.4.1 Nappes phréatiques

En application de l'annexe 4, ch. 22 et suivants en lien avec les art. 28 et 31 de l'ordonnance du 28 octobre 1998 sur la protection des eaux (OEaux; RS 814.201), les lignes enterrées sont à exclure des zones, périmètres et domaines de protection des eaux comme suit:

- dans la **zone de captage (zone S1)**, les lignes enterrées sont exclues, étant donné que seules sont autorisées les installations servant à l'approvisionnement en eau potable (annexe 4, ch. 223 OEaux);
- le câblage est également exclu à l'intérieur de la **zone de protection rapprochée (zone S2)**; à titre exceptionnel, une installation peut être construite pour des motifs importants (implantation imposée par la destination et intérêt public d'égale importance), si toute menace pour l'utilisation d'eau potable peut être exclue (annexe 4, ch. 222, al. 1, let. a OEaux);
- dans la **zone de protection éloignée (zone S3)**, les lignes enterrées ne sont admises qu'à certaines conditions (annexe 4, ch. 221, al. 1, let. b OEaux);
- les travaux de construction ou autres activités dans les **périmètres de protection des eaux** sont soumis aux conditions définies à l'annexe 4, ch. 222, al. 1 OEaux;
- dans le **secteur A_{II} de protection des eaux**, on ne mettra pas en place des installations qui sont situées au-dessous du niveau moyen de la nappe souterraine. L'autorité peut accorder des dérogations lorsque la capacité d'écoulement des eaux du sous-sol est réduite de 10% au plus par rapport à l'état non influencé par les installations en question (annexe 4, ch. 211, al. 2 OEaux).

Si les lignes aériennes sont en principe toujours autorisées dans les zones, périmètres et secteurs de protection des eaux, les pylônes situés dans ces zones sont soumis aux mêmes prescriptions que les lignes enterrées.

3.3.4.2 Sols

La législation environnementale exige que la fertilité du sol soit préservée. L'utilisation mesurée des sols est prescrite par la législation relative à l'aménagement du territoire. En comparaison des lignes enterrées, la mise en place de pylônes pour des lignes aériennes représente une intervention moins invasive. L'appréciation de tous les intérêts en présence permet de décider si l'atteinte portée au sol résultant de la construction ou de l'exploitation d'une ligne enterrée doit être prise en compte. Afin de minimiser les pertes de terrain, les tracés des lignes à haute tension doivent longer les routes à chaque fois que possible.

3.3.4.3 Sites pollués

Comme pour tout projet de construction concernant des sites pollués, les projets de lignes aériennes ou enterrées doivent respecter les dispositions de l'art. 3 de l'ordonnance sur l'assainissement des sites pollués (ordonnance sur les sites contaminés, OSites; RS 814.680).

La construction de pylônes ou l'enfouissement d'une ligne sur un site pollué n'est possible que si ce site ne doit pas être assaini par la suite, ou lorsque ledit site sera assaini dans le même temps, conformément à OSites. Toutefois, une ligne aérienne passant au-dessus, est le plus souvent autorisée sans qu'il soit nécessaire de prendre des mesures.

Toutes les variantes doivent respecter les prescriptions de OSites. La probabilité qu'une ligne enterrée traverse un site à assainir est très restreinte, raison pour laquelle ce critère n'est pas pris en compte pour comparer les variantes.



3.3.4.4 Espace réservé aux eaux

Aux termes de l'art. 36a de la loi sur la protection des eaux, les cantons sont tenus de déterminer l'espace nécessaire aux eaux superficielles pour garantir leurs fonctions naturelles, la protection contre les crues et leur utilisation. L'obligation de délimiter un espace réservé aux eaux n'est pas liée à une éventuelle obligation de revitaliser ses eaux ou de réaliser des projets de protection contre les crues.

Les cantons doivent délimiter l'espace réservé aux eaux d'ici au 31 décembre 2018. D'ici là, une disposition transitoire s'applique.

Seules de nouvelles installations liées à l'emplacement et servant l'intérêt public peuvent en principe être construites dans l'espace réservé aux eaux. Seule une exploitation minimale est admise.

Il est possible de faire passer des lignes au-dessus d'un espace réservé aux eaux. La construction de pylônes dans un tel espace n'est autorisée qu'à titre exceptionnel. La traversée, d'eaux et d'espaces réservés aux eaux, par une réalisation souterraine, est possible à condition de ne pas avoir d'impact nuisible.

3.4 Exigences d'ordre économique

3.4.1 Exigences posées aux variantes

L'efficacité de deux ou plusieurs variantes ne peut être comparée de manière pertinente que lorsque lesdites variantes sont comparables sur le plan technique, ou lorsqu'elles satisfont aux mêmes exigences sur le plan de l'objectif visé, de la puissance de l'ouvrage, de la disponibilité, etc.. Le calcul de l'utilité des variantes tiendra également compte des différentes caractéristiques techniques.

De manière générale, les variantes présentées doivent remplir diverses conditions.

- Sont à prendre en compte les solutions optimales en termes de rentabilité globale.
- Les cas de charge sur lesquels repose le dimensionnement des variantes doivent être réalistes, la technique utilisée doit être appliquée avec pertinence.
- Chaque variante tiendra compte de l'état actuel de la technique.
- Les mesures (sections, isolation, rayons, etc.) seront effectuées dans le respect des directives actuelles reconnues à l'échelon international.
- Chaque analyse des variantes repose sur les mêmes hypothèses (prévisions de charge, prix de l'énergie, renchérissement, taux d'intérêt, ...).

3.4.2 Mesures d'accompagnement

Les mesures d'accompagnement désignent des démarches ou travaux qui ne concernent pas directement le projet d'extension. Elles sont souvent liées aux oppositions/conditions exigées dans le cadre d'une procédure d'autorisation (p. ex. amélioration de la situation dans une zone de protection de la nature ou d'habitation). Les mesures suivantes peuvent constituer des mesures d'accompagnement (la liste n'est pas exhaustive):

- combinaison de lignes;
- mise en terre de lignes de niveau de réseau inférieur;
- renaturation à des fins de compensation;
- financement de projets à titre d'indemnisation

Les principes relatifs aux coûts de réseau imputables au sens de l'art. 15 al. 1 LApEl s'appliquent aussi bien à la construction de lignes qu'aux mesures d'accompagnement. Lorsque les quatre critères ci-



après sont remplis de manière cumulative, quoiqu'une seule condition (a, b ou c) doive être remplie pour le premier critère, les surcoûts dus aux mesures d'accompagnement prises dans le cadre de projets de lignes sont réputés imputables au sens de l'art. 15 al. 1 LApEI.

1. a) Le projet d'extension ne peut être réalisé sans mesures d'accompagnement.
 - b) Sans mesures d'accompagnement, le projet d'extension n'apporte aucun avantage ou qu'un avantage modeste sur le plan de l'approvisionnement.
 - c) La réalisation rapide (grâce à des mesures d'accompagnement) permet d'améliorer sensiblement l'exploitation sûre, performante et efficace du réseau.
2. Les mesures d'accompagnement sont liées à la construction et à l'exploitation du réseau.
3. Le gain d'utilité présumé est raisonnablement proportionnel au coût total du projet (projet d'extension et mesures d'accompagnement).
4. Dans l'ensemble, le rapport coûts-utilité de la variante de projet prévoyant des mesures d'accompagnement est plus élevé que celui de la variante sans mesures d'accompagnement.

4 Exigences auxquelles doit satisfaire la documentation relative aux variantes de couloir

La documentation relative aux variantes de couloir présente le même degré de détail que la planification requise dans le cadre de la procédure PSE (avant-projet), mais ne s'aligne pas sur les critères standard du dossier de planification.

