

Le directeur général

EXTRAIT de l'AVIS du 16 octobre 2020 **de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation,** **de l'environnement et du travail**

relatif au projet d'installation de panneaux photovoltaïques flottants sur la réserve d'eau brute du Vallon Dol situé dans le périmètre de protection immédiate (PPI) du captage, proposé par la Société du Canal de Provence (SCP), en partenariat avec la société EDF Renouvelables

(Les parties grisées correspondent à des données confidentielles)

L'Anses met en œuvre une expertise scientifique indépendante et pluraliste.

L'Anses contribue principalement à assurer la sécurité sanitaire dans les domaines de l'environnement, du travail et de l'alimentation et à évaluer les risques sanitaires qu'ils peuvent comporter.

Elle contribue également à assurer d'une part la protection de la santé et du bien-être des animaux et de la santé des végétaux et d'autre part à l'évaluation des propriétés nutritionnelles des aliments.

Elle fournit aux autorités compétentes toutes les informations sur ces risques ainsi que l'expertise et l'appui scientifique technique nécessaires à l'élaboration des dispositions législatives et réglementaires et à la mise en œuvre des mesures de gestion du risque (article L.1313-1 du code de la santé publique).

Ses avis sont publiés sur son site internet.

L'Anses a été saisie le 23 janvier 2020 par la Direction générale de la santé (DGS) pour la réalisation de l'expertise suivante : « Évaluation des risques sanitaires liés à l'installation, à la maintenance, à l'exploitation et à l'abandon de dispositifs d'exploitation d'énergies renouvelables dans les périmètres de protection (PPI, PPR, PPE) des captages d'eau, d'origine souterraine ou superficielle, utilisée pour la production d'eau potable ».

La saisine a été scindée en 2 parties :

- **Partie I** : avis sur le projet d'installation de panneaux photovoltaïques flottants sur la réserve d'eau brute du Vallon Dol situé dans le périmètre de protection immédiate (PPI) du captage, proposé par la Société du Canal de Provence (SCP), en partenariat avec la société EDF Renouvelables ;
- **Partie II** : mise à jour de l'expertise de 2011 relative à l'analyse des risques sanitaires liés à l'installation, à l'exploitation, à la maintenance et à l'abandon de dispositifs d'exploitation d'énergies renouvelables (géothermie, capteurs solaires et éoliennes) dans les périmètres de protection des captages (PPC) d'eau destinée à la consommation humaine (EDCH)¹ et extension aux eaux superficielles et aux PPI.

Le présent avis concerne la partie I de la saisine.

¹ <https://www.anses.fr/fr/system/files/EAUX2010sa0047Ra.pdf>
<https://www.anses.fr/fr/system/files/EAUX2010sa0047RaEN.pdf>

Le champ de l'expertise de la seconde partie de la saisine sera défini au regard notamment de l'objet, du contexte et de la justification des dossiers de demandes d'installation de dispositifs d'exploitation d'énergies dans les PPC reçues par les Agences régionales de santé (ARS) et transmis à l'Agence par la DGS.

1. CONTEXTE ET OBJET DE LA SAISINE

La loi du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte fixe dans son article 1.III pour objectif que les énergies renouvelables (ER) représentent 40 % de la production d'électricité en 2030.

Dans ce contexte, les ARS sont de plus en plus souvent sollicitées par les promoteurs et par les collectivités sur des projets en vue de l'implantation de systèmes d'exploitation d'ER dans les PPC utilisés pour la production d'EDCH et notamment dans les PPI, ainsi que l'illustrent les projets ci-après :

- Panneaux photovoltaïques dans le PPI d'une ressource souterraine (Drôme) ;
- Panneaux photovoltaïques flottants dans le PPI d'une ressource superficielle (Finistère) ;
- Panneaux photovoltaïques flottants sur les retenues collinaires d'EDCH (Mayotte) ;
- Panneaux photovoltaïques flottants sur la réserve des Barjaquets servant à l'alimentation en eau brute de l'usine de potabilisation mais située hors PPI et périmètre de protection rapprochée (PPR) (Bouches-du-Rhône) ;
- Panneaux photovoltaïques flottants sur le réservoir à ciel ouvert de Mon Repos, non situé dans le PPI (Réunion)² ;
- Couverture par des panneaux photovoltaïques (ombrières) de réservoirs de stockage d'eau situés dans le PPI et de canaux d'amenée d'eau situés dans le PPR (Bouches-du-Rhône) ;
- Panneaux photovoltaïques flottants dans le projet de PPI de la réserve du Vallon Dol (Bouches-du-Rhône), objet de la saisine de l'Anses.

