Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

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

Division Eaux

Conséquences de l'ordonnance sur l'augmentation temporaire de la production d'électricité des centrales hydroélectriques

Résultats de l'enquête menée auprès des cantons sur les conséquences de l'ordonnance et des recommandations formulées par le Conseil fédéral pour augmenter la production d'électricité

Publication de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV)
Berne, 2023

Management Summary

Le 1er octobre 2022, le Conseil fédéral a mis en vigueur l'ordonnance sur l'augmentation temporaire de la production d'électricité des centrales hydroélectriques (RS 531.65). Cette ordonnance oblige des exploitants de centrales hydroélectriques à abaisser les débits résiduels définis dans la concession au débit résiduel minimal visé à l'art. 31, al. 1, de la loi fédérale sur la protection des eaux (LEaux) afin d'augmenter la quantité d'eau disponible pour la production d'électricité. Le Conseil fédéral a estimé que cette mesure permettrait d'accroître la production de 150 GWh au maximum.

La validité de l'ordonnance était limitée à fin avril 2023. Durant l'hiver, le risque de pénurie d'électricité s'est atténué. Le 17 mars 2023, le Conseil fédéral a donc décidé d'abroger l'ordonnance dès la fin du mois de mars 2023.

Le 30 septembre 2022, le Conseil fédéral a par ailleurs invité les cantons à examiner des mesures supplémentaires permettant d'accroître la production d'électricité et, si possible, à les mettre en œuvre, comme augmenter le niveau d'eau de la retenue des centrales au fil de l'eau ou autoriser pour une durée limitée une exploitation optimisée de la centrale qui va au-delà de ce que prévoit la concession (p. ex. augmenter temporairement la quantité d'eau disponible pour la production d'électricité).

Au total, 44 centrales hydroélectriques réparties dans treize cantons ont abaissé les débits résiduels conformément à l'ordonnance. Dans quatre centrales, le débit résiduel n'a été que faiblement abaissé (abaissement inférieur à 5 %). Dans un tiers des centrales, il a été modérément abaissé (abaissement compris entre 5 % et 20 %, quatorze centrales). Dans un autre tiers, il a été abaissé fortement (abaissement supérieur à 20 %, treize centrales), voire très fortement (abaissement supérieur à 40 %, trois centrales). Dans neuf centrales, le débit résiduel est régulé de manière dynamique en fonction du débit en amont, conformément à la concession. Pour celles-ci, l'abaissement du débit résiduel n'est donc pas quantifiable.

Deux cantons ont évalué qualitativement les conséquences de l'abaissement des débits résiduels sur l'écologie des eaux. Un canton a pu montrer que l'abaissement réduisait considérablement les surfaces mouillées dans les milieux aquatiques de faible profondeur, écologiquement sensibles. Dans un autre canton, les débits résiduels étaient nettement inférieurs au minimum requis du point de vue de l'écologie des eaux car, à la même période, les affluents des bassins versants intermédiaires charriaient peu d'eau. Les autres cantons n'ont mis en place aucun monitoring sur les conséquences des mesures car le délai pour le planifier était trop court et les ressources nécessaires n'étaient pas disponibles. En outre, les cantons sont partis du principe que les mesures étaient exceptionnelles et qu'il n'était donc pas utile d'effectuer un suivi des impacts. Des effets négatifs sur l'écologie des eaux peuvent englober des atteintes portées aux éléments énumérés à l'art. 31, al. 2, LEaux. En raison de l'application temporaire de l'ordonnance, le postulat est que les biotopes et les biocénoses rares peuvent être concernés, que la

libre migration des poissons peut être affectée et que des atteintes peuvent être portées aux eaux piscicoles servant de frayère aux poissons ou d'habitat à leur progéniture.

Pour pouvoir estimer les atteintes écologiques potentielles, une analyse des risques a été réalisée à partir de la combinaison de l'état écomorphologique du tronçon à débit résiduel et de l'ampleur de l'abaissement du débit résiduel par centrale. Afin d'obtenir une évaluation à l'échelle nationale, ce risque a été multiplié par la longueur du tronçon à débit résiduel. Il a ainsi été possible de déterminer dans quelles centrales les impacts écologiques de l'abaissement du débit résiduel ont été plutôt faibles ou plutôt forts.

Dans les centrales hydroélectriques où l'abaissement du débit résiduel a été inférieur à 20 % pendant la brève période de six mois, il est probable que les conséquences sur l'écologie des eaux soient plutôt faibles. Les débits résiduels ont été abaissés de 50 à 60 % dans certaines centrales hydroélectriques dont les eaux abritent des populations de poissons d'importance nationale. On peut supposer que ce fort abaissement des débits résiduels a porté atteinte à l'écosystème aquatique et à ses populations piscicoles.

Les liens entre l'abaissement du débit résiduel et les conséquences hydrauliques et écologiques ne sont pas linéaires. La libre migration des poissons peut être perturbée par un abaissement ne serait-ce que faible du débit résiduel. Il ne peut être exclu que la reproduction des poissons ait été limitée par la suite, au printemps 2023. Mais il manque, à ce sujet, des études (de terrain) détaillées. Si les mesures ordonnées sont uniques et exceptionnelles, les populations piscicoles pourront probablement se reconstituer l'année suivante.

L'augmentation de la production d'électricité a été indiquée pour 43 centrales hydroélectriques sur les 44 concernées. Les données reposent en partie sur des estimations et en partie sur la production effective. En six mois, l'abaissement du débit résiduel a permis d'accroître la production d'électricité de 26 GWh au total. Cela correspond à 0,041 % de la production moyenne de la Suisse et à 17,3 % de la production supplémentaire de 150 GWh au maximum qui était attendue du fait de l'application de l'ordonnance. La différence entre ces deux valeurs s'explique par des raisons inhérentes à l'exploitation et au débit.

- Certaines centrales hydroélectriques n'ont pas pu appliquer l'ordonnance car les conditions techniques n'étaient pas réunies (en partie de manière générale, en partie en raison des limitations fonctionnelles actuelles).
- Les centrales transfrontalières n'ont pas pu appliquer l'ordonnance, la plupart des installations n'étant pas concernées (pas de tronçon à débit résiduel ou concession antérieure à 1992) ou la réduction du débit résiduel n'entraînant pas d'augmentation de la production hydroélectrique.
- L'augmentation des débits résiduels en vertu des arts. 31, al. 2, et 33, al. 2, LEaux, correspond dans l'ensemble à une perte de production d'électricité de près de 250 GWh par an. Pour estimer la production supplémentaire pouvant être réalisée du fait de l'application de l'ordonnance, cette quantité d'électricité a été réduite de manière linéaire aux sept mois d'hiver (d'octobre à avril). Mais les débits résiduels imposés aux centrales sont parfois plus

élevés en été qu'en hiver. Au moment de l'estimation, il n'a pas été possible de prendre en compte ces modulations saisonnières des débits résiduels imposés aux centrales. Cela a engendré une surestimation de la production supplémentaire potentielle.
- Dans certaines centrales, le débit résiduel restitué est utilisé pour produire de l'électricité au moyen d'une centrale de dotation. Un abaissement du débit résiduel ne peut alors entraîner une production supplémentaire que dans une moindre mesure.
- L'ordonnance a été appliquée pendant six mois et non pas sept comme prévu.

Les recommandations du Conseil fédéral d'examiner d'autres mesures pour augmenter la production d'électricité ont abouti à cinq mesures supplémentaires permettant d'obtenir une hausse totale de la production de 5,2 GWh.

- Dans la centrale de Bremgarten-Zufikon (AG), le niveau d'eau de la retenue de la Reuss a été augmenté de 7 cm durant les mois d'hiver 2022/2023 afin d'augmenter la hauteur de chute exploitable et la production.
- Dans la centrale de Schaffhouse (SH), l'utilisation temporaire du débit de 3 m^3/s a été autorisée jusqu'au débit d'équipement de 500 m^3/s.
- Le niveau d'eau de la retenue de la centrale de Ruppoldingen (SO) a été fixé en permanence à une hauteur maximale, à la place d'un niveau variant selon la saison et le débit.
- Dans la centrale Forces Motrices Hongrin-Léman (VD), un volume supplémentaire de 200 000 m^3 d'eau a été mis à disposition pour produire de l'énergie.
- Dans la centrale du lac de Zurich (ZH), l'abaissement saisonnier du lac de Zurich a été reporté à mi-février et la régulation du lac de Zurich, adaptée au niveau du barrage de Platzspitz.