4.1 Documentation relative au développement territorial

- Preuve de la conformité avec les planifications fédérales (texte et carte [échelle 1:25 000]).
- Preuve de la conformité avec les planifications cantonales et communales (plans directeurs et plans d'affectation) (texte et carte [échelle 1:25 000]).
- Cartes d'inventaire ISOS et IVS (représentées sur des plans d'inventaire existants).
- Enquête au sujet de zones revêtant un intérêt archéologique (texte et carte [échelle 1:25 000]).
- Cartes de situation (mesure 1:25 000) avec indication des espaces de loisir de proximité et des attractions touristiques.
- Carte sur laquelle sont dessinées les lignes (niveaux de réseau 1 et 3 [échelle 1:25 000] et explications sur le dimensionnement des pylônes et la combinaison prévue avec les infrastructures.
- Estimation approximative de la sollicitation des surfaces d'assolement.
- Photos.

4.2 Documentation technique

- Description des exigences techniques minimales (p. ex. puissance thermique limite requise et indisponibilité maximale admise), des prévisions de charge de la ligne de transport, de la puissance thermique limite et de la charge moyenne résultant du dimensionnement.
- Preuve que l'EICoM a jugé la documentation de planification et les données techniques (notam-



ment les exigences techniques minimales concernant la fonction de transport) conformes aux prescriptions de la LApEI.

- Représentation des dangers naturels déterminants sur une carte (échelle 1:25 000).
- Identification globale des dangers potentiels provenant de tiers (texte succinct, illustration sur carte uniquement pour les situations particulières).
- Indications sur les valeurs ou indices nécessaires pour évaluer les critères, notamment:
 - analyse statistique de l'amélioration potentielle de la sécurité «n-1» en pour-cent multiplié par minutes;
 - indications sur l'influence de chaque variante sur la situation régionale en termes de puissance réactive ou de tension, y compris indications sur le dimensionnement d'éventuelles installations de compensation de la puissance réactive;
 - indisponibilité en heures par an, y compris indication des hypothèses sur lesquelles sont calculés les taux de défaillance et la durée des défaillances ou de réparation;
 - pertes de puissance active de la variante de ligne en MWh/a déterminées au moyen d'un calcul du flux de charge tenant compte des éventuelles mesures de compensation nécessaires et des longueurs réalisées;
 - analyse du processus de fabrication, de la distribution et du processus d'installation dans le cadre d'une analyse du cycle de vie (LCA);
 - estimation de la part de matériel recyclable;
 - bilan énergétique et CO₂ sans les déperditions imputables à la transmission d'électricité durant l'exploitation.
 - Représentation claire de la variante préférée, c'est-à-dire, entre autres, le nombre de conducteurs et la section

4.3 Documentation relative au ménageage de l'environnement

4.3.1 Protection contre les immissions

4.3.1.1 Rayonnement non ionisant

Protection contre les menaces graves

- Preuve que les VLI peuvent être respectées dans tous les lieux accessibles (les VLI peuvent être respectées si la distance au sol des fils conducteurs des lignes aériennes est suffisante, ou lorsque les lignes enterrées sont enfouies à une profondeur suffisante).

Prévention (exposition à long terme)

- Pour toutes les variantes: largeur présumée du périmètre de légitimation au sens du paragraphe 8.5.1 et du périmètre d'examen au sens du paragraphe 8.5.2 de l'Aide à l'exécution de l'ORNI pour les lignes à haute tension, Projet pour essai, juin 2007⁵.
- En outre, pour les variantes nécessitant une dérogation selon l'ORNI:
 - a. les mesures techniques ou d'exploitation visant à réduire la densité de flux magnétique (notamment ordre des phases, disposition des conducteurs, splitting des phases, introduction de blindages, limitations de courant) doivent être indiquées; explication compréhensible et claire que le potentiel de réduction dans le couloir concerné et pour la technologie choisie (câble, ligne aérienne) est épuisé compte tenu de ce qui est faisable sur les plans de la technique et de l'exploitation, et supportable sur le plan économique;

⁵ <http://www.bafu.admin.ch/elektrosmog/01100/01108/04391/index.html?lang=fr>



- b. nombre approximatif de LUS pour lesquels une dérogation serait nécessaire.

4.3.1.2 Bruit

Preuve que les valeurs limites d'exposition déterminantes seront vraisemblablement respectées. Sont réputées valeurs limites d'exposition déterminantes:

- les valeurs de planification (VP) pour les nouvelles lignes;
- les valeurs limites d'immissions (VLI) pour les installations existantes.

Preuve que toutes les mesures visant la limitation préventive des émissions, envisageables sur les plans de la technique et de l'exploitation, et supportables économiquement ont été prises.

4.3.2 **Protection du paysage**

4.3.2.1 Sites marécageux d'une beauté particulière et d'importance nationale

- Représentation, dans les plans existants, des périmètres conformément à l'inventaire fédéral des sites marécageux d'une beauté particulière et d'importance nationale.
- *Pour les lignes enterrées:*
 - a. preuve que le couloir de câblage peut être réalisé sans nuire aux marécages nationaux ni à leurs zones-tampon;
 - b. preuve qu'aucun biotope ne pouvant être reconstitué ni remplacé n'est atteint, qu'aucune forêt⁶ ne doit être défrichée et qu'aucun élément géomorphologique⁷ n'est touché;
 - c. preuve que les chantiers sont accessibles par l'intermédiaire de routes existantes;
 - d. preuve que les chambres de jonction n'ont pas un impact nuisible sur les sites marécageux.

4.3.2.2 IFP

- Représentation, dans les plans existants, des périmètres et des buts visés par la protection selon l'inventaire fédéral des paysages, sites et monuments naturels d'importance nationale.
- Preuve que le projet ne peut être réalisé en dehors de l'objet inscrit à l'IFP.
- Preuve qu'aucun autre tracé ou alternative technique ayant un impact moindre (câblage) n'est réalisable à l'intérieur de l'objet inscrit à l'IFP.
- Mesures de remplacement adéquates.

4.3.2.3 Obligation générale de ménager le paysage (art. 3 LPN)

- Représentation, dans les plans existants, des zones abritant des paysages protégés d'importance cantonale ou locale.
- Evaluation de l'atteinte portée au paysage.

4.3.3 **Forêts et biotopes**

4.3.3.1 Forêts

- Surface et situation approximative de la surface présumée de défrichement et de limitation de la
-

⁶ Les structures boisées constituent en règle générale une caractéristique typique des sites marécageux.

⁷ Conformément à l'art. 4, al. 1, de l'ordonnance sur les sites marécageux, les éléments géomorphologiques sont protégés dans les sites marécageux.



hauteur des arbres.

4.3.3.2 Biotope de marais d'importance nationale

- Représentation, dans les plans existants, des périmètres selon l'inventaire des hauts-marais et des marais de transition, ou à l'inventaire des bas-marais d'importance nationale.
- Preuve que la ligne peut être réalisée sans porter directement ou indirectement atteinte aux marais et à leurs zones-tampon.
- Preuve que les emplacements des pylônes à proximité de marais n'exigent pas d'adaptation du terrain.
- Preuve que le chantier est accessible sans qu'il soit porté atteinte aux marais et à leurs zones-tampon.

4.3.3.3 Zones alluviales d'importance nationale

- Représentation du périmètre sur les plans existants selon l'inventaire.

4.3.3.4 Prairies et pâturages secs (PPS)

- Représentation du périmètre sur les plans existants selon l'inventaire.

4.3.3.5 Réserves d'oiseaux d'eau et de migrateurs d'importance nationale

- Représentation du périmètre sur les plans existants selon l'inventaire.

4.3.3.6 Biotopes visé par l'art. 18b LPN (d'importance régionale et locale)

- Représentation, sur les plans existants, des biotopes d'importance cantonale ou locale au sens de l'art. 18 LPN.