L'article R. 1321-13 du code de la santé publique (CSP) stipule que « à l'intérieur du périmètre de protection immédiate, dont les limites sont établies afin d'interdire toute introduction directe de substances polluantes dans l'eau prélevée et d'empêcher la dégradation des ouvrages, les terrains sont clôturés, sauf dérogation prévue dans l'acte déclaratif d'utilité publique, et sont régulièrement entretenus. Tous les travaux, installations, activités, dépôts, ouvrages, aménagement ou occupation des sols y sont interdits, en dehors de ceux qui sont explicitement autorisés dans l'acte déclaratif d'utilité publique. ».

La circulaire du 24 juillet 1990 relative à la mise en place des périmètres de protection précise que dans le PPI « toutes activités (...), installations ou dépôts sont interdits en dehors de ceux expressément autorisés dans l'acte déclaratif d'utilité publique. Ces derniers devront être en liaison directe avec l'exploitation du captage et seront conçus et aménagés de manière à ne pas provoquer de pollution de ce dernier ». Le guide technique du ministère de la santé « Protection des captages d'eau - Acteurs et stratégies (Mai 2008) »³ précise que dans le PPI, les seules activités autorisées concernent l'exploitation et l'entretien des ouvrages et du périmètre lui-même.

² <https://www.departement974.fr/actualite/appel-projet-pour-production-denergies-renouvelables-photovoltaïque-2019>
(consulté le 12/06/2020)

³ https://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/guide_protection_des_captages_d_eau.pdf

Du dossier transmis par la DGS à l'Anses pour avis, il ressort que :

- Le projet d'installation de centrale flottante d'environ 12,5 mégawatts-crête (MWc) dans le PPI, proposé par le pétitionnaire, la SCP, prévoit un raccordement au réseau public de distribution d'électricité ;
- Il est donc projeté d'inclure dans la déclaration d'utilité publique pour le captage concerné par le dossier une dérogation au principe d'absence d'activités au sein du PPI autres que celles strictement destinées à l'exploitation et à l'entretien des ouvrages et du périmètre lui-même.

Par ailleurs, les PPC des eaux de surface et les dispositifs flottants n'ayant pas été pris en compte dans le rapport de l'Anses (2011) relatif aux dispositifs d'exploitation d'énergies renouvelables (géothermie, capteurs solaires et éoliennes) dans les périmètres de protection des captages d'eau destinée à la consommation humaine, il n'existe pas de lignes directrices validées permettant de réaliser une analyse du risque sanitaire lié à l'installation d'une centrale photovoltaïque flottante dans le PPI d'une eau de surface.

Pour rappel, l'instauration des PPC est un outil réglementaire qui contribue à protéger les points de captage contre les sources de pollutions ponctuelles et accidentelles pouvant survenir dans leur proche environnement et parvenir dans un délai bref (quelques heures) jusqu'à la prise d'eau. Le PPI est destiné à interdire l'accès au point de prélèvement et protéger le captage de la malveillance. Ce périmètre doit protéger la prise d'eau du ruissèlement direct et du risque de déversement de produits polluants sur l'ouvrage.

Dans ce contexte, la SCP a réalisé une analyse de risques et indiqué les mesures de gestion pour maîtriser les points critiques identifiés, points sur lesquels la DGS sollicite l'avis de l'Anses.

S'il est du ressort de l'Agence d'expertiser les éléments transmis sous l'angle des impacts sanitaires potentiels ou avérés sur la ressource en eau utilisée pour produire de l'EDCH et *in fine* sur l'eau distribuée aux consommateurs, l'expertise de l'Anses ne vaut pas approbation du dossier et ne constitue pas une validation prévue dans une procédure réglementaire préalablement aux décisions relevant de l'autorité de gestion.

