

Desman des Pyrénées et prises d'eau de centrale hydroélectrique

Analyse critique des prescriptions existantes et proposition d'un double critère de protection proportionné

Auteur	M. Denis Bouzon
Nature du document	Note technique d'aide à l'instruction
Domaine	Réglementation IOTA – Continuité écologique des cours d'eau
Destinataires	Maîtres d'ouvrage – Bureaux d'études – Propriétaires d'ouvrages hydrauliques – exploitant
Licence	CC BY 4.0
DOI	10.5281/zenodo.XXXXXXX
HAL-I	hal-XXXXXXX
URL :	https://www.eau-energie.fr/papers/desman-hydro.pdf
	https://www.eau-energie.fr/publications.html

RÉSUMÉ :

Le Desman des Pyrénées (*Galemys pyrenaicus*), espèce protégée au titre de la directive Habitats 92/43/CEE, constitue un enjeu réglementaire majeur pour les projets hydrauliques en zone pyrénéenne. Le Livret 4 LIFE+ Desman (Lim et al., 2020) préconise un entrefer de grille inférieur à 15 mm pour les prises d'eau, au motif d'un risque de chute dans la chambre de prise d'eau, sans distinction de la typologie d'ouvrage ni de la vitesse d'aspiration.

La présente note démontre que ce risque de chute est physiquement inexistant pour les centrales haute chute équipées d'un bassin de décantation. Elle démontre en outre que l'entrefer de 15 mm, sans maîtrise de la vitesse d'aspiration, entraîne un colmatage accéléré du plan de grille – créant un risque de plaquage mortel pour les juvéniles, dont la capacité natatoire est la plus faible.

La note propose un double critère indissociable : vitesse d'aspiration inférieure à 35 cm/s – seuil établi par précaution à partir de la vitesse préférentielle du Desman adulte (> 70 cm/s, Biffi et al., 2017) – et entrefer garde-fou supérieur ou égal à 20 mm. Une méthode de calcul vérifiable est fournie pour les dossiers d'autorisation Loi sur l'Eau.

Mots-clés : Desman des Pyrénées, desman-life.fr, DREAL, DDT, CEN Aquitaine, PNP, prise d'eau, hydroélectricité, bassin de mise en charge, plan de grille 15 mm, colmatage, entrefer, juvéniles, Loi sur l'Eau, proportionnalité, directive Habitats 92/43/CEE.

1. Introduction

Le Desman des Pyrénées (*Galemys pyrenaicus*) est un petit mammifère semi-aquatique endémique du massif pyrénéen et du quart nord-ouest de la péninsule ibérique. Inscrit aux annexes II et IV de la directive Habitats 92/43/CEE, il bénéficie d'une protection stricte en droit français et constitue, à ce titre, un enjeu réglementaire majeur pour tout projet d'aménagement hydraulique en zone pyrénéenne.

Depuis 2009, deux Plans Nationaux d'Actions (PNA) successifs et le programme européen LIFE+ Desman (2014-2020), coordonné par le Conservatoire d'Espaces Naturels de Midi-Pyrénées (CEN MP), ont produit des outils méthodologiques à destination des services instructeurs et des bureaux d'études, dont quatre livrets techniques de référence (CEN MP, 2017-2020).

Cependant, le Conseil National de Protection de la Nature (CNPN), dans son avis de décembre 2019, a explicitement identifié la nécessité de «fournir des éléments aux aménageurs sur la gestion des habitats, et sur des éléments indispensables au maintien de l'espèce, comme les débits réservés minimums nécessaires au maintien de l'espèce (ce n'est qu'un exemple) ».

Cette recommandation demeure sans réponse opérationnelle dans le contexte spécifique de la petite hydroélectricité haute chute, pour laquelle les outils existants présentent des inexactitudes techniques fondamentales, analysées dans la présente note.