4.3.4 Nappes phréatiques / sols / sites pollués

4.3.4.1 Protection des eaux souterraines

- Représentation de la carte de protection des eaux souterraines sur les plans existants.
- Preuve que la ligne est réalisable à l'intérieur du couloir, sans porter atteinte à une zone S1 ou S2.
- Uniquement en cas de câblage dans un périmètre de protection des eaux souterraines: preuve que toute menace pour l'utilisation d'eau potable peut être exclue (annexe 4, ch. 222, OEaux).

4.3.4.2 Protection du sol

- Indications sur la surface et le type d'utilisation des sols concernés.

4.3.4.3 Sites pollués

- Extrait du cadastre des sites pollués.
- Preuve que la ligne est réalisable à l'intérieur du couloir, sans que l'assainissement d'un site pollué nécessitant un assainissement soit sensiblement compliqué.



4.3.4.4 espace réservé aux eaux

- Preuve que l'espace réservé aux eaux défini par le canton ou défini dans la disposition transitoire peut être respecté.



4.4 Documentation relative à la rentabilité

Les bases servant au dimensionnement doivent en principe être documentées et présentées pour toutes les variantes (comme p. ex. section de conducteurs/câbles, charge maximale, charge permanente, degré de charge, température du conducteur/câble, etc.). Dans la rubrique des coûts d'exploitation, il convient de définir et de présenter les types d'exploitation (ligne principale/auxiliaire/d'urgence, etc.), la durée d'utilisation, la sollicitation durant l'utilisation, etc..

Le «Tableau des coûts des lignes de transport» contient les champs d'entrée ci-dessous pour chaque variante. Dans ce contexte, il est à noter qu'une liste détaillée des coûts déterminants pour l'imputabilité doit impérativement être remise avec la documentation du projet. Celle-ci comporte une limite inférieure et une limite supérieure pour chaque catégorie de coûts. Les valeurs utilisées (p. ex. tarifs horaires, coût de l'énergie, etc.) doivent être saisies de manière transparente, claire et uniforme; en outre, elles tiendront compte (ou non) du renchérissement de manière conséquente.

Champ d'entrée	Explications
Projet	
Nom du projet	
N° PSE	
Numéro du projet	
Variante de couloir	
Données de référence techniques	
Longueur de la ligne [km]	
Puissance de ligne [MW]	Puissance disponible de la ligne à long terme. Selon le type de ligne et d'exploitation, elle peut être limitée par différents paramètres (p. ex. puissance thermique limite, différence de tension, etc.).
Nombre de terre	Les éventuelles lignes de réserve et de remplacement ne sont pas prises en compte.
Tension [kV]	
Investissements (projet d'extension)⁸	
Etude du projet/Direction du projet	Coûts engendrés par l'étude et la direction du projet.
Travaux de construction de la ligne	Coûts des travaux liés à la construction de ligne, p. ex. travaux d'installation, essai et mise en exploitation, etc.
Matériel de construction	Coûts du matériel utilisé pour la construction de ligne, p. ex. pylônes, fils conducteurs, câbles, mise à terre, joints, surveillance, etc..
Autres équipements	Coût des autres équipements nécessaires, p. ex. poste de couplage, installation de compensation, station de raccordement, etc..
Coût des travaux	Coûts de construction, p. ex. défrichage, pistes, déblai, bétonnage, mine, etc..

⁸ Une liste détaillée des limites inférieure et supérieure des coûts d'investissement pour chaque catégorie de coûts doit impérativement être remise avec la documentation du projet.



Champ d'entrée	Explications
Acquisition de droits	Coûts d'acquisition de droits.
Autres	Possibilité de déclarer d'autres coûts.
Investissements pour les mesures d'accompagnement	
Etude du projet/Direction du projet	Coûts engendrés par l'étude et la direction du projet.
Travaux de construction de la ligne	Coûts des travaux liés à la construction de ligne, p. ex. travaux d'installation, essai et mise en exploitation, etc..
Matériel de construction	Coûts du matériel utilisé pour la construction de ligne, p. ex. pylônes, fils conducteurs, câbles, mise à terre, joints, surveillance, etc.
Autres équipements	Coûts des autres équipements nécessaires, p. ex. poste de couplage, installation de compensation, station de raccordement, etc..
Coût des travaux	Coûts de construction, p. ex. défrichage, pistes, déblai, bétonnage, mine, etc..
Acquisition de droits	Coûts d'acquisition de droits.
Mesures de remplacement au sens de LPN	Coûts résultant des mesures de remplacement définies par la loi fédérale du 1 ^{er} juillet 1966 sur la protection de la nature et du paysage (LPN).
Autres	Possibilité de déclarer d'autres coûts.
Coûts d'exploitation⁹	
Coûts de maintenance	Coûts de la maintenance, p. ex. inspection, entretien, révision, réparation, déboisement, etc..
Pertes de puissance réactive	Coûts résultant des pertes de puissance réactive.
Pertes de puissance active	Coûts résultant des pertes de puissance active.
Autres	Possibilité de déclarer d'autres coûts.

Les données indiquées dans le tableau des coûts permettent de déterminer les investissements et les coûts d'exploitation effectifs et normés, grâce auxquels il sera possible de procéder à une comparaison objective des coûts de projet de chaque variante.

Le tableau «Analyse coûts-utilité» comporte les champs d'entrée ci-dessous; dans les champs destinés à évaluer l'utilité, indiquer une valeur minimale et une valeur maximale.

Champ d'entrée	Explications
Données de référence	
Taux d'intérêt pour l'actualisation [%]	Le taux d'intérêt choisi doit être le même pour le calcul de toutes les variantes; il inclut le taux réel, l'inflation et un supplément-risque. Une justification suffisante doit impérativement être remise avec la documentation du projet.
Période de calcul (max. 80 ans) [années]	La période de calcul englobe au moins la durée d'utilisation présumée de l'installation.

⁹ Une liste détaillée des coûts d'exploitation, notamment des bases de calcul des pertes (prévisions de charge, prix de l'énergie, renchérissement, etc.), doit impérativement être remise avec la documentation du projet.



Champ d'entrée	Explications
Début des travaux [année]	Date prévue pour le début des travaux du projet.
Durée des travaux [années]	Durée prévue pour les travaux du projet.
Première année d'utilité [année]	Correspond normalement à l'année de mise en service (début des travaux + durée des travaux), les écarts doivent être justifiés.
Année d'actualisation [année]	Année de référence pour le calcul de l'utilité actualisée (en règle générale année de la soumission du projet).
Utilité	
Recettes ou économies de coûts / an [CHF/a]	<p>L'utilité équivaut à la somme des différentes utilités quantifiables pour les producteurs, les consommateurs finaux, les concessionnaires et les gestionnaires de réseau de transport (TSO). Utilités possibles (liste non exhaustive):</p> <ul style="list-style-type: none">- augmentation NTC (= Puissance de transfert nette) x écart duprix du marché;- produit supplémentaire résultant de l'augmentation de la capacité de pointe;- incidences sur la liquidité du marché de l'énergie de réglage;- réduction des coûts de <i>redispatching</i>;- diminution des avertissements en cas de difficultés d'approvisionnement (limitation des centrales);- épargne de coûts «<i>Energy not supplied</i>»;- recettes encaissées par le biais de la rémunération pour l'utilisation du réseau;- ... <p>Une description détaillée incluant les bases de calcul de l'utilité présumée du projet doit impérativement être remise avec la documentation du projet. Les calculs peuvent en principe également être effectués avec une utilité = 0.</p>
Investissements portant sur des travaux de remplacement durant la période d'utilisation prévue	
Année planifiée	Une description détaillée incluant les bases de calcul des investissements portant sur des travaux de remplacement doit impérativement être remise avec la documentation du projet.
Estimation des investissements [CHF]	

Les variantes sont comparées sur la base d'un calcul de rentabilité selon la méthode du «*Discounted Cash Flow*» (méthode de la valeur actualisée), qui tient compte des coûts d'investissement et d'exploitation, ainsi que de l'utilité. La comparaison des variantes part du principe que les travaux des différents projets commencent en même temps. Lorsque le recours à certaines mesures fait avancer les choses plus rapidement, le calcul «*Accélération de la procédure*» permet de le démontrer dans l'esprit d'une analyse de sensibilité. Si la dépendance par rapport à d'autres projets d'extension varie d'un projet à l'autre, elle peut être démontrée à l'aide du calcul «*Dépendance avec d'autres projets d'extension*».