Concernant trois des cinq mesures mises en œuvre, les cantons (AG, SH, ZH) n'ont constaté aucune conséquence sur l'écologie des eaux. Un canton (SO) n'a pas relevé les conséquences en raison du bref délai, tandis qu'un autre canton (VD) ne disposait pas encore des résultats du relevé au moment de l'enquête.

Une mesure, à savoir la fixation du niveau de retenue à une hauteur maximale pour le barrage de Ruppoldingen (SO), sur l'Aar, a permis une production d'électricité supplémentaire notable. Certes les conséquences sur l'écologie des eaux n'ont pas été relevées, mais le canton a noté : « En raison du régime de retenue variable, cette hauteur de retenue est régulièrement atteinte, parfois durant plusieurs jours ou semaines. » On peut donc supposer que, là aussi, les impacts écologiques étaient relativement faibles.

L'hiver 2022/2023 a été marqué par la faiblesse des précipitations neigeuses et pluvieuses. Cela a eu un léger effet sur les débits hivernaux, qui sont faibles même dans des conditions moyennes. Ils étaient inférieurs à la normale de saison sur le Plateau, notamment dans les grands cours d'eau comme l'Aar, la Reuss, la Limmat et le haut Rhin, ainsi que dans le sud du Tessin. On peut supposer qu'en raison des conditions hydrologiques, l'impact de l'ordonnance sur la production d'électricité a été plus faible que ce à qu'il aurait pu être attendu d'une année

de débits moyens. Ailleurs, les débits étaient situés dans la fourchette normale. Selon les informations fournies par les cantons, la situation hydrologique au cours de l'hiver 2022/23 était toutefois très différente d'une centrale à l'autre. Les réponses des cantons ne permettent pas d'évaluer de manière définitive dans quelle mesure la situation hydrologique a effectivement influencé la production d'électricité.

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

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

Division Eaux

Impressum

Auteurs
Monika Schaffner
Emilie Person
Lucie Lundsgaard-Hansen
Stephan Müller

(tous de l'Office fédéral de l'environnement, OFEV)

Photo de couverture
Tronçon à débit résiduel en aval de la centrale de Rupperswil-Auenstein (canton d'Argovie)
Tabea Kropf, OFEV

Téléchargement au format PDF
Débits résiduels (admin.ch)

Cette publication est également disponible en allemand et en italien. La langue originale est l'allemand.

Berne, 16.11.2023

Table des matières

Management Summary 2

Impressum 6

1 Introduction 8

2 Situation juridique et recommandations du Conseil fédéral 9

2.1 Ordonnance sur l'augmentation temporaire de la production d'électricité des centrales hydroélectriques 9

2.2 Droit en vigueur et abrogé 9

2.3 Recommandations supplémentaires formulées par le Conseil fédéral à l'intention des cantons pour augmenter la production d'électricité 11

3 Résultats de l'enquête sur les conséquences de l'ordonnance 12

3.1 Vue d'ensemble des données reçues 12

3.2 Base concernant l'abaissement des débits résiduels et l'augmentation de la production d'électricité 15

3.3 Base concernant l'écologie des eaux des tronçons à débit résiduel 17

4 Conséquences de l'ordonnance sur l'écologie des eaux et sur la production d'électricité 20

4.1 Conséquences de l'ordonnance sur l'écologie des eaux 20

4.2 Conséquences de l'ordonnance sur la production d'électricité 25

5 Conséquences des mesures supplémentaires recommandées sur l'écologie des eaux et sur la production d'électricité 26

5.1 Conséquences des mesures supplémentaires mises en œuvre sur l'écologie des eaux 27

5.2 Conséquences des mesures supplémentaires recommandées sur la production d'électricité 27

Liste des sources 29

1 Introduction

En raison d'une réduction des exportations de gaz russe vers l'Europe liée à la guerre en Ukraine, renforcée par la production limitée des centrales nucléaires françaises, le risque de pénurie d'électricité en Suisse pour l'hiver 2022/2023 avait sensiblement augmenté. Pour contrecarrer ce risque et assurer l'approvisionnement de notre pays en électricité, le Conseil fédéral avait pris des mesures limitées dans le temps.

Entre autres, le Conseil fédéral avait augmenté la quantité d'eau utilisable pour produire de l'électricité en mettant en vigueur l'ordonnance sur l'augmentation temporaire de la production d'électricité des centrales hydroélectriques (RS 531.65, ci-après « ordonnance »). Cette ordonnance obligeait des exploitants de centrales hydroélectriques à abaisser les débits résiduels définis dans la concession au débit résiduel minimal visé à l'art. 31, al. 1, de la loi fédérale sur la protection des eaux (LEaux). Selon les estimations, cette mesure pouvait accroître la production de 150 GWh au maximum au cours de l'hiver 2022/2023.

Par ailleurs, le Conseil fédéral avait invité les cantons à examiner des mesures supplémentaires visant à augmenter la production d'électricité et à les mettre en œuvre.

Durant l'hiver 2022/2023, le risque de pénurie d'électricité s'était atténué. Aussi le Conseil fédéral avait-il décidé, le 17 mars 2023, d'abroger l'ordonnance à la fin du mois de mars 2023. Les mesures ont donc été en vigueur pendant six mois, du 1er octobre 2022 au 31 mars 2023.

Du 25 avril au 31 mai 2023, l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) a mené une enquête auprès des cantons afin d'évaluer les conséquences de l'ordonnance et des mesures supplémentaires visant à augmenter la production d'électricité. Le présent rapport fait la synthèse des résultats de cette enquête.

Après le présent chapitre d'introduction, le chapitre 2 expose les bases légales de l'ordonnance. Le chapitre 3 documente les données communiquées par les cantons. Les conséquences de l'ordonnance sur l'écologie des eaux et sur la production d'électricité sont évaluées au chapitre 4. Le chapitre 5 décrit les mesures supplémentaires visant à augmenter la production d'électricité ainsi que leurs conséquences sur l'écologie des eaux et sur la production d'électricité.

2 Situation juridique et recommandations du Conseil fédéral

2.1 Ordonnance sur l'augmentation temporaire de la production d'électricité des centrales hydroélectriques

En vertu de l'**art. 1**, « la présente ordonnance vise à obliger les exploitants de certaines centrales hydroélectriques à augmenter leur production pour parer à une pénurie grave imminente dans l'approvisionnement en électricité ».

Art. 2 Augmentation de la production d'électricité par un abaissement du débit résiduel

1. *Les exploitants de centrales hydroélectriques pour lesquelles le débit résiduel a été augmenté conformément aux art. 31, al. 2, et 33 de la loi fédérale du 24 janvier 1991 sur la protection des eaux (LEaux) sont tenus, pour autant que ce soit techniquement réalisable, d'augmenter leur production d'électricité en respectant le débit résiduel minimal visé à l'art. 31, al. 1, LEaux.*

Art. 5 Entrée en vigueur et durée de validité

1. *La présente ordonnance entre en vigueur le 1er octobre 2022.*
2. *Elle a effet jusqu'au 30 avril 2023.*

Pour la période allant du 1er octobre 2022 au 30 avril 2023, les art. 31, al. 2, et 33, al. 2, LEaux, ont donc été temporairement abrogés.

2.2 Droit en vigueur et abrogé

La LEaux (RS 814.20) exige qu'un certain débit résiduel subsiste dans un cours d'eau lorsque des prélèvements sont opérés pour la production d'électricité. À cet égard, les art. 31 à 33 LEaux prescrivent différentes règles.

L'art. 31, al. 1, LEaux, détermine le débit résiduel en fonction du débit du cours d'eau. Cette disposition légale devant toujours être respectée, elle n'avait pas été abrogée par l'ordonnance.

Art. 31 Débit résiduel minimal

Art. 31, al. 1 : Lorsque des prélèvements sont opérés dans des cours d'eau à débit permanent, le débit résiduel doit atteindre au moins :

Pour un débit Q_{347} inférieur ou égal à 60 l/s	*50 l/s*	
plus, par tranche de 10 l/s	*8 l/s*	
Pour un débit Q_{347} de 160 l/s	*130 l/s*	
plus, par tranche de 10 l/s	*4,4 l/s*	

Pour un débit Q_{347} de 500 l/s	*280 l/s*	
plus, par tranche de 100 l/s	*31 l/s*	
Pour un débit Q_{347} de 2500 l/s	*900 l/s*	
plus, par tranche de 100 l/s	*21,3 l/s*	
Pour un débit Q_{347} de 10 000 l/s	*2500 l/s*	
plus, par tranche de 1000 l/s	*150 l/s*	
Pour un débit Q_{347} égal ou supérieur à 60 000 l/s	*10 000 l/s*	

En vertu de l'art. 31, al. 2, LEaux, le débit résiduel doit être augmenté dans des cas particuliers afin de satisfaire à certaines exigences relatives à la qualité des eaux, aux nappes d'eaux souterraines, à l'approvisionnement en eau potable, à l'agriculture et à l'écologie des eaux. Ces dispositions ont été temporairement abrogées par l'ordonnance.