Source :

"Avis CNPN suite à l'évaluation du 1er PNAD (2019) – PDF"

<http://www.desman-life.fr/sites/default/files/COMMISSION%20%20ECB%20%20DU%20%20CNPN%20%20du%20%2019%20%20D%C3%A9cembre%20%202019.pdf>

1.1. Recommandation Life actuelle pour les prises d'eau

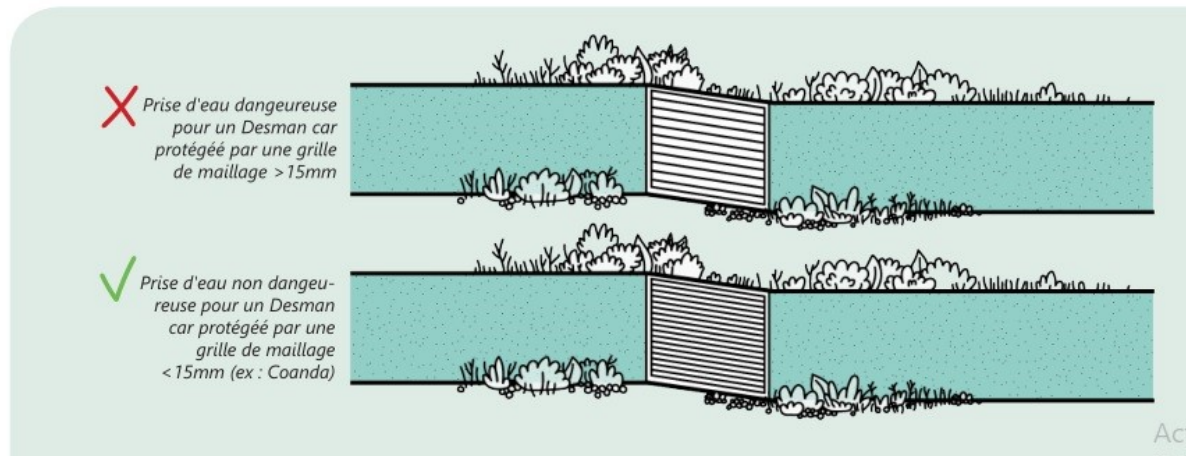
Les prescriptions du Livret 4 LIFE+ Desman (Lim et al., 2020) relatives aux prises d'eau ne distinguent pas les différentes typologies d'ouvrages hydrauliques. Le Livret 4: Guide technique de recommandations, page 39/45, mentionne comme recommandation pour les prises d'eau :

« Les grilles permettent de prévenir la chute du Desman dans la chambre des prises d'eau. Il faudra donc impérativement veiller à protéger les prises d'eau par des grilles étanches au Desman, à savoir des grilles dont l'espacement est inférieur à 15 mm, ainsi qu'il est proposé dans la réglementation évoquée dans l'article 7 de l'arrêté de prescriptions générales relatif à la rubrique 3.1.1.0. 1 Les grilles de type Coanda, dont le maillage est largement inférieur à 15 mm, sont un exemple de modèle préconisé. »

PROTECTION PAR DES GRILLES

Prises d'eau

Les grilles permettent de prévenir la chute du Desman dans la chambre des prises d'eau. Il faudra donc impérativement veiller à protéger les prises d'eau par des grilles étanches au Desman, à savoir des grilles dont l'espacement est inférieur à 15 mm, ainsi qu'il est proposé dans la réglementation évoquée dans l'article 7 de l'arrêté de prescriptions générales relatif à la rubrique 3.1.1.0.¹ Les grilles de type Coanda, dont le maillage est largement inférieur à 15 mm, sont un exemple de modèle préconisé.



Sources :

<https://www.desman-life.fr/sites/default/files/Livret%204%20-%20Guide%2otechnique%20VF%20%28pages%20simples%29.pdf>

Tout d'abord, l'article de l'arrêté qui mentionne la possibilité d'adapter des prescriptions aux prises d'eau avec un entrefer de 20 mm à 15 mm est l'arrêté ministériel du 15 septembre 2015, article 10, et non article 7.

Sources :

<https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000031223404>

Le document Life mentionne un risque de « chute » du Desman dans les chambres d'eau, d'une prise d'eau de centrale hydroélectrique dans les Pyrénées.

Or, cette description d'un risque de chute ne correspond pas à la réalité mécanique et hydraulique d'une prise d'eau de centrale hydroélectrique dans les Pyrénées. À cet effet, nous décrivons ci-après une prise d'eau type et identifions les zones de risque réelles.