2. ORGANISATION DE L'EXPERTISE

L'expertise a été réalisée dans le respect de la norme NF X 50-110 « Qualité en expertise – Prescriptions générales de compétence pour une expertise (Mai 2003) ».

L'expertise relève du domaine de compétences du comité d'experts spécialisé (CES) « Eaux ». Des experts rapporteurs ont été nommés. Les travaux ont été présentés au CES « Eaux », tant sur les aspects méthodologiques que scientifiques les 10 mars, 7 juillet et 15 septembre. Ils ont été adoptés par le CES « Eaux » le 15 septembre 2020.

L'Anses analyse les liens d'intérêts déclarés par les experts avant leur nomination et tout au long des travaux, afin d'éviter les risques de conflits d'intérêts au regard des points traités dans le cadre de l'expertise.

Les déclarations d'intérêts des experts sont publiées sur le site internet de l'Anses (www.anses.fr).

Les travaux se sont appuyés sur :

1°) Le rapport du pétitionnaire.

2°) Les pièces complémentaires nécessaires identifiées par les rapporteurs et demandées par l'Anses à l'ARS Provence-Alpes-Côte d'Azur (ARS PACA) :

- L'avis de l'hydrogéologue agréé en matière d'hygiène publique ;
- Les études préalables à l'avis de l'hydrogéologue agréé ;
- Le bilan des résultats d'analyses d'eau réalisées dans le cadre du contrôle sanitaire en entrée et en sortie de réservoir sur les 5 dernières années ;
- Le statut du Verdon au regard de la Directive cadre sur l'eau (DCE) ;
- Le bilan annuel des mesures de vents auxquels la réserve du Vallon Dol est soumise précisant les hauteurs de mesures ;
- Les renseignements sur la conformité sanitaire (France) et la certification (Royaume-Uni) des matériaux au contact de l'eau (MCDE) des flotteurs [REDACTED] ;
- La bathymétrie de la réserve d'eau ;
- Le schéma ou plan du dispositif d'injection de l'eau en fond de bassin ;
- Les précisions sur la filière de traitement ;
- La cote des 4 niveaux de prélèvement de la tour de prise assurant le prélèvement de l'eau vers l'usine de potabilisation.

Le projet d'arrêté préfectoral de déclaration d'utilité publique des PPC et le manuscrit de la thèse de Giles Exley de l'Université de Lancaster sur les impacts potentiels du « flotovoltaïque »⁴ mentionnée dans le rapport de la SCP également demandés n'ont pas été fournis, la procédure et la thèse étant toujours en cours.

3°) Une recherche bibliographique :

- Une recherche sur le « flotovoltaïque » dans la base de données « Scopus » :
La requête (article title, abstract, keywords) : "floating solar" OR "floating photovoltaic" OR "floatovoltaic" OR "solar on water" OR "photovoltaic on water" AND "water quality" OR "ecosystem health" OR "ecological effect" OR "environmental impact" OR "aquatic environment" OR "primary production" a permis de trouver 19 références (29/04/2020).
Six publications d'intérêt ont été identifiées sur la base de la lecture du titre et du résumé : Haas *et al.* (2020), Karpouzoglou *et al.* (2020), Château *et al.* (2019), Sahu *et al.* (2016) et Pimentel Da Silva *et al.* (2018 et 2020).
Deux publications pertinentes ont été sélectionnées par les rapporteurs : Haas *et al.* (2020) et Karpouzoglou *et al.* (2020).
- Une recherche sur les réservoirs de Los Angeles recouverts par des balles en PEHD pour éviter l'évaporation dans la base de données « Scopus » :
La requête (article title, abstract, keywords) : "shade balls" a permis de trouver cinq références (04/05/2020).
Trois publications d'intérêt ont été identifiées sur la base de la lecture du titre et du résumé : Davis (2019), Haghghi *et al.* (2018) et White *et al.* (2009).
Une publication pertinente a été sélectionnée par les rapporteurs : Davis *et al.* (2019).
- Une recherche sur l'« anoxie » dans la base de données « Web of science » (04/05/2020) :
La requête ("metal" AND "remobilization" AND "anoxic") a permis de trouver 81 références dont une pertinente sélectionnée par les rapporteurs sur la base de la lecture du résumé : Sakata (1985).