Art. 31, al. 2

3. Le débit résiduel calculé selon l'al. 1 doit être augmenté lorsque les exigences suivantes ne sont pas satisfaites et qu'elles ne peuvent l'être par d'autres mesures :
   a. la qualité des eaux superficielles est conforme aux prescriptions en dépit du prélèvement et des déversements d'eaux à évacuer ;
   b. l'alimentation des nappes d'eaux souterraines est assurée de manière à ce que les prélèvements nécessaires à l'approvisionnement en eau potable puissent se faire normalement et à ce que la teneur en eau des sols agricoles n'en soit pas sensiblement affectée ;
   c. les biotopes et les biocénoses rares dont l'existence est liée directement ou indirectement à la nature et à la taille du cours d'eau doivent être conservés ; si des raisons impératives rendent cette conservation impossible, ils seront remplacés, dans la mesure du possible, par d'autres de même valeur ;
   d. la profondeur d'eau nécessaire à la libre migration des poissons doit être garantie ;
   e. les eaux piscicoles dont le débit Q_{347} est inférieur ou égal à 40 l/s sont maintenues comme telles lorsqu'elles se trouvent à une altitude de moins de 800 m et qu'elles servent de frayère aux poissons ou d'habitat à leur progéniture.

L'art. 32 LEaux prévoit différentes dérogations, c'est-à-dire les cas où les cantons peuvent autoriser des débits résiduels inférieurs. Ces dérogations ne sont pas concernées par l'ordonnance.

L'art. 33 LEaux exige de peser les intérêts en présence pour savoir si le débit résiduel doit être augmenté au-delà des débits résiduels minimaux fixés à l'art. 31 LEaux. L'art. 33, al. 3, LEaux, avait été abrogé par l'ordonnance.

Art. 33 Augmentation du débit résiduel minimal

Art. 33, al. 3
S'opposent notamment à un prélèvement d'eau :
   a. l'importance du cours d'eau en tant qu'élément du paysage ;
   b. l'importance du cours d'eau en tant que biotope et le maintien de la diversité de la faune et de la flore qui en dépendent ainsi que la conservation du rendement de la pêche et de la reproduction naturelle des poissons ;
   c. le maintien d'un débit qui garantisse à long terme le respect des exigences quant à la qualité des eaux ;
   d. le maintien d'un régime équilibré des eaux souterraines qui permette, à long terme, d'utiliser celles-ci comme eau potable, de continuer à exploiter le sol selon le mode usuel et de préserver une végétation adaptée à la station ;
   e. le maintien de l'irrigation agricole.

2.3 Recommandations supplémentaires formulées par le Conseil fédéral à l'intention des cantons pour augmenter la production d'électricité

Dans une lettre adressée aux cantons le 30 septembre 2022 [1], le Conseil fédéral leur a enjoint d'appliquer l'ordonnance et leur a recommandé d'examiner dans les meilleurs délais les mesures suivantes et si possible de les mettre en œuvre :

- augmenter temporairement le niveau d'eau de la retenue des centrales au fil de l'eau, pour autant qu'il n'en résulte aucun dommage collatéral (création ou aggravation d'un déficit de crue, dommages à des tiers causés par la retenue d'eaux souterraines ou la modification du niveau de celles-ci) ;
- autoriser pour une durée limitée une exploitation optimisée de la centrale qui va au-delà de ce que prévoit la concession (p. ex. augmentation du débit d'équipement).

Ces mesures relèvent de la compétence des cantons.

3 Résultats de l'enquête sur les conséquences de l'ordonnance

L'enquête sur les conséquences de l'application de l'ordonnance et de la mise en œuvre des recommandations supplémentaires formulées par le Conseil fédéral a été élaborée en collaboration avec l'Office fédéral de l'énergie (OFEN), l'Association suisse pour l'aménagement des eaux et le Fonds mondial pour la nature, puis coordonnée avec la Conférence des directeurs cantonaux de l'énergie et la Conférence suisse des directeurs cantonaux des travaux publics, de l'aménagement du territoire et de l'environnement.

Le questionnaire a été envoyé le 25 avril 2023 aux services cantonaux de l'énergie et de la protection des eaux. Les treize cantons concernés ont répondu : AG, BE, BL, FR, GR, NW, SO, SZ, TI, UR, VS, VD, ZH. Les autres cantons n'étaient pas concernés par l'ordonnance ou n'ont pas été en mesure de nous fournir les données.

3.1 Vue d'ensemble des données reçues

Les réponses des cantons portent sur 44 centrales au total et sont compilées dans le tableau 1.

Le degré de précision des réponses varie d'un canton à l'autre. Elles reposent en partie sur des estimations des cantons et en partie sur des données de production effectives. C'est pourquoi les réponses des cantons permettent uniquement d'énoncer des principes fondamentaux.

- Par exemple, les impacts écologiques de l'abaissement des débits résiduels n'ont pas été étudiés sur les tronçons à débit résiduel concernés. Seuls deux cantons (UR et VS, sept centrales) ont procédé à une évaluation qualitative des impacts écologiques.
- Pour deux centrales, ni l'ampleur de l'abaissement du débit résiduel ni l'augmentation effective de la production d'électricité ne sont indiquées.
- Des données sur l'écomorphologie du tronçon à débit résiduel sont disponibles pour 17 centrales (tableau 1).
- Concernant seize centrales, les informations fournies permettent de savoir sur quelle base légale repose la décision d'augmenter les débits résiduels dans la concession (art. 31, al. 2, ou art. 33, al. 3, LEaux) (tableau 1).

Tableau 1 : Réponses données par les cantons dans le cadre de l'enquête. Pour chaque centrale, les informations suivantes pouvaient être fournies : abaissement du débit résiduel (en %), hausse de la production d'électricité (en MWh), écomorphologie du tronçon à débit résiduel et bases légales de la décision d'augmenter le débit résiduel.

Canton	Centrale	Eaux concernées	Abaissement du débit résiduel (%)	Hausse de la production d'électricité (MWh)	Données sur l'écomorphologie	Art. 31, al. 2, let. a	Art. 31, al. 2, let. b	Art. 31, al. 2, let. c	Art. 31, al. 2, let. d	Art. 31, al. 2, let. e	Art. 33, al. 3, let. a	Art. 33, al. 3, let. b	Art. 33, al. 3, let. c
AG	Rüchlig	Aar	3 %	1041	oui				oui		oui	oui	
AG	Rupperswil-Auenstein	Aar	27 %	461	oui				oui		oui	oui	
BE	Felsenau	Aar	37 %	1600[3)]	oui	oui						oui	
BE	Bözingen		20 %	250									
BE	Laubegg (Garstatt)		18 %	150									
BE	Moutier (Gorges de Court)		11 %	65									
BE	Simelemoos		25 %	36									
BE	Taubenloch		15 %	30									
BL	Obermatt Zwingen	Birse	33 %	60	oui				oui				
FR	Maigrauge-Oelberg	Sarine	23 %	430	oui								
GR	Susasca		20 %	1700									
GR	Küblis		10 %	1000									
GR	Adont		11 %	885									
GR	Tschar (captage d'eau de St. Petersbach)		-[1)]	200[2)]									
GR	Schanielabach	Schanielabach	25 %	550									
GR	Tasnan		8 %	281									
GR	Morteratsch		-[1)]	250[2)]									
GR	Splügen II (Hüscherabach)		-[1)]	250[2)]									
GR	Russein		-[1)]	224[2)]									
GR	Segnas		-[1)]	203[2)]									
GR	Ragn d'Err		-[1)]	192[2)]									
GR	Val Strem		11 %	139									
GR	Taschinas		4 %	130									
GR	Frauenkirch	Sertigbach	12 %	110									
GR	Splügen (Tambobach)		21 %	75									