2. Description technique d'une prise d'eau de centrale hydroélectrique haute chute

Les prises d'eau de centrales haute chute en milieu pyrénéen se composent invariablement des éléments suivants :

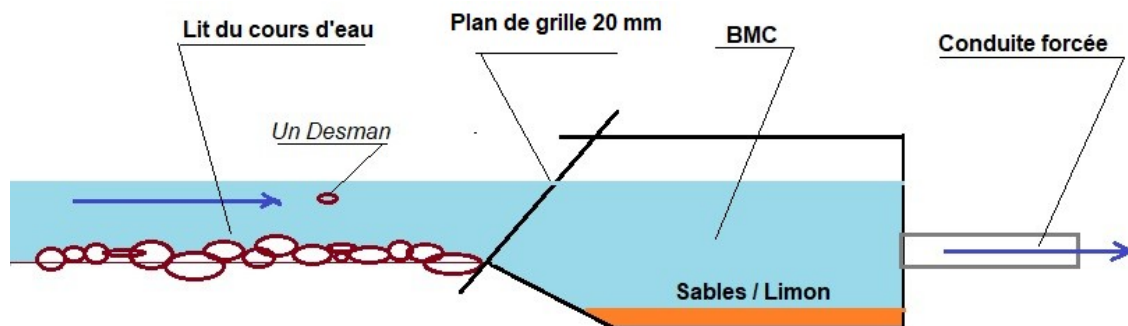
2.1. Architecture générale

Bassin de mise en charge : L'eau captée est amenée dans un bassin plus profond que le cours d'eau pour réduire la vitesse et permettre le dépôt par gravité des matières en suspension (sable, limon, graviers fins), l'objectif premier est la protection de la turbine contre l'abrasion dues aux matières possiblement aspirées dans la conduite forcée.

Plan de grille : L'entrée d'un bassin de mise en charge, est protégé par un plan grille, qui a une fonction triple, tout d'abord interdire l'intrusion des personnes, ensuite empêcher l'entrée de galets, cailloux qui pourraient combler le bassin de mise en charge, en troisième lieu éviter l'intrusion de toute faune dans le bassin de mise en charge, avec un risque d'aspiration mortel dans la conduite forcée.

Vanne de dé-sablage : Les bassins de mise en charge, sont idéalement équipés d'une vanne de fond, de dé-sablage qui vise à tirer les sables et limons vers l'aval après s'être déposé dans le bassin de mise en charge.

Schéma transversal :



Absence de chute hydraulique au plan de grille

Contrairement aux recommandations du Livret 4 LIFE+ Desman (Lim et al., 2020), il n'existe pas de perte de charge au droit du plan de grille, ou tout du moins ceci est négligeable ($\Delta h \approx 0$). Il n'existe pas de différence de niveau constitutive d'une « chute » entre l'amont et l'aval du plan de grille.

Le risque de « chute » décrit par Lim et al. (2020) n'est pas pertinent pour les prise d'eau de centrale hydroélectrique, et physiquement inexistant pour les prises d'eau immergées de centrales haute chute.

3. Analyse critique de la recommandation d'un plan de grille à entrefer de 15 mm

Le Livret 4 LIFE+ Desman (Lim et al., 2020) préconise l'installation d'un plan de grille avec un écartement entre barreaux — appelé entrefer — inférieur à 15 mm. Cette recommandation vise à empêcher le Desman de pénétrer dans la conduite forcée. Elle s'appuie sur un objectif légitime. Cependant, elle ne prend pas en compte deux réalités de terrain essentielles : le comportement naturel du Desman, et la nature des sédiments transportés par les torrents pyrénéens.