La méthode appliquée pour déterminer le produit met en relation la limite inférieure des coûts et l'utilité maximale (produit maximal), ainsi que la limite supérieure des coûts et l'utilité minimale (produit mini-



mal).

Dans le tableau «Calcul coûts-utilité», les valeurs actualisées sont indiquées pour chaque année de manière détaillée.

Le tableau «Résultats» dresse un aperçu des valeurs établies. Il fait état des investissements et des coûts d'exploitation effectifs (en CHF et CHF/a) et normés (en CHF/km, CHF/km/a, CHF/MWkm/a). Par ailleurs, les produits actualisés pour l'année d'actualisation concernée sont indiqués dans le tableau «Analyse coûts-utilité».

5 Explications sur l'évaluation des critères

5.1 Volet «Développement territorial»

Les modalités d'attribution des points d'utilité sont décrites dans le tableau détaillé du modèle d'évaluation.

5.1.1 Ménagement des ressources (surtout des sols)

5.1.1.1 Combinaison de lignes électriques

Ce critère vise à évaluer si et dans quelle mesure un projet a recours aux possibilités de combinaison avec d'autres lignes électriques à différents niveaux de tension. Ce critère s'applique aussi bien aux lignes enterrées qu'aux lignes aériennes. Il n'entend pas évaluer les aspects liés au paysage (autrement dit uniquement les lignes aériennes).

En l'absence de potentiel de combinaison, ce critère obtient 0 point.

5.1.1.2 Combinaison avec d'autres infrastructures linéaires

Ce critère vise à évaluer si et dans quelle mesure un projet a recours aux possibilités de combinaison avec d'autres infrastructures linéaires telles que routes et voies de chemin de fer. Ce critère s'applique aussi bien aux lignes enterrées qu'aux lignes aériennes. Il n'entend pas évaluer les aspects liés au paysage (autrement dit uniquement les lignes aériennes).

En l'absence de potentiel de combinaison, ce critère obtient 0 point.

5.1.1.3 Sollicitation du terrain et atteintes correspondantes

Ce critère évalue l'utilisation de terres cultivées, notamment de SDA, ainsi que leur potentiel d'exploitation après la construction du projet.

Pour ces trois critères, le démontage ou le regroupement de lignes peut être évalué favorablement.

5.1.2 Protection des zones d'habitation

5.1.2.1 Incidences sur la zone d'habitation / zone à bâtir existante

Le projet doit en principe respecter les dispositions légales; il peut néanmoins prévoir des restrictions de l'utilisation des zones d'habitation/zones à construire existantes (p. ex. dérogations pour immeubles/zones constructibles existantes); l'exposition au RNI dans l'espace public peut par ailleurs être importante (p. ex. câble posé sous une route/chemin/place [cf. chapitre 3.3.1 Protection contre les



immissions]). Les pertes de valeur d'immeubles et de terrain constructible ne sont **pas** prises en compte.

5.1.2.2 Incidences sur la qualité de vie des habitants

Ce critère permet une évaluation qualitative de l'importance de l'impact d'un projet sur la qualité de l'habitat, et notamment sur la vue dont disposent les habitants. Il tient également compte du nombre de personnes concernées.

5.1.2.3 Conflits avec des espaces de loisir de proximité

Lorsqu'un espace de détente de proximité très fréquenté par la population locale est touché par une nouvelle ligne. Cet impact est évalué en fonction de la nature de l'atteinte. Ce critère n'a pas de rapport avec l'atteinte d'autres intérêts protégés (IFP, etc.).

5.1.2.4 Conflits avec la protection de sites construits / la conservation des monuments historiques

Lorsqu'un site protégé est touché par une nouvelle ligne, cet impact est évalué en fonction de la nature de l'atteinte.

5.1.2.5 Conflits avec des sites archéologiques d'intérêt ou des objets IVS

Cf. sites protégés

5.1.2.6 Incidence sur l'attrait touristique

Lorsqu'une variante a une incidence sur l'attrait touristique, ce critère permet d'évaluer l'importance d'une attraction pour une région et l'intensité de l'impact sur l'attrait touristique. Dans ce contexte, le critère prend en compte les visiteurs venant de l'extérieur.

En règle générale, un démontage ou un regroupement de lignes entraînant une amélioration de la situation est évalué favorablement pour ces six critères.

5.1.3 Prise en considération des buts de planification du développement territorial

5.1.3.1 Conformité avec des planifications suprarégionales

L'évaluation tient compte des plans directeurs cantonaux et/ou régionaux et éventuellement aussi d'autres planifications cantonales en vigueur, en examen préliminaire ou en examen.

5.1.3.2 Conformité avec les planifications fédérales

L'évaluation tient compte des projets inscrits aux plans sectoriels (PST, PSIA, PSM, Dépôts en couches géologiques profondes), des autres concepts de la Confédération (p. ex. CPS) et du Projet de territoire Suisse.

5.1.3.3 Conformité avec des plans d'affectation / concepts de développement communaux

L'évaluation tient compte des plans d'affectation et des concepts de développement communaux. Contrairement aux «Incidences sur la zone d'habitation ou la zone à bâtir existante», ce critère porte sur les futures possibilités de développement (zone à bâtir non équipée / potentiel de développement des zones d'habitation / espace de loisir de proximité).

Règle applicable aux trois critères: lorsqu'un démontage de ligne contribue au développement territorial souhaité, il est évalué favorablement.



5.2 Volet «Aspects techniques»

5.2.1 Exploitation du réseau

5.2.1.1 Augmentation de la sécurité «N-1»

La puissance thermique limite de la ligne peut différer d'une variante à l'autre; son influence sur la sécurité «N-1» de l'ensemble du réseau peut donc varier elle aussi. Comme il est pratiquement impossible de traduire en termes monétaires dans quelle mesure une ligne contribue à garantir la sécurité «N-1», ce critère évalue l'utilité de chaque variante par rapport à la sécurité «N-1» sous forme de points attribués. L'évaluation repose sur une analyse statistique de l'amélioration potentielle de la sécurité «N-1» (en % multiplié par minutes) permise par le projet de ligne. Les initiateurs du projet sont tenus de mettre à disposition les résultats de cette analyse statistique.

5.2.1.2 Compensation locale de la puissance réactive

Ce critère saisit l'impact de la ligne sur le maintien de la tension, qui dépend fortement du bilan de puissance réactive. Ce faisant, il considère également l'influence d'installations devenant éventuellement nécessaires pour compenser la puissance de charge au plan local. En revanche, ce critère ne tient compte ni des investissements requis pour la construction d'éventuelles installations de compensation, ni des coûts engendrés par les pertes de puissance réactive. Lorsque la puissance réactive de la ligne accroît le problème de tension au plan régional et qu'elle n'est pas compensée par une installation correspondante, le critère est évalué à -1. La note 0 est attribuée lorsque la puissance réactive de la ligne n'est pas ou que partiellement compensée. La note +1 ou +2 n'est envisageable que si la puissance réactive de la ligne a une incidence favorable sur le maintien de la tension au plan régional, ou lorsqu'elle peut être compensée à 100% ou plus par une installation de compensation. Les initiateurs du projet doivent - sur la base des résultats de simulations réalisées dans ce domaine - indiquer quelle serait l'influence de chaque variante sur la puissance réactive et la tension au plan régional.