GR	Lavinouz		-[1]	50[2]									
GR	Molino		-[1]	20[2]									
GR	Tschar (captage d'eau de Lumbreinerbrücke)		-[1]	400[2]									
GR	Glaris	Landwasser	13 %	pas de données									
NW	Buoholzbach	Buoholzbach	13 %	141	oui						oui	oui	
SO	Aarau	Aar	39 %	330	oui				oui		oui	oui	
SO	Gösgen	Aar	39 %	3293	oui						oui	oui	
SZ	Steineraa	Steiner Aa	61 %	902	oui				oui				
TI	Campo Vallemaggia		pas de données	15									
UR	Bristen	Chärstelenbach	49 %	4760	oui			oui	oui		oui	oui	
UR	Schächen	Schächen	5 %	202	oui				oui		oui	oui	
UR	Realp II	Witenwasseren-reuss	13 %	145	oui				oui		oui	oui	
UR	Fellitobel	Fellibach	50 %	2295	oui			oui			oui	oui	
UR	Erstfeldertal	Alpbach	2 %	22	oui			oui	oui				
VD	Plan-Dessous et La Petite Vaux	Aubonne	22 %	290								oui	
VS	Vernayaz		25 %	2300									
VS	Chippis-Rhône		19 %	360	oui								
ZH	Dietikon	Limmat	29 %	66	oui				oui			oui	
ZH	Hard	Töss	38 %	167	oui							oui	

[1] Conformément à la concession, le débit résiduel est régulé de manière dynamique en fonction du débit en amont. L'abaissement du débit résiduel n'est donc pas quantifiable.
[2] L'augmentation de la production a été estimée par le canton sur la base du débit moyen sur plusieurs années.
[3] Pour la Commission fédérale de l'électricité et le Secrétariat général du Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication, les résultats de l'enquête devaient être mis à disposition le 16 juin 2023. Lors de la plausibilisation effectuée entre-temps, une erreur a été constatée et l'indication d'un « débit de dotation défini dans la concession » de 120 000 l/s pour la centrale de Felsenau a été corrigée en 12 000 l/s.

3.2 Base concernant l'abaissement des débits résiduels et l'augmentation de la production d'électricité

3.2.1 Regroupement des centrales selon l'abaissement du débit résiduel

Dans les différentes centrales, le débit résiduel a été abaissé de 2 à 60 % par rapport au débit résiduel défini dans la concession.

Dans 10 % des centrales, le débit résiduel n'a été que faiblement abaissé (abaissement inférieur à 5 %, quatre centrales). Dans un tiers des centrales, le débit résiduel a été modérément abaissé (abaissement compris entre 5 % et 20 %, quatorze centrales). Dans seize centrales, le débit résiduel a été abaissé fortement (abaissement supérieur à 20 %, treize centrales), voire très fortement (abaissement supérieur à 40 %, trois centrales) (tableau 2). Le débit résiduel de neuf centrales est régulé de manière dynamique en fonction du débit en amont, conformément à la concession. Pour celles-ci, l'abaissement du débit résiduel n'est donc pas quantifiable.

Tableau 2 : Nombre de centrales regroupées selon l'abaissement du débit résiduel exprimé en pourcentage

Abaissement du débit résiduel	**Nombre de centrales**
Non quantifiable (régulation dynamique du débit résiduel)	9
< 5 %	4
> 5 - 20 %	14
> 20 - 40 %	13
> 40 - 60 %	3

3.2.2 Regroupement des centrales selon l'augmentation de la production d'électricité

L'abaissement des débits résiduels dans les 44 centrales a permis d'augmenter la production d'électricité de 26 GWh au total.

En abaissant le débit résiduel, la majorité des centrales (82 %, 36 centrales) ont atteint une production supplémentaire inférieure à 1000 MWh. Celle-ci est en deçà de 100 MWh pour un quart des centrales (douze centrales). Seules 9 % des centrales (quatre centrales) ont réalisé une production supplémentaire dépassant 2000 MWh (tableau 3).

Tableau 3 : Nombre de centrales regroupées selon l'augmentation de la production d'électricité

Augmentation de la production d'électricité	**Nombre de centrales**
< 100 MWh	12
> 100 - 1000 MWh	24
> 1000 - 2000 MWh	4
> 2000 MWh	4

La comparaison de l'abaissement du débit résiduel exprimé en pourcentage avec l'augmentation effective de la production d'électricité montre qu'un fort abaissement du débit résiduel n'entraîne pas obligatoirement une forte augmentation de la production d'électricité (figure 1).

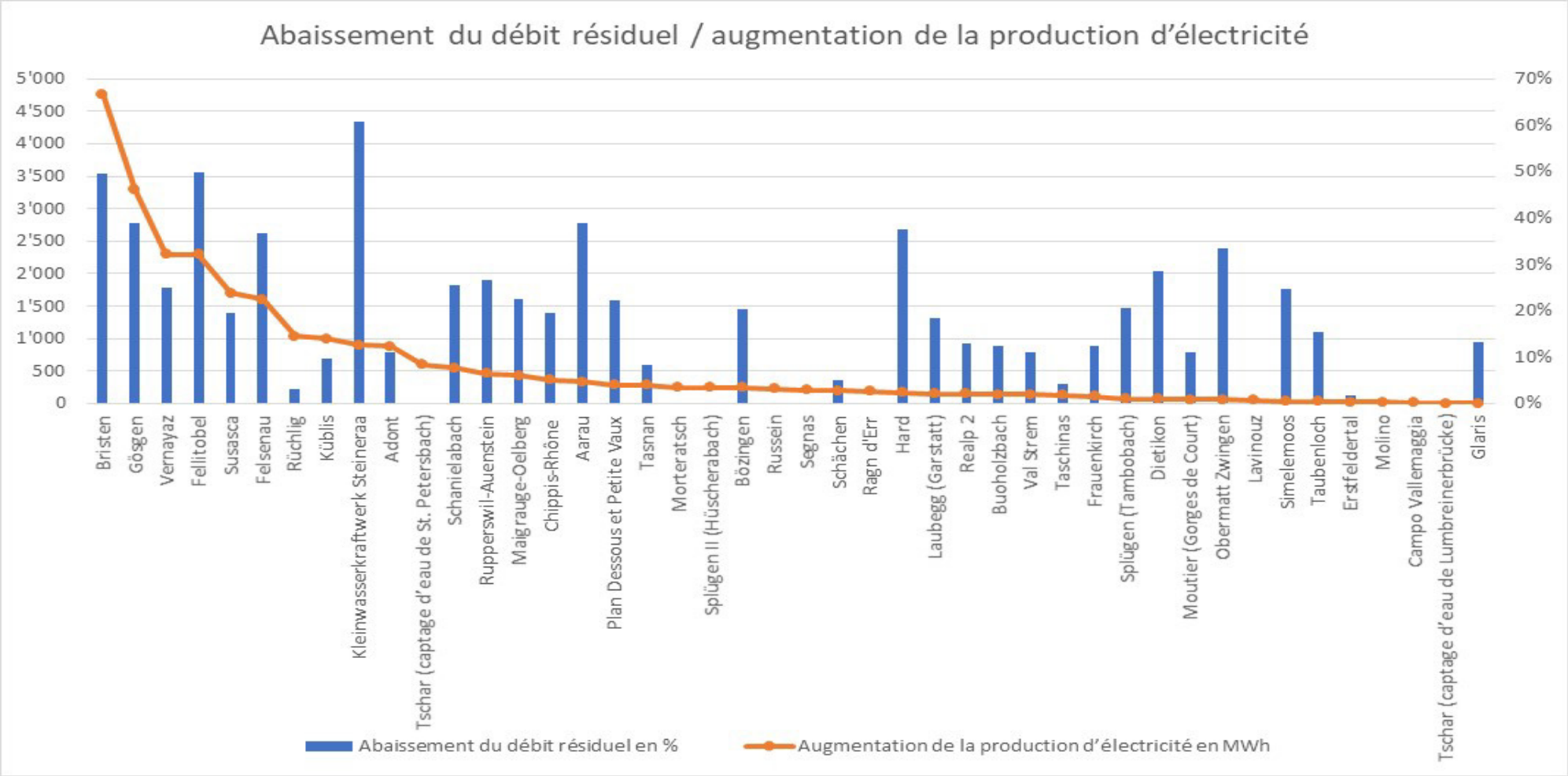

Figure 1 : Comparaison de l'abaissement du débit résiduel (barres bleues) avec l'augmentation de la production d'électricité (ligne orange) pour chacune des centrales classées par production d'électricité supplémentaire

3.3 Base concernant l'écologie des eaux des tronçons à débit résiduel

3.3.1 Relevés cantonaux des conséquences de l'ordonnance sur l'écologie des eaux

Aucun canton n'a relevé en détail les conséquences de l'ordonnance sur l'écologie des eaux. Le délai pour planifier un monitoring était trop court. En outre, les cantons sont partis du principe que les mesures étaient exceptionnelles et qu'il n'était donc pas utile d'effectuer un suivi des impacts écologiques.