⁴ Le terme « Flotovoltaïque » est trouvé plus souvent sur Internet que le terme « Flottovoltaïque ».

La requête ("metal" AND "sediment" AND "lake" AND "anoxic") a permis de trouver 277 références dont deux pertinentes sélectionnées par les rapporteurs sur la base de la lecture du résumé : Peltier *et al.* (2003) et Barrett *et al.* (2018).

La requête ("meromictic lake" AND "anoxic" AND "iron") a permis de trouver 78 références dont une pertinente sélectionnée par les rapporteurs sur la base de la lecture du résumé : Berg *et al.* (2019).

4°) La consultation de sites Internet :

- Le site Internet du leader mondial du photovoltaïque flottant, [REDACTED], a été consulté⁵ ;
- Une notice technique sur le photovoltaïque a été trouvée sur Internet ; cette notice reprend une figure des travaux de thèse en cours de Giles Exley et l'argumentaire de l'effet de la centrale flottante sur l'écologie du plan d'eau développé dans le rapport de la SCP (cf. page 62 de la notice technique)⁶.

3. ANALYSE ET CONCLUSIONS DU CES

Le projet de centrale solaire flottante de [REDACTED] maximum [REDACTED] doit reposer sur la réserve d'eau brute superficielle de 17 ha qui alimente l'usine de potabilisation du Vallon Dol (71 % de recouvrement de la réserve). Trois locaux électriques [REDACTED] d'une superficie totale de [REDACTED] seraient implantés à terre à proximité. La centrale, d'une puissance d'environ 12,5 MWc, prévoit un raccordement au réseau public de distribution d'électricité.

Les ouvrages se situeraient dans le PPI d'un captage utilisé pour la production d'EDCH.

3.1. Contexte hydrologique et PPC

3.1.1. Système d'alimentation de l'usine de potabilisation du Vallon Dol

L'usine de potabilisation du Vallon Dol, est une des 3 usines desservant l'agglomération marseillaise, elle est alimentée par l'eau de la réserve du même nom.

La réserve du Vallon Dol est alimentée par l'eau du Verdon *via* deux ensembles de galeries et de canaux à ciel ouvert, l'un venant du Nord (branche Gardanne-Marseille Nord) et l'autre de l'Est (branche Marseille Est), la branche de Marseille Nord étant utilisée prioritairement. L'eau s'écoule de façon gravitaire depuis la prise d'eau de départ du canal de Provence (prise de Boute à Vinon-sur-Verdon).

Les deux branches du canal de Provence sont reliées à la réserve du Vallon Dol au moyen d'un partiteur comprenant plusieurs bassins. L'eau est injectée en fond de bassin par trois canalisations équipées d'injecteurs coudés qui assurent un brassage permanent.

⁵ <https://www.ciel-et-terre.net/> (consulté le 29/04/2020).

⁶ <https://solar-media.s3.amazonaws.com/assets/Pubs/PV%20Tech/PV%20Tech%20Powers/PVTP15%20-%2001.06.18.pdf> (consulté le 29/04/2020).

La surface de la réserve est de 17 ha avec une cote normale de 250 m, garantissant une réserve d'environ 3 millions de m³. 2,8 millions de m³ sont destinés à la sécurité de l'alimentation en eau potable de la ville de Marseille, le reste étant destiné à la régulation du débit du canal de Provence. Cette réserve correspond à 3-4 jours de la consommation totale de l'agglomération marseillaise dont ce n'est pas l'alimentation principale. En effet, le canal de Marseille captant l'eau de la Durance fournit les deux tiers des besoins en eau de la ville de Marseille et le canal de Provence captant l'eau du Verdon seulement un tiers.

La réserve a une profondeur moyenne de 20 m et une profondeur maximale de 35 m. Le fond de la réserve présente une pente d'environ 6 %, le point bas correspondant au secteur d'implantation de la tour de prise (assurant le prélèvement de l'eau vers l'usine de potabilisation), alors que les flancs présentent une pente de l'ordre de 30 %. Pour assurer l'étanchéité de la réserve, les bajoyers en béton (dalles en béton jointoyées par des joints bitumineux) ont été recouverts dans la zone de marnage d'une couche souple d'émulsion bitumineuse.