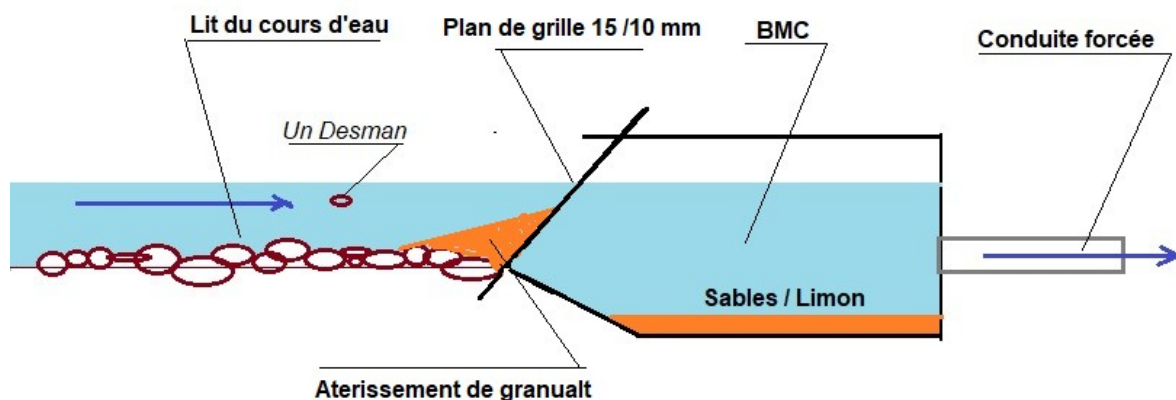
Le Desman des Pyrénées est un animal semi-aquatique qui vit le long des berges et nage à mi-hauteur d'eau pour se nourrir. Sa protection ne repose pas sur l'entrefer de la grille, mais sur la vitesse à laquelle l'eau est aspirée : si cette vitesse est inférieure à sa vitesse de nage, l'animal s'éloigne naturellement de la grille, sans effort ni danger.

3.1. Risque n°1 — Le colmatage inévitable d'une grille à 15 mm en torrent pyrénéen

Pour comprendre pourquoi une grille à entrefer de 15 mm est inadaptée aux centrales haute chute pyrénéennes, il faut comprendre la nature des matériaux transportés par ces torrents. Les cours d'eau de montagne pyrénéens véhiculent en permanence des sédiments de taille variable : sables grossiers, graviers et galets, dont la granulométrie — c'est-à-dire la taille des grains — s'étend de quelques millimètres à plusieurs centimètres. Plus on remonte vers les sources en altitude, plus ces matériaux sont grossiers.

Les prises d'eau des centrales haute chute sont précisément conçues pour laisser transiter ces sédiments naturellement : l'eau passe dans un bassin de décantation où les matières les plus lourdes se déposent, et les sables fins traversent le plan de grille pour être évacués par la vanne de dégravage.

Schéma explicatif



Une grille à entrefer de 15 mm bloque les granulats dont la taille est supérieure à 15 mm — ce qui correspond précisément aux sables grossiers et petits graviers naturellement présents dans ces torrents de montagne. Ces matériaux, au lieu de traverser la grille et d'être évacués normalement, s'accumulent devant et dans la grille. C'est ce que l'on appelle le colmatage.

Lorsque la grille se colmate, la surface disponible pour laisser passer l'eau diminue progressivement. Or, le débit capté reste constant. La conséquence est mécanique et inévitable : la même quantité d'eau doit passer par une surface de plus en plus réduite, ce qui accélère la vitesse d'aspiration dans les zones encore libres.

En termes simples : **plus la grille se colmate, plus l'eau aspire fort dans les zones non bouchées.**

Le colmatage, inévitable en exploitation normale, transforme ainsi progressivement la grille en piège pour le Desman – et en particulier pour ses juvéniles, dont la capacité natatoire est la plus faible.

3.2. Effet contre-productif – Le colmatage transforme la grille en piège

Les granulats retenus par la grille à entrefer mince s'accumulent à son pied et colmatent progressivement la surface filtrante. La surface utile de la grille se réduit, et la vitesse d'aspiration augmente mécaniquement dans les zones restées libres.

Un colmatage de seulement 30 % de la surface – valeur courante en exploitation normale – suffit à faire passer la vitesse d'aspiration de 44 cm/s à 63 cm/s dans l'exemple numérique présenté à la section 4.3. Cette vitesse dépasse la capacité natatoire maximale des juvéniles du Desman, soit le seuil critique de 35 cm/s établi à la section 3.3. Ces individus se retrouvent plaqués contre la grille et ne peuvent plus s'en échapper.

La grille de 15 mm prescrite pour protéger l'espèce devient ainsi un piège mortel – effet exactement inverse à l'objectif de protection recherché.

Mécanisme de colmatage :

1. Un plan de grille à entrefer 15 mm ou moins, fait obstacle aux granulats du cours d'eau de montagne.
2. L'atterrissement de ces granulats qui se fait devant le plan de grilles s'ajoute au colmatage.
3. La réduction de surface mouillée du plan de grille à débit constant, entraîne une accélération de la vitesse d'aspiration au plan de grille, là où la surface est encore libre .
4. Lorsque la vitesse au plan de grille dépasse la capacité natatoire du Desman, qui si il s'approche du plan de grille de 10 mm / 15 mm se retrouve collé sans possibilité de nager à contre courant.