Seuls deux cantons (UR et VS) ont procédé à une évaluation qualitative. Dans le canton d'Uri, les débits résiduels étaient nettement inférieurs au minimum requis du point de vue de l'écologie des eaux car, à la même période, les affluents des bassins versants intermédiaires charriaient peu d'eau. Le canton du Valais a pu montrer que l'abaissement réduisait considérablement les surfaces mouillées dans les milieux aquatiques de faible profondeur, écologiquement sensibles.

Pour évaluer les conséquences de l'ordonnance sur l'écologie des eaux, il a donc été demandé, dans le cadre de l'enquête, des informations pertinentes du point de vue écologique sur les centrales concernées, à savoir l'état écomorphologique du tronçon à débit résiduel concerné et la base légale de la détermination du débit résiduel conformément à la concession.

Les cantons n'ont indiqué que pour seize centrales la base légale sur laquelle a reposé la détermination du débit résiduel. L'état écomorphologique du tronçon à débit résiduel a aussi été précisé pour quinze d'entre elles (tableau 1). Pour ces seize centrales, l'OFEV a pu évaluer les conséquences de l'ordonnance sur l'écologie des eaux.

3.3.2 Données sur l'état écomorphologique des tronçons à débit résiduel concernés

L'état écomorphologique des tronçons à débit résiduel a été relevé afin d'évaluer la qualité écologique du tronçon de cours d'eau concerné. Pour les quinze centrales dont l'état écomorphologique a été précisé, la figure 2 illustre la répartition des tronçons à débit résiduel en fonction de leur classe d'état écomorphologique. Lorsque des tronçons à débit résiduel comportent plusieurs classes le long de leur linéaire, celle qui prédominait sur l'ensemble du tronçon a été prise en considération. L'évaluation montre que, s'agissant des centrales avec des données complètes, plus des trois quarts des tronçons à débit résiduel concernés sont actuellement dans un état écomorphologique naturel ou peu atteint. Ils sont donc considérés comme des tronçons de cours d'eau particulièrement précieux.

Le reste des tronçons à débit résiduel, soit 24 %, se trouvent de façon prédominante dans un état écomorphologique très atteint ou non naturel. Pour ces tronçons, les raisons suivantes peuvent néanmoins requérir une augmentation du débit résiduel : même un tronçon à débit résiduel très atteint (p. ex. canalisé) peut être essentiel à la migration des poissons ; en effet, afin que les poissons puissent migrer, la profondeur d'eau et le débit résiduel doivent être suffisants (art. 31, al. 2, let. d, LEaux). Outre la qualité écomorphologique du tronçon de cours d'eau, la garantie de l'alimentation des nappes d'eaux souterraines ou de l'approvisionnement en eau potable sont, selon l'art. 31, al. 2, let. a et b, LEaux, des raisons majeures justifiant l'augmentation du débit résiduel.

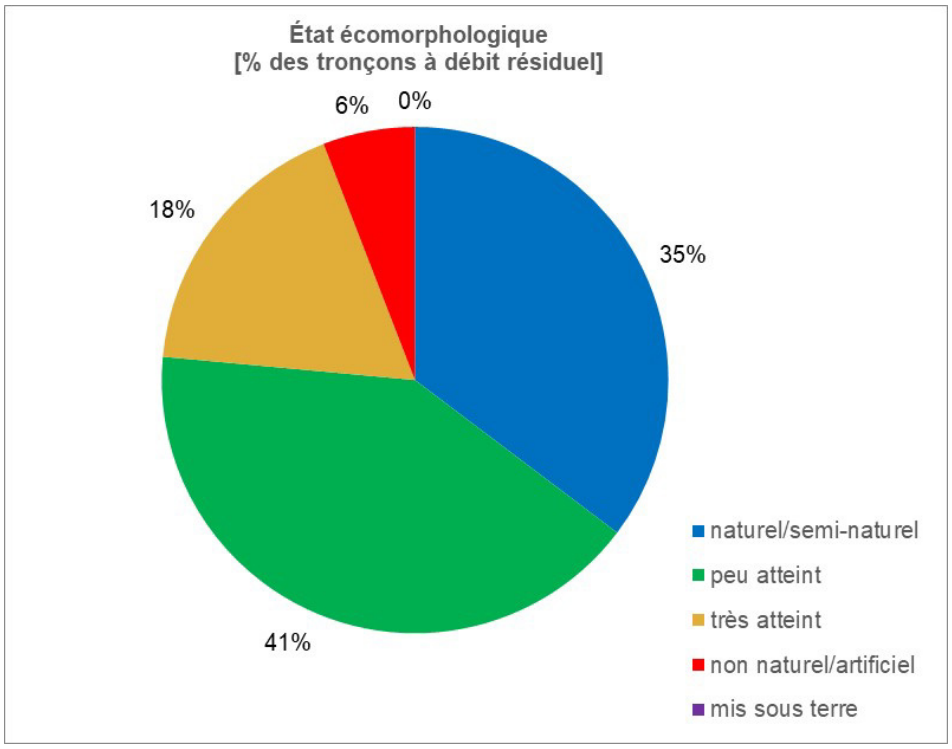

Figure 2 : État écomorphologique des tronçons à débit résiduel (quinze centrales) regroupés selon leur classe d'état écomorphologique (lorsqu'un tronçon à débit résiduel comportait plusieurs classes le long de son linéaire, la classe prédominante a été prise en considération)

3.3.3 Données sur les bases légales de la décision concernant le débit résiduel

Pour les seize centrales pour lesquelles sont disponibles des données sur les bases légales de la décision concernant le débit résiduel, l'augmentation du débit résiduel avait été décidée soit en vertu de l'art. 31, al. 2, let. d, LEaux (profondeur d'eau nécessaire à la **libre migration des poissons**), soit en vertu de l'art. 33, al. 3, let. b, LEaux (importance du **cours d'eau en tant que biotope**). Pour certaines centrales, une augmentation plus importante du débit résiduel avait été décidée en vertu des autres lettres de l'art. 31, al. 2, et de l'art. 33, al. 3, LEaux (tableau 1).

Garantie des fonctions principales des eaux (art. 31, al. 2, LEaux)

Sur les seize centrales étudiées, douze ont connu une augmentation du débit résiduel dans la concession, en vertu de l'art. 31, al. 2, let. a à e, LEaux, pour que les fonctions principales des eaux soient garanties :

- afin de respecter la **qualité des eaux** prescrite (let. a) : dans 8 % des centrales, tronçon à débit résiduel de 9 km au total ;
- afin d'assurer l'**alimentation des nappes d'eaux souterraines** et la **teneur en eau des sols agricoles** (let. b) : dans aucune des centrales ;
- afin de **conserver les biotopes et les biocénoses rares** dont l'existence est liée directement ou indirectement à la nature et à la taille du cours d'eau (let. c) : dans 25 % des centrales, tronçon à débit résiduel de 4,2 km ;
- afin de garantir la profondeur d'eau nécessaire à la **libre migration des poissons** (let. d) : dans 83 % des centrales, tronçon à débit résiduel de 19,84 km ;
- afin de **maintenir des eaux piscicoles servant de frayère aux poissons ou d'habitat à leur progéniture** (let. e) : dans aucune des centrales.

Pesée des intérêts : oppositions à un prélèvement d'eau (art. 33, al. 3, LEaux)
Sur les seize centrales étudiées, treize ont connu une augmentation du débit résiduel dans la concession en raison d'oppositions majeures à un prélèvement d'eau (art. 33, al. 3, LEaux) :

- **importance du cours d'eau en tant qu'élément du paysage** (let. a) : 69 % des centrales, tronçon à débit résiduel de 26,5 km ;
- **importance du cours d'eau en tant que biotope** et maintien de la diversité de la faune et de la flore qui en dépendent ainsi que conservation du rendement de la pêche et de la reproduction naturelle des poissons (let. b) : 100 % des centrales, tronçon à débit résiduel de 37,4 km.