Les débits sortants (prélèvements) sont commandés en aval, en fonction des besoins de l'usine de production d'eau potable. Le temps de stockage de l'eau dans le bassin est de deux à trois mois, il varie en fonction de la gestion de la ressource et du volume d'eau utilisé.

La tour de prise d'une hauteur totale de 41,8 m comprend quatre vannes de prise (à 7,5 m, 13,55 m, 19,10 m et 29 m par rapport à la cote moyenne de 250 m). Le niveau le plus bas de la tour comprend les vannes de vidange raccordées directement au chenal de vidange, dont l'exutoire débouche dans le réseau d'eaux pluviales de la ville de Marseille.

L'entretien général de la réserve se fait par une vidange tous les 10 ans et des lâchers d'eau mensuels de 5 m³/s pendant 2 min. Lors de la dernière vidange (2011), 2,5 tonnes de poissons ont été évacuées vers des étangs.

Un caniveau, en partie extérieure de la voie sur berge, ceinture la réserve, à l'exception du secteur de la digue principale. Il a pour fonction de récolter les eaux pluviales des bassins versants aux alentours de la réserve et de les diriger vers le réseau d'eaux pluviales.

La réserve d'eau du Vallon Dol est exploitée par la SCP et alimente l'usine de potabilisation du Vallon Dol (cf. § 3.1.4).

Ainsi, le canal de Provence captant l'eau du Verdon fournit un tiers (1/3) des besoins en eau de l'agglomération marseillaise et la réserve du Vallon Dol sécurise son alimentation en EDCH (3-4 jours de consommation). Elle représente une ressource importante pour la ville.

Le système d'alimentation en eau brute de l'usine du Vallon Dol (alimentation en EDCH d'environ 300 000 habitants) est totalement artificialisé et la réserve n'a pas d'autre usage que la production d'EDCH. Le bassin est peu propice à la sédimentation mais propice à une stratification thermique de la colonne d'eau, tout au moins saisonnière.

3.1.2. Surveillance et sécurisation

Il existe un système d'alerte et une gestion du système d'alimentation du bassin qui prend en compte les risques de pollution accidentelle.

L'arrivée de polluants sur la réserve est peu probable sauf pollution directe de celle-ci.

L'eau fait l'objet d'un contrôle en entrée de l'usine de potabilisation et il existe un by-pass entre les branches de Marseille Nord et Marseille Est permettant de ne pas utiliser l'eau de la réserve.

3.1.3. Qualité de l'eau du Verdon, de l'eau et des sédiments de la réserve

➤ Qualité de l'eau du Verdon

Au regard de la Directive cadre sur l'eau (DCE), l'eau du Verdon à la station de surveillance de Gréoux présente un très bon état (TBE) pour le bilan en oxygène, pour les nutriments azotés et phosphorés, mais seulement un bon état (BE) vis-à-vis de l'acidification.

L'eau du Verdon transportée dans les ouvrages du canal de Provence est moyennement minéralisée, de faciès bicarbonaté calcique et magnésien. Les valeurs de conductivité sont majoritairement comprises entre 400 et 440 µS/cm (à 25°C). L'eau, dont le pH est compris majoritairement entre 8,0 et 8,2, est légèrement incrustante.

Au niveau de la prise d'eau de Boutre, l'eau du Verdon présente une faible turbidité. Les concentrations en *Escherichia coli* et entérocoques intestinaux sont relativement faibles pour une eau de surface (10 NPP/100 mL dans 75 % des analyses). Des pics modérés mais récurrents jusqu'à 50 NPP/100 mL sont constatés en période estivale (juillet – août) ou automnale (septembre). Ces dégradations sont indépendantes de la turbidité.

➤ Qualité de l'eau de la réserve du Vallon Dol

L'eau brute de la réserve est contrôlée en sortie du bassin au niveau du point d'entrée dans la station de potabilisation. Un résumé des résultats des analyses mensuelles des principaux paramètres, réalisées entre 2016 et 2018, figurent dans le tableau I.