5.2.1.3 Influence sur la dynamique du réseau

Ce critère saisit l'impact de la ligne sur la dynamique du réseau, ou sur la stabilité dynamique. Cette influence peut dépendre de plusieurs aspects spécifiques et doit toujours être examinée au cas par cas. L'impédance de réseau liée à la fréquence peut servir d'indicateur pour signaler une aggravation possible du risque d'ondes harmoniques ou de résonance. La gravité des effets des phénomènes de résonance peut varier en fonction de la gamme de fréquence sur laquelle ils interviennent. Cette dernière joue donc un rôle décisif. L'augmentation de l'impédance de réseau sur une gamme de fréquence donnée signale un comportement de résonance de la ligne. En principe, les résonances sur des fréquences proches de la fréquence du réseau (50 Hz) doivent être évitées à tout prix. Par conséquent, l'accroissement de l'impédance de réseau sur de basses fréquences (inférieures à 500 Hz) est évalué à -2, cette situation étant jugée très critique. L'augmentation de l'impédance de réseau sur des fréquences moyennes (500 à 1000 Hz) est évaluée à -1. En revanche, la note 0 est attribuée lorsque l'impédance de réseau n'augmente que sur une gamme de fréquence supérieure à 1000 Hz, étant donné que les conditions initiales favorables sont maintenues. Pour appliquer le modèle d'évaluation, les initiateurs du projet doivent préciser pour chaque variante sur quelle gamme de fréquence l'impédance de réseau augmente.

5.2.2 Fiabilité / sécurité

5.2.2.1 Indisponibilité

L'indisponibilité d'une ligne est d'ordinaire indiquée en heures par année. Elle est composée du taux de défaillance et de la durée de la défaillance, ou de la durée de la réparation. Le taux de défaillance



indique à quelle fréquence la ligne de transport n'est pas disponible pendant une unité de temps (en moyenne). L'unité physique du taux de défaillance indique le nombre de défaillances par unité de temps (1/temps). La durée des défaillances ou de réparation indique pour combien de temps en moyenne une ligne de transport reste hors service en cas d'arrêt. Dans le modèle d'évaluation, elle désigne la durée des défaillances résultant d'arrêts prévus, prévus à court terme ou imprévus; autrement dit, les arrêts résultant de travaux d'entretien sont également inclus dans le critère «Indisponibilité».

Le saut d'impédance intervenant à la jonction entre câble et ligne aérienne provoque une influence sur les tronçons de câble, ce qui peut empêcher un ré-enclenchement automatique de lignes aériennes à proximité de la jonction de lignes. L'impact éventuel de la restriction des possibilités de ré-enclenchement automatique doit être pris en compte dans le critère de l'indisponibilité. En vue de l'évaluation, les initiateurs du projet indiqueront d'une part la disponibilité minimale de la ligne de transport à réaliser, et d'autre part estimeront l'indisponibilité présumée pour chaque variante. Cette estimation se fondera autant que possible sur des valeurs empiriques documentées (p. ex. statistiques du CIGRE¹⁰ en matière de défaillances).

5.2.2.2 Exposition aux dangers naturels et liés aux intempéries

Ce critère décrit l'exposition de la ligne aux dangers naturels et liés aux intempéries tels que foudre, glissements de terrain ou avalanches. Il est appliqué sur la base des cartes des dangers présentées au chapitre 4.1.

5.2.2.3 Exposition aux dangers émanant de tiers

Ce critère décrit l'exposition de la ligne aux dangers émanant de tiers, p. ex. en cas de travaux. Il est appliqué entre autres sur la base de la documentation présentée au chapitre 4.1.

5.2.3 **Cycle de vie**

5.2.3.1 Pertes d'énergie

Ce critère vise à évaluer les pertes d'énergie sous l'angle de la durabilité ou de l'efficacité énergétique et non du point de vue des coûts. Les pertes d'énergie des variantes sont diverses: pertes d'énergie active en fonction de la charge, pertes indépendantes de la charge (isolation, effets de couronne, courants de fuite), autres pertes supplémentaires (pertes de compensation dans la bobine d'inductance, blindage, refroidissement, etc.). Pour déterminer les pertes, il faut commencer par supposer un état de charge de la ligne. Cela entraîne des incertitudes. Voilà pourquoi l'hypothèse définie pour l'état de charge doit impérativement être identique à celle du volet «Rentabilité» (exigences d'ordre économique) (cf. chapitre 3.4) pour garantir la cohérence des différents volets du modèle d'évaluation. Pour estimer les pertes liées à la charge, il faut examiner l'état du réseau ainsi que la répartition de la charge et de la production de manière globale. Seront examinées non seulement les pertes du tronçon en question, mais aussi les incidences sur les pertes dans le réseau environnant. Ce faisant, les pertes dans les transformateurs seront négligées autant que possible. Lorsque la ligne modifie sensiblement le flux de puissance dans le réseau, entraînant par là une charge supplémentaire sur certaines autres lignes du réseau, les pertes supplémentaires qui en résultent doivent également être prises en considération. Parmi elles figurent notamment les pertes générées par d'éventuelles mesures de compensation techniquement nécessaires. La valeur faisant office de référence pour mesurer les pertes d'énergie active des variantes est définie par les pertes moyennes d'énergie réactive par kilomètre, par an et par ligne dans le réseau de transport, multipliées par la longueur moyenne de toutes les variantes de couloir qui sont soumises à évaluation. La perte d'énergie active moyenne des lignes

¹⁰ Conseil international des grands réseaux électriques: <http://fr.cigre.org/>



de transport est estimée à quelque 130 MWh/(km*an)¹¹. La variante se voit donc attribuer une note négative lorsqu'elle fait état d'une valeur supérieure ou une note favorable lorsqu'elle fait état d'une valeur inférieure.

5.2.3.2 Bilan écologique

Ce critère décrit l'établissement et l'analyse d'un bilan écologique pour la variante de ligne de transport concernée. Les domaines qu'il s'agit d'analyser regroupent la construction, la distribution, l'installation et le recyclage. Le bilan écologique de la variante comprend donc notamment le bilan énergétique et de CO₂ relatif au cycle de vie qui inclut la production, la construction, la maintenance, une éventuelle rénovation et le démontage de la ligne. Dans ce contexte, il faut préciser que les pertes de transport lors de l'exploitation, ainsi que les éventuelles émissions de CO₂ qui y sont indirectement liées, ne sont pas prises en compte à ce stade. Le bilan écologique doit également faire état de la part de matériel qui peut être recyclé après l'utilisation. L'examen est réalisé sur le plan de la durabilité ou des cycles de vie des matériaux fermés, et non du point de vue de la valeur monétaire du matériel susceptible d'être recyclé. Les données sur lesquelles repose l'évaluation de ce critère peuvent être élaborées conformément à la norme ISO 14040, à une analyse sectorielle ou à une analyse selon la méthode Eco-indicator-99.

5.3 Volet «Environnement»

5.3.1 Protection contre les immissions

5.3.1.1 Rayonnement non ionisant

VLIInst: valeur limite de l'installation pour la densité de flux magnétique = 1 μ T (valeur effective).

Périmètre de légitimation RNI: zone située de part et d'autre d'une ligne; à l'intérieur de ce périmètre, la PAP accorde aux personnes ou parties concernées le droit de s'opposer à un RNI. L'étendue de cette zone est définie conformément au paragraphe 8.5.1 de l'Aide à l'exécution de l'ORNI pour les lignes à haute tension (Projet pour l'essai de juin 2007).