Conclusion : Le plan de grille à 15 mm prescrit pour protéger le Desman se transforme en piège mortel par plaquage – effet exactement inverse à l'objectif.

Pour prévenir tout risque de plaquage, le critère déterminant est la vitesse d'aspiration au plan de grille, qui doit être maintenue en dessous du seuil critique de 35 cm/s établi à la section 3.3.

3.3. Vitesse natatoire du Desman

Le programme LIFE+ Desman (2020) documente que l'espèce sélectionne préférentiellement des zones de courant supérieures à 70 cm/s pour ses activités de chasse (Biffi et al., 2017 ; LIFE+ Desman, 2020). Cette donnée implique que le Desman adulte est capable de se maintenir dans des courants d'au moins 70 cm/s en effort soutenu. Par ailleurs, Lim et al. (2021) documentent des déplacements actifs de plus de 6 km en moins de trois jours sur le Vicdessos (Ariège), confirmant une capacité locomotrice en milieu torrentiel significativement supérieure aux vitesses d'aspiration retenues dans la présente note.

Par application du principe de précaution, et en cohérence avec les bonnes pratiques de dimensionnement des ouvrages de protection piscicole, on peut postuler que les juvéniles sont capables de nager à la moitié de la vitesse d'un adulte, soit à 35 cm/s.

Au-delà de ce seuil, les individus juvéniles du Desman ne peuvent plus s'écarter du plan de grille sans effort.




À cette vitesse, le Desman perçoit le courant mais peut s'en écarter librement sans effort. Il peut circuler normalement le long du cours d'eau, passer devant la prise d'eau et remonter sur la berge sans aucun danger.

Note méthodologique :

En l'absence de données publiées sur la vitesse natatoire du Desman juvénile, et conformément au principe de précaution défini à l'article L.110-1 du Code de l'environnement, nous retenons 35 cm/s comme seuil critique, soit la moitié de la vitesse de courant documentée pour les adultes en chasse (> 70 cm/s, Biffi et al., 2017). Les déplacements actifs documentés par Lim et al. (2021) en milieu torrentiel confirment que ce seuil offre une marge de sécurité largement suffisante.

Tableau comparatif des configurations

Prenons par exemple plusieurs configurations possibles de prise d'eau

Configuration	Vitesse à la grille	Entrefer	Risque Desman	Verdict
Grille fine sans contrôle vitesse	> 75 cm/s	15 mm	Colmatage → plaquage mortel des Desman Juveniles	 DANGEREUX
Grille fine, vitesse intermédiaire	50–75 cm/s	15 mm	Colmatage possible → risque plaquage	 INSUFFISANT
Double critère – recommandation	< 35 cm/s	≥ 20 mm	Peu de colmatage critique. Desman s'écarte sans effort.	 PROTECTEUR

4. Proposition de double critère de protection proportionné

4.1. Critère 1 – Vitesse d'aspiration ≤ 35 cm/s

Vitesse d'aspiration maximale : 35 cm/s

À cette vitesse, la pression exercée par le flux est inférieure à la capacité natatoire du Desman en effort minimal. L'animal s'écarte spontanément du plan de grille et poursuit son déplacement naturel.

Cette vitesse est cohérente avec les objectifs de l'exploitant : 25 à 50 cm/s pour prévenir le colmatage et protéger la turbine.

4.2. Critère 2 – Écartement garde-fou ≥ 20 mm

Écartement garde-fou : ≥ 20 mm / 30 mm

Un entrefer de 20 mm à 30 mm empêche le passage physique du corps de l'animal tout en maintenant une surface filtrante suffisante pour limiter le colmatage critique.