Tableau I : Résumé des résultats d'analyse des principaux paramètres de l'eau de la réserve du Vallon Dol (2016 – 2018)

	Mini	Maxi
T°C	7,2	23,6
pH	8	8,3
Conductivité µS/cm	382	480
Turbidité NFU	0,4	6
MES mg/L	2	7,1
COT mg/L	1,1	3
Orthophosphates mg (PO ₄)/L	0,02	0,02
Phosphore total mg(P)/L	0,01	0,1
Nitrates mg(NO ₃)/L	0,5	1,3
Magnésium mg/L	4,64	6,25
Aluminium µg/L	2	8
Fer µg/L	2	10
Zinc µg/L	2,4	5,6
Silicates solubles mg(Si)/L	1,5	3,8
Coliformes UFC/100 mL	0	620
<i>E coli</i> UFC/100 mL	5	300
Entérocoques UFC/100 mL	5	240

Les analyses ne montrent aucun dépassement des limites de qualité de l'eau brute utilisée pour à la production d'EDCH (cf. annexe II de l'arrêté du 11 janvier 2007⁷).

L'eau est de qualité oligo-mésotrophe (silicates solubles : 1,5 à 3,8 mg(Si)/L ; phosphore total : 0,01 à 0,1 mg(P)/L ; nitrates : 0,5 à 1,3 mg(NO₃)/L), une faible quantité de matière organique est présente et l'eau est de bonne qualité microbiologique au regard des trois indicateurs recherchés malgré la présence d'oiseaux et notamment de goélands qui se posent sur les berges et sur l'eau. Leur présence est très certainement due à la proximité d'un centre d'enfouissement technique de déchets (2 km à vol d'oiseau de la réserve). Aucune information sur la taille de la colonie n'est disponible. Le plan d'eau couvert par les panneaux sera moins attractif pour les oiseaux, même s'il est difficile de les déloger quand ils ont pris des habitudes (dortoir). Par ailleurs, l'installation d'un système d'effarouchement des oiseaux est mentionnée dans le dossier.

➤ Qualité des sédiments de la réserve du Vallon Dol

Les analyses de sédiments réalisées en 2011 lors de la vidange du réservoir ne montrent pas de teneurs élevées en éléments traces métalliques (ETM) ou en polychlorobiphényles (PCB) et en hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP).

Tableau II : Résultats d'analyse des sédiments (Mars 2011) – Extrait du rapport du pétitionnaire

CONTRÔLE QUALITE SEDIMENT			
Paramètres agronomiques			
Humidité résiduelle	31.6 %	Carbone organique	23.4 g/kg
Granulométrie :		Matières organiques totales	4.02 g/kg
Argiles	13.80 %	Azote total	< 1.9 g/kg
Limons fins	67.06 %	Rapport C/N	12.70
Limons grossiers	13.30 %	pH	7.93 unité pH
Sables fins	4.36 %	Calcaire total	751.2 g/kg
Sables grossiers	0.02 %	Calcaire actif	93 g/kg
		CEC	7.59 Cmol/kg
Eléments traces métalliques			
(en mg/kg de MS sur fraction inférieure à 2 mm)		Valeur réglementaire *	Conformité
Arsenic	< 8	30	
Cadmium	0.202	2	
Chrome	7.07	150	
Cuivre	12.61	100	
Mercuré	0.048	1	
Nickel	10.47	50	
Plomb	13.83	100	
Zinc	55.5	300	
Composés traces organiques			
(en mg/kg de MS sur fraction inférieure à 2 mm)		Valeur réglementaire *	Conformité
PCB totaux	< 0.035	0,680	
HAP totaux	0.104	22,800	
TBT		0.2	

* Arrêté du 9 août 2006 relatif aux niveaux à prendre en compte lors d'une analyse de sédiments extraits de cours d'eau ou de canaux, complété par l'arrêté du 23 décembre 2009

⁷ Arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine mentionnées aux articles R. 1321-2, R. 1321-3, R. 1321-7 et R. 1321-38 du code de la santé publique.

3.1.4. Filière de traitement

La réserve d'eau du Vallon Dol alimente l'usine de potabilisation du Vallon Dol gérée par la Société des Eaux de Marseille Métropole (SEMM). Un by-pass permet l'alimentation de la station de potabilisation en direct, par l'eau du Verdon, sans passage de l'eau par la réserve.