Périmètre d'examen RNI: zone située de part et d'autre d'une ligne, à l'intérieur de laquelle, dans le mode d'exploitation déterminant, la VLIInst peut être atteinte ou dépassée à n'importe quelle hauteur au-dessus ou en-dessous du sol.

LUS: lieux à utilisation sensible (locaux situés à l'intérieur d'un bâtiment dans lesquels des personnes séjournent régulièrement durant une période prolongée, places de jeux publiques ou privées, places de jeux définies dans un plan d'aménagement, parties de terrains non bâtis sur lesquelles des activités au sens des let. a et b sont permises).

Légère amélioration suite au démontage: le démontage améliore la situation pour certains LUS dans la moitié intérieure du périmètre d'examen et/ou de nombreux LUS dans la moitié extérieure dudit périmètre.

Nette amélioration suite au démontage: le démontage améliore la situation de nombreux LUS à l'intérieur de la moitié intérieure du périmètre d'examen.

¹¹ Elles résultent des pertes indiquées par Swissgrid pour le niveau de réseau 1 pour les années 2009 à 2012.



5.3.1.2 Bruit

Les valeurs limites d'exposition au bruit définies dans l'ordonnance sur la protection contre le bruit (OPB). Elles sont structurées par degrés de sensibilité (DS), qui sont au nombre de quatre et qui sont étroitement liés aux zones d'affectation de la loi sur l'aménagement du territoire (LAT). La notion de valeurs limites d'exposition regroupe les valeurs de planification (VP), les valeurs limites d'immissions (VLI) et les valeurs d'alarme (VA). Les valeurs limites d'exposition applicables aux lignes à haute tension sont définies dans l'annexe 6 OPB.

LSB: les valeurs limites d'exposition doivent être respectées dans les lieux sensibles au bruit.

DS II à IV: dans les immeubles, les immissions de bruit sont mesurées au milieu de la fenêtre ouverte des locaux à usage sensible au bruit (séjour, chambre à coucher, locaux administratifs, etc.). Dans les zones à bâtir non encore construites, les immissions de bruit seront déterminées là où, conformément au droit sur l'aménagement du territoire et des constructions, pourront être érigés des bâtiments comprenant des locaux à usage sensible au bruit.

DS I: Sur le secteur non construit de zones qui requièrent une protection accrue contre le bruit, les immissions de bruit seront déterminées à 1,5 m du sol.

La VP est inférieure à la VLI et est de nature préventive. Elle s'applique aux nouvelles installations. La VLI sert à déterminer les immissions de bruit nuisibles ou incommodantes. Au-delà des VLI, le bien-être de la population est sensiblement détérioré. Les VA sont supérieures aux VLI et servent à évaluer l'urgence des assainissements.

Le principe de précaution s'applique aux installations nouvelles comme aux installations existantes. Dans le cadre de la précaution, indépendamment des atteintes déjà portées à l'environnement, les immissions doivent être limitées dans la mesure où cela est réalisable sur le plan de la technique et de l'exploitation, et économiquement supportable.

Légère diminution des immissions de bruit: diminution de 1 à 5 dB.

Diminution sensible des immissions de bruit: diminution de 5 dB et plus.

5.3.2 **Protection du paysage**

Dans la grille d'évaluation, les atteintes au paysage sont évaluées en fonction du statut du paysage en matière de protection et de l'intensité de l'atteinte. En guise d'aide aux utilisateurs, les critères descriptifs de la grille sont concrétisés à l'aide de valeurs mesurables dans les paragraphes ci-après. Il faut souligner cependant que ces valeurs ne sont pas universelles, mais qu'elles ont une valeur indicative. L'évaluation des projets doit se faire au cas par cas et nécessite la collaboration d'un spécialiste de la protection de la nature et du paysage.

Une ligne concrète peut avoir un impact négatif sur le paysage; le cas échéant, la note attribuée dépend non seulement de la dimension / du niveau de tension, mais aussi de la sensibilité de la section de paysage concernée et de l'exposition de la ligne (p. ex. sur une crête ou au fond d'une vallée, en lisière de forêt ou dans un champ libre, cf. également les directives «Transport de l'énergie électrique et protection du paysage», DFI 1980¹²). Aussi le même projet doit-il être évalué différemment, selon qu'il

¹² <http://www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/00852/index.html?lang=fr>



se situe dans une zone plus ou moins sensible du paysage. Les mêmes réflexions s'appliquent pour l'évaluation favorable d'un démontage de ligne ou de l'enfouissement d'une ligne existante.

Pour l'évaluation d'un démontage de ligne, il faut savoir que les lignes d'un niveau de tension inférieur (pylônes plus petits) sont en règle générale démantelées ou enfouies. C'est la raison pour laquelle l'impact d'une nouvelle ligne aérienne doit être compensé par le démontage d'un tronçon plus long de lignes d'un niveau de tension inférieur (réseau de distribution régional ou local, ou ligne CFF).

5.3.2.1 Sites marécageux d'une beauté particulière et d'importance nationale

Lignes aériennes

La Constitution fédérale accordant une protection absolue aux sites marécageux, toute construction ou extension de ligne aérienne est exclue. En conséquence, une évaluation à l'aide du modèle n'est pas envisageable.

Lignes enterrées

Les câblages peuvent être autorisés dans certains cas exceptionnels, mais uniquement lorsqu'ils ne portent atteinte ni au paysage, ni à des marécages et à leurs zones-tampon ou à d'autres biotopes au sens de l'art. 18, al. 1^{bis} LPN. Le cas échéant, l'évaluation = 0.

5.3.2.2 IFP

En principe, aucun nouveau tronçon de ligne ni extension de ligne portant gravement atteinte aux objectifs de protection ne peut traverser un IFP. Si, exceptionnellement, on envisage tout de même de faire passer une ligne à travers un IFP, il est impératif de prouver que le projet ne peut pas être réalisé en dehors de l'objet inscrit dans l'IFP ou qu'aucun autre tracé ou alternative technique moins nuisible n'est réalisable à l'intérieur de l'objet IFP. Aux termes de l'art. 6 LPN, on fera appel à la CFNP pour procéder à une appréciation qualifiée des intérêts en présence, lorsque l'intérêt national d'une ligne s'oppose à l'intérêt national de la protection du paysage.

Les lignes câblées ne portent en général pas gravement atteinte aux objectifs de protection.

Lorsqu'une ligne ne nuit que faiblement aux objectifs de protection de l'IFP, par exemple par un tracé adapté qui évite les zones particulièrement sensibles ou par l'enfouissement de la ligne, cette variante se verra attribuer la note -1.

Démontage de lignes existantes

Lorsqu'un démontage diminue l'impact sur l'IFP à petite échelle ou de manière peu déterminante pour le paysage (0,5 à 1 km pour le réseau de transport ou 2,5 à 5 km pour le réseau de distribution/lignes CFF), il est considéré comme une amélioration pour les objectifs de protection de l'IFP et reçoit la note +1. Les améliorations notables apportées par des démontages à large échelle et déterminantes pour le paysage (plus d'1 km pour le réseau de transport ou plus de 5 km pour le réseau de distribution/ligne CFF) sont évaluées à +2.

Mesures de remplacement

Lorsque des sections de ligne peuvent être construites à l'intérieur de l'IFP à condition de respecter les dispositions définies, des mesures de remplacement adéquates au sens de l'art. 6 LPN sont nécessaires. Les valeurs indicatives suivantes peuvent être prises en compte pour déterminer les démontages de lignes ayant valeur de mesures de remplacement:

- amélioration de l'IFP à petite échelle ou peu déterminante pour le paysage; pour le réseau de transport, la longueur de la ligne démantelée est à peu près équivalente à la longueur de la nou-



velle ligne; pour le réseau de distribution ou une ligne CFF, la ligne de transport démontée doit être environ 5 fois plus longue que la nouvelle ligne;

- amélioration de l'IFP à grande échelle et déterminante pour le paysage: pour le réseau de transport, la longueur de la ligne démontée doit représenter à peu près le double de la longueur de la nouvelle ligne; pour le réseau de distribution ou une ligne CFF, la ligne de transport démontée doit être environ 10 fois plus longue que la nouvelle ligne.