3.3.4 Données sur les inventaires fédéraux et les espèces prioritaires au niveau national concernés

Dans le cadre de l'enquête, il a par ailleurs été demandé aux cantons si les tronçons à débit résiduel concernés figuraient dans un inventaire fédéral au sens de la loi fédérale sur la protection de la nature et du paysage (LPN) ou si des espèces prioritaires au niveau national de catégorie 1 ou 2 étaient présentes dans le tronçon à débit résiduel. Des données à ce sujet ont été communiquées pour huit centrales sur un total de 44 (tableau 4).

Tableau 4 : Inventaires fédéraux au sens de la LPN et espèces prioritaires au niveau national de catégories 1 et 2 concernés (selon les données communiquées dans le cadre de l'enquête)

Canton	Centrale	Inventaires fédéraux au sens de la LPN et espèces prioritaires au niveau national de catégories 1 et 2 concernés	Abaissement du débit résiduel (%)
AG	Rüchlig	Parc de protection des zones alluviales (zone alluviale d'importance nationale)	3 %
AG	Rupperswil-Auenstein	Parc de protection des zones alluviales (zone alluviale d'importance nationale)	27 %
BE	Felsenau	Population de nases et d'ombres d'importance nationale[1)]	37 %
BL	Obermatt Zwingen	Aucun	33 %
FR	Maigrauge-Oelberg	Zones de frayères, tronçon de priorité de revitalisation et atteinte grave au niveau charriage	23 %
UR	Bristen	Inventaire fédéral des paysages, sites et monuments naturels (IFP)	49 %
UR	Fellitobel	IFP	50 %

1) Conformément à l'état d'inventaire en vigueur (2004). Une actualisation est en cours.

3.3.5 Données sur la représentativité hydrologique de l'hiver 2022/2023

L'hiver 2022/2023 a été marqué par la faiblesse des précipitations neigeuses et pluvieuses. Cela a eu un léger effet sur les débits hivernaux, qui sont faibles même dans des conditions moyennes. Ils étaient inférieurs à la normale de saison sur le Plateau, notamment dans les grands cours d'eau comme l'Aar, la Reuss, la Limmat et le haut Rhin, ainsi que dans le sud du Tessin. On peut supposer qu'en raison des conditions hydrologiques, l'impact de l'ordonnance sur la production d'électricité a été plus faible que ce à qu'il aurait pu être attendu d'une année de débits moyens. Ailleurs, les débits étaient situés dans la fourchette normale. Selon les informations fournies par les cantons, la situation hydrologique au cours de l'hiver 2022/23 était toutefois très différente d'une centrale à l'autre. Les réponses des cantons ne permettent pas d'évaluer de manière définitive dans quelle mesure la situation hydrologique a effectivement influencé la production d'électricité.

4 Conséquences de l'ordonnance sur l'écologie des eaux et sur la production d'électricité

Sur la base des résultats de l'enquête (chapitre 3), les conséquences de l'ordonnance sur l'écologie des eaux et sur la production d'électricité sont évaluées dans le présent chapitre.

4.1 Conséquences de l'ordonnance sur l'écologie des eaux

Comme les cantons n'ont effectué aucun relevé des conséquences effectives de l'ordonnance sur l'écologie des eaux, le risque de conséquences est estimé d'après les données recueillies dans le cadre de l'enquête.

Des effets négatifs sur les eaux peuvent englober des atteintes portées aux éléments énumérés à l'art. 31, al. 2, LEaux : l'eau potable et les eaux souterraines peuvent être altérées, les biotopes et les biocénoses rares peuvent être concernés, la libre migration des poissons peut être affectée et des atteintes peuvent être portées aux eaux piscicoles servant de frayère aux poissons ou d'habitat à leur progéniture.

4.1.1 Estimation du risque d'atteinte écologique portée au tronçon à débit résiduel

Le risque d'atteinte écologique a été évalué sur la base d'une estimation du risque : l'état écomorphologique du tronçon à débit résiduel a été comparé à l'ampleur de l'abaissement du débit résiduel par centrale. Afin d'obtenir une évaluation à l'échelle nationale, ce risque a été multiplié par la longueur du tronçon à débit résiduel. Il a ainsi été possible de déterminer dans quelles centrales les impacts écologiques de l'abaissement du débit résiduel ont été plutôt faibles ou plutôt forts.

Le risque d'atteinte écologique portée au tronçon à débit résiduel concerné par l'ordonnance est estimé sur la base des critères suivants :

- abaissement du débit résiduel exprimé en pourcentage,
- état écologique (qualité écologique) du tronçon à débit résiduel,
- base légale de la décision d'augmenter le débit résiduel dans la concession,
- longueur du tronçon à débit résiduel.

Des données sur ces critères sont disponibles pour quinze centrales sur 44. Le risque d'atteinte portée à l'écologie des eaux est estimé ci-après pour ces quinze centrales avec des données complètes.

4.1.2 Conséquences de l'ordonnance sur l'écologie des différents tronçons à débit résiduel

Le risque d'atteinte écologique portée aux différents tronçons à débit résiduel est évalué à l'aide d'une matrice des risques bidimensionnelle (figure 3). L'ordonnée représente l'abaissement du débit résiduel divisé en quatre classes, tandis que sur l'abscisse figure la qualité écologique, également divisée en quatre classes. Ainsi, il est possible d'attribuer à chaque tronçon à débit résiduel un **facteur de risque** chiffré, produit des deux facteurs « abaissement du débit résiduel » et « qualité écologique » des eaux.

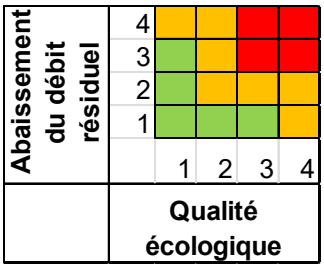

Figure 3 : Matrice des risques combinant deux facteurs : « abaissement du débit résiduel » et « qualité écologique » du tronçon à débit résiduel

Si l'abaissement du débit résiduel est faible sur un tronçon à débit résiduel non naturel, déjà fortement atteint (mauvaise qualité écologique), il est probable que l'atteinte écologique causée sera faible (facteur de risque faible). En revanche, si l'abaissement du débit résiduel est fort sur un tronçon de cours d'eau d'une grande qualité écologique, l'atteinte écologique sera vraisemblablement très forte (facteur de risque élevé). Entre ces extrêmes, il y a des atteintes écologiques moyennes.

Les impacts écologiques de l'abaissement du débit résiduel sur le tronçon concerné peuvent être répartis comme suit, en **trois niveaux de risque** :

- niveau vert ; risque faible, probablement aucun effet négatif, facteur de risque maximal : 3
- niveau orange ; risque moyen, effet négatif probablement modéré, facteur de risque entre 4 et 8
- niveau rouge ; risque élevé, effet négatif probablement prononcé, facteur de risque minimal : 9

Pour les quinze centrales avec des données complètes, l'abaissement du débit résiduel conformément au tableau 2 est classé en quatre catégories (tableau 5), la catégorie 1 représentant un faible abaissement et la catégorie 4, un fort abaissement.

Tableau 5 : Nombre de centrales regroupées selon l'abaissement du débit résiduel exprimé en pourcentage (pour les quinze centrales avec des données complètes)

Catégorie	Abaissement du débit résiduel	Nombre de centrales avec des données complètes
1	< 5 %	3
2	> 5 - 20 %	2
3	> 20 - 40 %	7
4	> 40 - 60 %	3

La qualité écologique du tronçon à débit résiduel fondée sur l'état écologique (figure 2) peut aussi être classée en quatre catégories, de la catégorie 1 « non naturel / artificiel » à la catégorie 4 « naturel / semi-naturel » (tableau 6).

Tableau 6 : Nombre de centrales regroupées selon l'état écologique du tronçon à débit résiduel (pour les quinze centrales avec des données complètes)

Catégorie	État écologique du tronçon à débit résiduel	Nombre de centrales avec des données complètes
1	Non naturel / artificiel	1
2	Très atteint	2
3	Peu atteint	6
4	Naturel / semi-naturel	6

Comme les eaux, les centrales et la situation écologique locale sont très spécifiques, il est impossible d'estimer globalement les conséquences d'un abaissement du débit résiduel sur le tronçon concerné. Un examen au cas par cas est judicieux : l'estimation du risque présentée ici permet d'apprécier individuellement les conséquences de l'abaissement du débit résiduel dans chaque centrale.