4.3. Méthode de calcul de la vitesse au plan de grille

Formule générale : $V \text{ (m/s)} = Q_{\text{max}} \text{ (m}^3\text{/s)} / S \text{ mouillée (m}^2\text{)}$

Surface mouillée effective : $S \text{ mouillée} = \text{Largeur} \times \text{Longueur immergée} \times R$

Ratio d'entrefer : $R = e / (e + b)$

Avec :

- V : vitesse d'aspiration au plan de grille (m/s)
- Q_{max} : débit maximal capté ($\text{m}^3\text{/s}$)
- Largeur immergée du plan de grille (m)
- Longueur immergée (m)
- e : entrefer — écartement libre entre barreaux (m)
- b : largeur d'un barreau (m)

Remarque : Une fois l'individu contre le plan de grille, la vitesse réelle contre laquelle l'individu devra nager pour s'écarter est la vitesse inter-barreau, et non la vitesse moyenne avant l'être contre le plan de grille. Ceci justifie de calculer la vitesse réelle inter-barreau.

Étude de cas n° 1 – Centrale bien dimensionnée : double critère satisfait

Q_{max} : 2 000 l/s = 2,000 $\text{m}^3\text{/s}$

Largeur du plan de grille : 4,00 m

Longueur mouillée = 3,00 m

Entrefer de 20 mm, épaisseur des barreaux de 5 mm

Surface mouillée brute : $4,00 \text{ m} \times 3,00 \text{ m} = 12,00 \text{ m}^2$

Ratio entrefer : $20 / (20 + 5) = 20 / 25 = 80 \%$

Surface mouillée : $12,00 \times 0,80 = 9,60 \text{ m}^2$

$V \text{ (m/s)} = 2 \text{ m}^3/\text{s} / 9,60 \text{ m}^2 = 0,208 \text{ m/s} = 20,8 \text{ cm/s}$

→ Vitesse < 35 cm/s — Le Desman passe devant la prise d'eau, traverse le cours d'eau, remonte sur la berge et vit autour de cet ouvrage sans aucun danger. ✓

Étude de cas n°2 — Grille 15 mm : conforme LIFE+ 2020, dangereuse en exploitation Ⓣ

$Q_{\text{max}} : 2 \text{ m}^3/\text{s}$

Largeur du plan de grille : 3 m

Longueur mouillée : 2 m

Entrefer $e = 15 \text{ mm}$ | Barreau $b = 5 \text{ mm}$

Surface brute : $3 \text{ m} \times 2 \text{ m} = 6 \text{ m}^2$

Ratio entrefer : $15 / (15 + 5) = 15 / 20 = 75 \%$

Surface mouillée : $6,00 \times 0,75 = 4,50 \text{ m}^2$

$V = 2,000 / 4,50 = 0,44 \text{ m/s} = 44 \text{ cm/s}$

→ Déjà > 35 cm/s à la mise en service Ⓣ

Avec un colmatage 30 % (état courant en exploitation) :

Surface active restante : 70 %

Surface mouillée colmatée : $6,00 \times 0,75 \times 0,70 = 3,15 \text{ m}^2$

$V = 2 \text{ m}^3/\text{s} / 3,15 = 0,63 \text{ m/s} = 63 \text{ cm/s}$

→ Dépasse la capacité natatoire maximale des juvéniles ($\approx 35 \text{ cm/s}$). Piège mortel. Ⓣ

Les individus juvéniles du Desman, dont la capacité natatoire est inférieure à celle des adultes, constituent la population la plus vulnérable. Ce sont précisément eux que la prescription de l'entrefer à 15 mm prétend protéger — et les met en danger mortel.

4.4. Indissociabilité des deux critères

— La vitesse seule, sans garde-fou, ne protège pas contre le passage accidentel de l'animal dans la conduite.

— L'entrefer seul, sans maîtrise de la vitesse, crée un risque de plaquage et de colmatage.

Ces deux critères sont complémentaires et doivent être vérifiés conjointement dans tout dossier d'autorisation.

5. Proposition pour les dossiers et les prescriptions DDT

Ce qu'une DDT peut légitimement prescrire :

- La justification de la vitesse d'aspiration au plan de grille ($V < 35$ cm/s).
- Un écartement entrefer entre 20 mm et 30 mm justifié par les dimensions corporelles du Desman.
- Une adaptation du plan de grille si nécessaire pour arriver à une vitesse inférieure à 35 cm/s.

Ce qu'une DDT ne peut pas prescrire sans justification proportionnée :

- Un entrefer de 15 mm sans vérification de la vitesse d'aspiration correspondante.
- Des grilles Coanda pour des prises d'eau à bassin de mise en charge avec une vitesse inférieure à 35 cm/s.
- Des prescriptions identiques aux petites centrales ($< 4\ 500$ kW), si elles respectent les critères ci-dessus et sans analyse de proportionnalité.