Les valeurs indicatives sont applicables pour des mesures de remplacement réalisées dans des régions de l'IFP dont la sensibilité est semblable à celle de la région du projet de nouvelle ligne. Si le démontage a lieu dans une région plus ou moins sensible que celle de la nouvelle ligne, voire en dehors de l'IFP, les valeurs doivent être adaptées en conséquence.

5.3.2.3 Obligation générale de ménager le paysage (art. 3 LPN)

Lignes aériennes

En cas d'impact à grande échelle ou d'atteinte supplémentaire significative à un paysage de valeur (zone de protection du paysage cantonale ou régionale/locale ou paysage de valeur non inscrit dans l'inventaire), il faut prévoir également un moyen de contourner le terrain ou un câblage, à condition que les coûts soient raisonnables et qu'un câblage soit envisageable du point de vue topographique et de l'accès. Sont réputées avoir un impact à grande échelle les lignes de plus de 1 km, qui reçoivent la note -2. Les tronçons d'une longueur située entre 0,5 et 1 km sont considérés comme un impact à petite échelle sur un paysage de valeur ou une atteinte supplémentaire de moindre importance (évaluation = -1).

Démontages de lignes existantes

Amélioration à petite échelle d'un paysage de valeur: 0,5 à 1 km pour le réseau de transport ou 2,5 à 5 km pour le réseau de distribution/ligne CFF = valeur + 1. Amélioration à grande échelle d'un paysage de valeur: plus de 1 km pour le réseau de transport ou plus de 5 km pour le réseau de distribution/ligne CFF = valeur + 2.

5.3.3 Forêts et biotopes

L'emplacement des pylônes et la surface sollicitée durant la phase des travaux sont déterminants. Hypothèse: 250 - 500 m² (sollicitation temporaire incluse) pour 1 pylône du réseau de transport.

5.3.3.1 Forêt

Nouvelles lignes / extension de lignes	Défrichage ou limitation de la hauteur des arbres possible, si le lien nécessaire du projet avec l'endroit choisi est démontré.		
	Défrichage ou forêt protégée touchée à grande échelle	-2	> 2000 m ²
	Zone étendue où la hauteur des arbres est limitée		> 10 000 m ²
	Défrichage à petite échelle	-1	< 2000 m ²
	Petite zone où la hauteur des arbres est limitée		< 10 000 m ²
Démontage de lignes existantes	Suppression de zone défrichées à petite échelle	+1	200 - 2000 m ²
	Suppression de servitudes de hauteur à petite échelle		1000 - 10 000 m ²
	Suppression de zone défrichées à grande échelle	+2	> 2000 m ²
	Suppression de servitudes de hauteur à grande		> 10 000 m ²



	échelle		
--	---------	--	--

5.3.3.2 Biotopes de marais d'importance nationale

Nouvelles lignes / extension de lignes	Possibilité de passer par-dessus, pas de pylônes à l'intérieur du périmètre du marais et des zones-tampon Pas de lignes enterrées		
Démontage de lignes existantes	Amélioration à petite échelle ou peu déterminante sur le plan écologique, revalorisation de biotopes de marais	+1	100-500 m ²
	Amélioration à grande échelle ou déterminante sur le plan écologique, revalorisation de biotopes de marais	+2	> 500 m ²

5.3.3.3 Zones alluviales d'importance nationale

Nouvelles lignes / extension de lignes	Eviter les nouvelles lignes, prévoir des contournements. Par principe, pas de nouveaux pylônes. Par principe, pas de lignes enterrées dans les zones de biotopes soumises à la dynamique.		
	Atteinte à grande échelle ou déterminante sur le plan écologique de zones alluviales	-2	> 500 m ²
	Atteinte à petite échelle ou peu déterminante sur le plan écologique de zones alluviales	-1	< 500 m ²
Démontage de lignes existantes	Amélioration à petite échelle ou peu déterminante sur le plan écologique, revalorisation de zones alluviales	+1	100-500 m ²
	Amélioration à petite échelle ou peu déterminante sur le plan écologique, revalorisation ou réinstauration de zones alluviales	+2	> 500 m ²

5.3.3.4 Prairies et pâturages secs (PPS)

Nouvelles lignes / extension de lignes	Par principe, pas de nouveaux pylônes ni de câblage dans les régions de biotopes.		
	Atteinte à grande échelle de PPS	-2	> 500 m ²
	Atteinte à petite échelle de PPS	-1	< 500 m ²
Démontage de lignes existantes	Amélioration à petite échelle, revalorisation ou réinstauration de PPS	+1	100-500 m ²
	Amélioration à grande échelle, revalorisation ou réinstauration de PPS	+2	> 500 m ²

5.3.3.5 Réserves d'oiseaux d'eau et de migrateurs d'importance nationale

Nouvelles lignes / extension de lignes	Par principe, pas de nouvelles lignes aériennes; prévoir un rayon de contournement suffisamment grand Les câblages ne doivent pas nuire aux valeurs de la nature		
	Ligne aérienne à proximité immédiate d'une réserve	-2	100 - 500 m
	Ligne aérienne voisine d'une réserve (incidence pos-	-1	500 - 1000 m



	sible sur les oiseaux)		
Démontage de lignes existantes	Amélioration à petite échelle	+1	100-500 m ²
	Amélioration à grande échelle	+2	> 500 m ²

5.3.3.6 Biotopes visés par l'art. 18b LPN (d'importance régionale et locale)

Nouvelles lignes / extension de lignes	Possibilité de passer par-dessus, éviter les nouveaux pylônes et les câblages		
	Atteinte à grande échelle de biotopes de valeur	-2	> 500 m ²
	Atteinte à petite échelle de biotopes de valeur	-1	< 500 m ²
Démontage de lignes existantes	Amélioration à petite échelle, revalorisation ou réinstallation de biotopes de valeur	+1	100-500 m ²
	Amélioration à grande échelle, revalorisation ou réinstallation de valeur	+2	> 500 m ²

5.3.4 **Nappes phréatiques / sols / espace réservé aux eaux**

5.3.4.1 Nappes phréatiques

Le plan sectoriel procède uniquement à la délimitation de couloirs de ligne, et non à celle de tracés. Une évaluation des différentes zones de protection des eaux souterraines en cas de lignes aériennes n'est pas donc pas très utile à ce niveau, puisque le respect des prescriptions légales applicables aux zones de protection S1, S2 et S3 ne peut être prouvé qu'après la planification détaillée de l'emplacement des pylônes, ou du bloc de tubes dans la PAP. Le cas échéant, il est possible à ce stade d'évaluer si des dérogations (une ou plusieurs) sont vraisemblables.

Secteur A₁ de protection des eaux

En principe, aucune installation située au-dessous du niveau moyen de la nappe souterraine ne peut être mise en place dans ces zones. Des dérogations peuvent être accordées.

5.3.4.2 Sols

Afin de minimiser les pertes de sol, les tracés de câbles des lignes à haute tension doivent longer directement les routes à chaque fois que possible. Il n'est pas nécessaire de préciser la surface pour ce critère, étant donné qu'aussi bien les lignes aériennes que les lignes enterrées sollicitent le sol.

Grave atteinte portée aux sols

En principe toutes les lignes enterrées.

Pour les lignes aériennes

Surfaces d'assolement concernées (terres cultivées ou prairie artificielle) ou importantes superficies d'autres terres agricoles ou forêts.