Parmi les quinze centrales évaluées, celles de Steineraa (SZ), de Bristen (UR) et de Fellitobel (UR) présentent le risque le plus élevé d'atteinte écologique portée au tronçon à débit résiduel du fait de l'abaissement du débit (facteur de risque : 16, tableau 7). Dans ces trois centrales, le débit résiduel a été abaissé de 40 % ou plus et le tronçon à débit résiduel est dans un état écomorphologique naturel / semi-naturel, aussi est-il **très probable** que le fort abaissement du débit résiduel porte une **atteinte écologique** au tronçon concerné.

Dans les centrales de Felsenau (BE), de Gösgen (SO), d'Aarau (SO), de Rupperswil-Auenstein (AG) et d'Obermatt Zwingen (BL), la combinaison d'un bon état écomorphologique du tronçon à débit résiduel et d'un fort abaissement du débit rend **probable** une **atteinte écologique** portée au tronçon concerné (facteur de risque : 9, tableau 7).

Dans les sept autres centrales, le risque d'atteinte écologique portée au tronçon à débit résiduel, estimé selon la méthode décrite, est classé modéré à faible (facteur de risque inférieur à 9).

Selon le point 3.3.3, les débits résiduels ont été augmentés en vertu de l'art. 31, al. 2, LEaux, en grande partie pour garantir la libre migration des poissons et conserver des biotopes et des biocénoses rares. La méthode décrite ici ne permet d'estimer que grossièrement le risque d'atteinte écologique. Par exemple, un abaissement du débit résiduel, aussi faible soit-il, peut porter atteinte à la libre migration des poissons ou ne plus garantir le frai naturel d'une espèce de la Liste rouge.

Tableau 7 : Estimation de l'impact écologique et de l'importance des tronçons à débit résiduel atteints pour l'écologie des eaux en Suisse (pour les quinze centrales avec des données complètes)

Eaux	*Centrale*	*État écomorphologique*	*Abaissement du débit résiduel (%)*	*Tronçon à débit résiduel (km) (L)*	*Catégorie Qualité écologique (A)*	*Catégorie Abaissement du débit résiduel (B)*	*Facteur de risque (AxB)*	*Importance (AxBxL)*
Aar	Felsenau	naturel / semi-naturel, peu atteint, atteint, artificiel	37	9	3	3	9	81
Aar	Gösgen	selon la section, de naturel / semi-naturel à très atteint	39	8,5	3	3	9	77
Steiner Aa	Steineraa	majoritairement naturel, semi-naturel	61	2	4	4	16	32
Chärstelenbach	Bristen	naturel / semi-naturel majoritairement naturel / peu atteint	49	2	4	4	16	32
Aar	Aarau	selon la section, de naturel / semi-naturel à très atteint	39	3	3	3	9	27
Aar	Ruppers-wil-Auenstein	très (à proximité du barrage, env. 200 m) à peu atteint	27	3	3	3	9	27
Buoholzbach	Buoholzbach	majoritairement naturel / peu atteint ; la section de la confluence actuellement aménagée (env. 600 m) sera revalorisée dans le cadre d'un projet de protection contre les crues	13	2,55	4	2	8	20
Fellibach	Fellitobel	naturel / semi-naturel	50	1,2	4	4	16	19
Birse	Obermatt Zwingen	peu atteint	33	1,4	3	3	9	13
Witenwasserenreuss	Realp II	naturel / semi-naturel	13	1,3	4	2	8	10
Aar	Rüchlig	très (à proximité du barrage, env. 600 m) à peu atteint	3	2,15	3	1	3	6
Limmat	Dietikon	très atteint sur 1050 m ; peu atteint sur 140 m	29	1,19	2	2	4	5
Töss	Hard	très atteint sur 610 m ; peu atteint sur 140 m	38	0,75	2	3	6	5
Alpbach	Erstfeldertal	naturel / semi-naturel	2	1	4	1	4	4
Schächen	Schächen	artificiel / non naturel	5	2,8	1	1	1	3

4.1.3 Conséquences de l'ordonnance sur l'écologie des eaux par rapport à la longueur du tronçon à débit résiduel

Afin d'évaluer l'importance des conséquences de l'ordonnance en comparaison nationale, le facteur de risque (point 4.1.2 et avant-dernière colonne du tableau 7) peut être multiplié par la longueur des tronçons à débit résiduel concernés (tableau 7). À titre d'exemple, le risque est estimé pour les quinze centrales avec des données complètes (dernière colonne du tableau 7). Vu la longueur du tronçon à débit résiduel concerné, c'est dans les centrales de Felsenau (BE) et de Gösgen (SO) que l'abaissement du débit résiduel a l'**impact le plus négatif sur l'écologie des eaux**. Par rapport aux treize autres centrales, ce n'est pas la plus forte réduction du débit résiduel (37 % et 39 %) et le tronçon de cours d'eau présente un risque moyen d'atteinte écologique (facteur de risque : 9). C'est donc la longueur du milieu naturel subissant un impact écologique négatif, soit respectivement 9 km et 8,5 km, qui pèse lourd dans la balance (tableau 7).

Viennent ensuite exclusivement les centrales qui présentent un **facteur de risque élevé à très élevé** d'atteinte écologique (facteur de risque : 8-16, tableau 7). La plupart du temps, elles ont des tronçons à débit résiduel naturels à majoritairement semi-naturels de longueur moyenne, et leur débit résiduel a été abaissé modérément à fortement. Pour ces eaux, il faut partir du principe que l'abaissement du débit résiduel porte une atteinte écologique élevée au tronçon à débit résiduel.

Il faut s'attendre à ce que l'**impact le moins négatif** de l'abaissement du débit résiduel concerne les tronçons à débit résiduel courts et artificiels, où le débit résiduel n'a été abaissé que faiblement, par exemple dans la centrale de Schächen (UR), où un tronçon à débit résiduel artificiel et non naturel de longueur moyenne (2800 m) a été concerné par un faible abaissement du débit résiduel (5 %) (tableau 7).

4.1.4 Conséquences de l'ordonnance sur les eaux souterraines et sur l'approvisionnement en eau potable

Localement, l'abaissement des débits résiduels peut porter atteinte aux niveaux des eaux souterraines et, par conséquent, à l'approvisionnement en eau potable. Si des polluants se trouvent dans les eaux concernées, l'abaissement des débits résiduels augmentera la concentration de ces polluants. Toutefois, comme les niveaux des eaux souterraines n'évoluent que lentement, un abaissement temporaire des débits résiduels ne devrait avoir que de faibles conséquences. Ces effets n'ont pas été étudiés de manière plus détaillée dans le cadre de l'enquête.

4.1.5 Conséquences de l'ordonnance sur les inventaires fédéraux et sur les espèces prioritaires au niveau national

Sur les huit tronçons à débit résiduel pour lesquels sont disponibles des données sur les inventaires fédéraux au sens de la LPN (IFP, inventaires de biotopes) ou sur des espèces prioritaires au niveau national de catégories 1 et 2 (tableau 4, point 3.3.4), trois sont concernés par un fort abaissement du débit résiduel, c'est-à-dire entre 20 et 40 % : Rupperswil-Auenstein (AG), Felsenau (BE) et Maigrauge-Oelberg (FR). Deux tronçons à débit résiduel sont concernés par un très fort abaissement du débit résiduel, c'est-à-dire supérieur à 40 % : Bristen (UR) et Fellitobel (UR).

Dans le tronçon à débit résiduel de ces centrales, il est probable qu'une atteinte écologique soit portée aux paysages et aux zones alluviales d'importance nationale ou aux espèces prioritaires (p. ex. population de nases et d'ombres d'importance nationale).

4.2 Conséquences de l'ordonnance sur la production d'électricité

L'abaissement des débits résiduels dans les 44 centrales a permis, pendant la durée d'application de l'ordonnance, d'augmenter la production d'électricité de 26 GWh au total, soit 0,041 % de la production totale de la Suisse, qui s'élevait à 63 500 GWh en 2022 [2]. La figure 1 présente la production d'électricité supplémentaire pour chacune des centrales.

Avant l'entrée en vigueur de l'ordonnance, il avait été estimé qu'un abaissement des débits résiduels entre le 1er octobre 2022 et le 30 avril 2023 permettrait d'augmenter la production d'électricité de 150 GWh au maximum. La production supplémentaire effectivement réalisée du fait de l'application de l'ordonnance est de 26 GWh (17,3 % de l'objectif). Cette production supplémentaire plus faible que prévu s'explique comme suit.