6. Conclusion

Le risque de « chute » décrit par Lim et al. (2020) est physiquement inexistant dans le contexte des prises d'eau de centrales hydroélectriques haute chute équipées d'un bassin de mise en charge ($\Delta h \approx 0$). Le risque réel pour le Desman est le plaquage contre les plans de grille colmatés, dont la prévention repose exclusivement sur la maîtrise de la vitesse au plan de grille.

La prescription d'un entrefer inférieur à 15 mm, sans considération de vitesse au plan de grille, produit un effet de mise en danger mortel, inverse à l'objectif de protection par accélération du colmatage — transformant le plan de grille fine recommandé en piège mortel pour les desmans juvéniles.

Note liminaire sur la valeur seuil proposée de 35 cm/s :

La vitesse de 35 cm/s retenue comme seuil critique au plan de grille constitue une valeur par défaut, établie par application du principe de précaution (article L.110-1 du Code de l'environnement) en l'absence de données publiées sur la capacité natatoire des individus juvéniles du Desman des Pyrénées. Cette valeur, correspondant à la moitié de la vitesse de capacité natatoire documentée pour les adultes en activité de chasse (> 70 cm/s, Biffi et al.,

2017 ; Lim et al., 2021). Cette valeur proposée est ouverte à actualisation dès que des mesures directes de la capacité natatoire des juvéniles seront disponibles dans la littérature scientifique. Les auteurs invitent les organismes de recherche compétents — en particulier le CEN Occitanie et les laboratoires partenaires du PNA Desman — à intégrer cette mesure dans leurs protocoles d'étude.

Double critère proposé – indissociable :

- 1. Vitesse au plan de grille < 35 cm/s** (inférieure de moitié à la vitesse de nage du Desman adulte en effort minimal)
- 2. Écartement entrefer ≥ 20 mm** (fonction de protection passive, sans risque de colmatage critique)

Ce double critère répond aux objectifs du second PNA Desman 2021-2030. La présente note a vocation à servir de référence opérationnelle dans les dossiers d'autorisation au titre de la Loi sur l'Eau, et à contribuer à l'harmonisation des prescriptions DDT en zone pyrénéenne. La valeur seuil de 35 cm/s constitue une valeur par défaut, ouverte à actualisation dès que des données sur la capacité natatoire des desmans juvéniles seront disponibles dans la littérature scientifique.

Références bibliographiques

- *Biffi, M. (2017). Influence des facteurs environnementaux et des interactions biotiques sur la sélection de l'habitat et le régime alimentaire du Desman des Pyrénées, Galemys pyrenaicus.* Thèse de doctorat, Ecolab, Université Paul Sabatier, Toulouse.
- *CNPN (2019). Avis sur le bilan du Plan National d'Actions en faveur du Desman des Pyrénées (Galemys pyrenaicus) 2009-2015.* Commission ECB du CNPN, 19 décembre 2019.
- *Jacob, F. (2020). Hydroélectricité et prise en compte du Desman des Pyrénées.* EDF. Colloque de restitution LIFE+ Desman, décembre 2019, Toulouse.
- *Lim, M., Xéridat, P., Némoz, M. et al. (2020). Livret 4 – Guide technique de recommandations pour la gestion du Desman des Pyrénées et de ses habitats.* CEN Midi-Pyrénées, 86 p.
- *Némoz, M. & Baran, P. (2020). Débit minimum biologique pour le Desman des Pyrénées.* CEN Midi-Pyrénées / ECOGEA. Colloque LIFE+ Desman, décembre 2019.
- *Lim, M., Blanc, F., Michaux, J., Pigneur, L.-M., Gillet, F., Marc, D., Poncet, É. & Némoz, M. (2021). Étude comparative de la densité et du déplacement des Desmans des Pyrénées Galemys pyrenaicus par une méthode non invasive. *Naturae* 2021 (17) : 233-242. <https://doi.org/10.5852/naturae2021a17>*
- *Poncet, E., Némoz, M., Blanc, F. & Lim, M. (2020). Le LIFE+ Desman, et après ?* CEN Midi-Pyrénées, mai 2020.