Légère atteinte portée aux sols

Petite superficie de sols à croissance naturelle ou superficie étendue de sols déjà touchés ou anthropogènes (sols artificiels déjà recultivés, talus de voie de chemin de fer, sol entre voies de circulation, etc.).



5.3.4.3 Espace réservé aux eaux

Il est possible de passer au-dessus de l'espace réservé aux eaux. Les pylônes ne peuvent être construits dans l'espace réservé aux eaux qu'à titre exceptionnel. Tout câblage dans cet espace est exclu. Les cantons ont jusqu'en 2018 pour délimiter l'espace réservé aux eaux. Durant la période de transition, l'évaluation se fera selon les dispositions définies à l'art. 41a OEaux.

5.4 Volet «Rentabilité»

Contrairement aux autres volets, l'évaluation de la rentabilité n'a pas recours à des points. Les coûts effectifs et normés, ainsi que l'efficacité sont évalués à l'aide du produit actualisé établi sur la base des estimations des coûts et de l'utilité.

5.4.1 Tâches des gestionnaires de réseau

Aux termes de l'art. 8 LApEI, les gestionnaires de réseau sont notamment tenus de pourvoir à un réseau sûr, performant et efficace.

Le critère d'efficacité est évalué au moyen d'une analyse coûts-utilité sur la durée de vie totale du projet d'extension projeté. L'évaluation des coûts tiendra compte de tous les coûts d'investissement et d'exploitation, conformément à la décision du Tribunal fédéral (cf. ATF 137 II 266, consid. 4.3 du 5 avril 2011). *Il n'y a aucune raison de se baser, dans la pesée des intérêts, sur les seuls coûts d'investissement et de négliger ainsi les coûts d'exploitation, et notamment les coûts liés aux pertes d'énergie. D'un point de vue d'exploitation déjà, il semble indiqué de tenir compte, dans la mesure du possible, de tous les coûts intervenant pendant la durée de vie de l'installation.*

5.4.2 Tâches de l'EICom

L'art. 22 LApEI régit les tâches et les activités de surveillance de l'EICom. Dans son arrêt du 28 février 2012 (A-4797/2011 consid. 8.1.4) sur la compétence de l'EICom, le Tribunal administratif fédéral a retenu que *conformément aux termes très clairs de l'art. 22 LApEI, les compétences de surveillance de l'EICom englobent aussi bien le contrôle ultérieur qu'une surveillance préventive. Contrairement à l'avis du recourant, ses compétences de surveillance et de décision ne se limitent donc pas aux domaines qui lui ont été expressément attribués, mais sont générales; l'EICom a donc compétence dans tous les domaines pour lesquels la compétence n'est pas expressément réservée à une autre autorité.*

Conformément à l'art. 22 al. 1 LApEI, l'EICom vérifie le respect de la loi sur l'approvisionnement en électricité et, en vue de remplir cette tâche, elle examine la nécessité et l'efficacité de l'extension de réseau projetée.

Aux termes de l'art. 22 al. 3 LApEI, l'EICom observe et surveille l'évolution des marchés de l'électricité en vue d'assurer un approvisionnement sûr et abordable dans toutes les régions du pays.

5.4.3 Imputabilité des coûts

Lorsque les critères sont remplis, les coûts d'un réseau sûr, performant et efficace sont imputables au sens de l'art. 15 al. 1 LApEI.

Dans son arrêt du 29 février 2012, (cf. A-2551/2009, consid. 5.3), le Tribunal administratif fédéral a retenu que: *comme déjà constaté précédemment dans consid. 4.2.4, l'instance précédente [EICom] est chargée, conformément à l'art. 22 LApEI, de veiller à ce que seuls soient facturés aux consommateurs les coûts à titre de services-système (PSS) qui soient imputables et les coûts pour un réseau*



sûr, performant et efficace (art. 15 LApEI). Elle doit par ailleurs vérifier que les gestionnaires de réseau, et donc également le recourant, pourvoient à un réseau sûr, performant et efficace. Comme l'instance précédente explique à juste titre dans sa décision, les services-système doivent donc également être fournis de manière efficace. L'instance précédente rend les décisions nécessaires à l'exécution de la LApEI et de ses dispositions d'exécution (art. 22 al. 1 LApEI).



6 Annexe: Liste des abréviations

- ARE	Office fédéral du développement territorial
- art.	Article
- ATF	Arrêt du Tribunal fédéral
- cf.	Confère
- CFNP	Commission fédérale pour la protection de la nature et du paysage
- ch.	Chiffre
- CIGRE	Conseil international des grands réseaux électriques
- consid.	considération
- CPS	Conception (du) Paysage Suisse
- Cst.	Constitution fédérale de la Confédération suisse du 18 avril 1999 (RS 101)
- dB	décibel
- DFI	Département fédéral de l'intérieur
- DCF	Méthode « <i>Discounted Cash Flow</i> »
- DS	Degré de sensibilité défini dans l'OPB
- ElCom	Commission fédérale de l'électricité
- ESTI	Inspection fédérale des installations à courant fort
- év.	Eventuellement
- GIL	Gas insulated Line (Lignes isolées au gaz)
- IFP	Inventaire fédéral des paysages, sites et monuments naturels d'importance nationale
- ISO	<i>International Standard Organisation</i>
- ISOS	Inventaire fédéral des sites construits d'importance nationale à protéger en Suisse
- IVS	Inventaire fédéral des voies de communication historiques de la Suisse
- LAT	Loi sur l'aménagement du territoire du 22 juin 1979 (RS 700)
- LApEI	Loi fédérale sur l'approvisionnement en électricité du 23 mars 2007 (RS 734.7)
- LCA	<i>Life Cycle Analysis</i> , analyse du cycle de vie
- Ldém	Démontage(s) de ligne
- LFo	Loi fédérale sur les forêts du 4 octobre 1991 (RS 921.0)
- LPN	Loi fédérale sur la protection de la nature et du paysage du 1 juillet 1966 (SR 451)
- LSB	Lieu sensible au bruit défini dans l'OPB
- LUS	Lieu à utilisation sensible
- nL	Nouvelle ligne
- NOK	<i>Nordostschweizerische Kraftwerke AG</i>
- OEaux	Ordonnance fédérale sur la protection des eaux (RS 814.201)
- OFEN	Office fédéral de l'énergie
- OFEV	Office fédéral de l'environnement
- OFT	Office fédéral des transports
- OPB	Ordonnance fédérale sur la protection contre le bruit du 15 décembre 1986 (RS 814.41)
- ORNI	Ordonnance fédérale sur la protection contre le rayonnement non ionisant du 23 décembre 1999 (RS 814.710)
- OROEM	Ordonnance sur les réserves d'oiseaux d'eau et de migrateurs d'importance internationale et nationale du 21 janvier 1991 (RS 922.32)
- OSites	Ordonnance fédérale sur les sites contaminés 26 août 1998 (RS 814.680)



- p. ex.	par exemple
- PAP	Procédure d'approbation des plans
- PPS	Prairies et pâturages secs
- PSE	Plan sectoriel des lignes de transport d'électricité
- PSIA	Plan sectoriel de l'infrastructure aéronautique
- PSM	Plan sectoriel militaire
- PST	Plan sectoriel des transports
- RNI	Rayonnement non ionisant
- RS	Recueil systématique du droit fédéral
- SDA	Surfaces d'assolement
- ss	suivants
- TCCHT	Réseaux de transport d'énergie par courant continu haute tension
- TSO	Transmission System Operator (gestionnaire de réseau de transport d'électricité)
- VA	Valeur d'alarme définit dans OPB
- VLI	Valeur limite d'immissions définit dans l'ORNI
- VLInst	Valeur limite de l'installation définit dans l'ORNI
- VP	Valeur de planification
- WWF	<i>World Wildlife Fund</i>