- Certaines centrales hydroélectriques n'ont pas pu appliquer l'ordonnance car les conditions techniques n'étaient pas réunies (en partie de manière générale, en partie en raison des limitations fonctionnelles actuelles).
- Les centrales transfrontalières n'ont pas pu appliquer l'ordonnance, la plupart des installations n'étant pas concernées (pas de tronçon à débit résiduel ou concession antérieure à 1992) ou la réduction du débit résiduel n'entraînant pas d'augmentation de la production hydroélectrique.
- L'augmentation des débits résiduels en vertu des art. 31, al. 2, et 33, al. 2, LEaux, correspond dans l'ensemble à une perte de production d'électricité de près de 250 GWh par an. Pour estimer la production supplémentaire pouvant être réalisée du fait de l'application de l'ordonnance, cette quantité d'électricité a été réduite de manière linéaire aux sept mois d'hiver (d'octobre à avril). Mais les débits résiduels imposés aux centrales sont parfois plus élevés en été qu'en hiver. Au moment de l'estimation, il n'a pas été possible de prendre en compte ces modulations saisonnières des débits résiduels imposés aux centrales. Cela a engendré une surestimation de la production supplémentaire potentielle.
- Dans certaines centrales, le débit résiduel restitué est utilisé pour produire de l'électricité au moyen d'une centrale de dotation. Un abaissement du débit résiduel ne peut alors entraîner une production supplémentaire que dans une moindre mesure.
- L'ordonnance a été appliquée pendant six mois et non pas sept comme prévu.

5 Conséquences des mesures supplémentaires recommandées sur l'écologie des eaux et sur la production d'électricité

Suivant les recommandations du Conseil fédéral (point 2.3), sept cantons ont examiné des mesures temporaires visant à augmenter la production d'électricité. Cinq cantons (AG, SH, SO, VD et ZH) ont finalement chacun mis en œuvre une mesure (tableau 8).

Tableau 8 : Liste et description des mesures supplémentaires examinées et mises en œuvre par les cantons

Canton	Centrale	Description de la mesure	Remarques
Mesures mises en œuvre			
AG	Bremgarten-Zufikon	Relèvement du niveau de retenue de 7 cm durant les mois d'hiver 2022/2023	
SH	Schaffhouse	En vertu de l'art. 13, al. 5, de la concession, l'exploitant KWS AG est tenu de « permettre en tout temps un débit d'au moins 3 m^3 d'eau par seconde à travers le barrage, ce débit devant si possible être réparti de manière homogène entre les vannes ». À la demande de KWS et par décision séparée du 17 octobre 2022, l'OFEN a permis l'utilisation temporaire du débit de 3 m^3/s jusqu'au débit d'équipement de 500 m^3/s.	
SO	Ruppoldingen	À la place d'une cote de barrage variable (entre 397,20 et 398,40 m) conforme à la concession – en fonction de la saison et du débit de l'Aar –, le niveau d'eau de la retenue a été fixé en permanence à une hauteur maximale de 398,40 m.	
VD	Forces Motrices Hongrin-Léman (FMHL)	Report de crue artificielle sur l'Hongrin. Mise à disponibilité de 200 000 m^3 d'eau pour production dans la période critique. Ce volume est reporté à l'automne 2023 sous réserve d'un approvisionnement en électricité sûr.	
ZH	Lac de Zurich	Abaissement saisonnier du lac de Zurich reporté à mi-février ; régulation du lac de Zurich adaptée au niveau du barrage de Platzspitz	La réserve créée dans le lac de Zurich (par l'abandon de l'abaissement saisonnier) n'a pas été utilisée en l'absence de pénurie. De la mi-février à la fin mars 2023, une transition vers le règlement a été effectuée en trois étapes.
Mesures examinées mais non mises en œuvre			
OW	Unteraa (lac de Lungern)	Relèvement légal du niveau d'eau maximum autorisé de 688,74 m à 689,00 m	La mesure n'a pas été mise en œuvre par l'exploitant.
SG	Schils	Art. 32, let. d, LEaux : abaissement des débits résiduels minimaux en cas de pénurie	La mesure n'a pas été mise en œuvre.
SG	Stofel	Application de l'art. 32, let. d, LEaux ; voir centrale de Schils	La mesure n'a pas été mise en œuvre.

5.1 Conséquences des mesures supplémentaires mises en œuvre sur l'écologie des eaux

Concernant trois des cinq mesures mises en œuvre (tableau 8), aucune conséquence sur l'écologie des eaux n'était attendue ou n'a été constatée par les cantons :

- Bremgarten Zufikon (AG)
- Schaffhouse (SH)
- Lac de Zurich (ZH)

Dans la centrale de Ruppoldingen (SO), les conséquences de la mesure n'ont pas été relevées car « le délai d'édiction et d'application de l'ordonnance était extrêmement court » et il a fallu « renoncer à un suivi écologique par manque de ressources ». En outre, le canton a noté : « En raison du régime de retenue variable, cette hauteur de retenue est régulièrement atteinte, parfois durant plusieurs jours ou semaines. Une évaluation serait donc quasiment impossible. » On peut donc supposer que, là aussi, il y a eu relativement peu d'impacts écologiques.

Concernant la mesure mise en œuvre dans la centrale Forces Motrices Hongrin-Léman (VD), les résultats du relevé n'étaient pas encore disponibles au moment de l'enquête.

5.2 Conséquences des mesures supplémentaires recommandées sur la production d'électricité

Les cinq mesures ont entraîné une augmentation de la production d'électricité de 5,5 GWh environ (figure 4), soit 0,008 % de la production moyenne de la Suisse.

Parmi les cinq mesures mises en œuvre, deux ont permis d'augmenter la production d'électricité de plus de 1000 MWh. Avec la fixation du niveau de retenue à une hauteur maximale pour le barrage de Ruppoldingen, sur l'Aar, la production supplémentaire a même dépassé 3000 MWh (3121 MWh) (figure 4). Le relèvement du niveau d'eau de la retenue du lac de Zurich a entraîné une augmentation de la production d'électricité à la centrale de Letten. La production supplémentaire calculée par l'exploitant ewz avoisinait 250 MWh. L'abaissement saisonnier du lac de Zurich reporté à mi-février 2023 (ZH, centrale du lac de Zurich ; tableau 8) n'a pas permis d'augmenter la production d'électricité selon les données du canton.

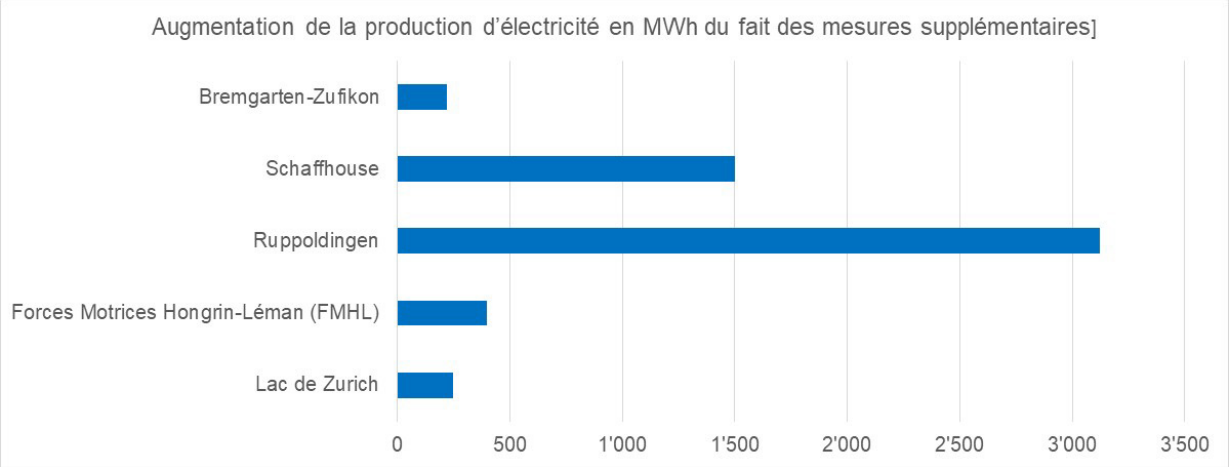

Figure 4 : Augmentation de la production d'électricité du fait des mesures supplémentaires recommandées par le Conseil fédéral

Le petit nombre de mesures supplémentaires mises en œuvre pour augmenter la production d’électricité ne permet pas d’évaluer de manière définitive leurs conséquences sur l’écologie des eaux.

Liste des sources

[1] https://www.newsd.admin.ch/newsd/message/attachments/73343.pdf

[2] https://www.newsd.admin.ch/newsd/message/attachments/73345.pdf

[3] Consommation d'électricité 2022 : baisse de 1,9 % (admin.ch).