L'eau du Verdon, transportée dans les ouvrages du canal de Provence et stockée dans la réserve du Vallon Dol, est classée selon sa qualité dans le groupe A2 (cf. arrêté du 11 janvier 2007⁶) et subit donc plusieurs étapes de traitement, dont une de désinfection, pour sa potabilisation (article R. 1321-38 du code de la santé publique). Toutefois, ces dernières ne sont pas efficaces pour traiter les polluants organiques qui pourraient éventuellement être relargués par les matériaux de la centrale photovoltaïque.

Une pré-chloration de l'eau brute est placée en tête de la filière de traitement. Les experts rappellent que la circulaire n° 2000/166 du 28 mars 2000⁸ fait mention d'une interdiction de chloration de l'eau brute en début de filière de traitement.

3.1.5. Périmètres de protection proposés par l'hydrogéologue agréé

L'ouvrage de la SCP sur lequel il est demandé une autorisation exceptionnelle⁹ d'installer des panneaux photovoltaïques flottants est en cours de régularisation pour l'instauration des PPC. L'enquête publique est en cours et la régularisation devrait aboutir fin 2021, début 2022.

Les périmètres proposés par l'hydrogéologue agréé sont au nombre de deux, un PPI et un PPR.

➤ Périmètre de protection immédiate (PPI)

PPI de l'infrastructure globale « Canal de Provence »

L'hydrogéologue agréé en matière d'hygiène publique a proposé des PPI pour tous les organes essentiels au bon fonctionnement de l'infrastructure « Canal de Provence », soit les partiteurs (sauf souterrains), les prises d'eau, les réservoirs et réserves, les stations de pompage, les entrées et sorties de galeries, certaines entrées et sorties de souterrains, les puits et cheminées d'équilibre, les fenêtres. Les PPI sont au nombre de 76.

Conformément à la réglementation, l'emprise foncière des PPI doit être propriété de la SCP ou de la région PACA et entièrement clôturée à l'exception des traversées de canaux. L'acquisition des parcelles nécessaires à l'établissement de certains de ces PPI pourrait être problématique au dire de l'hydrogéologue agréé.

D'une manière générale, les PPI concernent la plupart des ouvrages dont l'accès à l'eau peut être facilité par un manque actuel de protection à l'exception du linéaire de canal à ciel ouvert qui est difficilement « clôturable » en raison du coût d'un tel aménagement et l'obligation de la libre circulation de la faune sauvage.

⁸ Circulaire n° 2000/166 du 28 mars 2000 relative aux produits de procédés de traitement des eaux destinées à la consommation humaine.

⁹ Autorisation exceptionnelle s'agissant d'ouvrages non dédiés à l'exploitation et l'entretien du périmètre lui-même.

A l'intérieur de chaque PPI, toutes constructions, toutes activités, tous travaux, tous stockages de produits dangereux sont interdits hormis ceux nécessaires à l'agrément du site (plantations, intégration paysagère), au gardiennage et au logement du personnel, à l'entretien, la maintenance, la réparation et l'exploitation du canal, au traitement des eaux, à la lutte contre les pollutions et à l'extension future des installations. L'accès aux PPI est interdit à toute personne étrangère au service de l'eau.

PPI spécifique du bassin du vallon Dol

Le PPI englobe le plan d'eau, les berges mais aussi les ouvrages à l'aval dont les locaux d'habitation du personnel, les exploitants résidant sur place, et l'usine de traitement.

Ce périmètre est délimité par un grillage de 2 m de haut, doublé intérieurement de rouleaux de fil de fer barbelé. Tous les portails sont sécurisés par des dispositifs anti-intrusion. Le bassin du Vallon Dol devrait être équipé d'un dispositif de télésurveillance.

➤ Périmètre de protection rapprochée (PPR)

Un PPR unique est proposé par l'hydrogéologue agréé sur tout le linéaire du canal de Provence, hormis les canalisations sous pression d'approvisionnement en eau potable (AEP) qui bénéficient déjà d'un périmètre de servitudes.

Le PPR est subdivisé en une bande de protection renforcée (PPRR : périmètre de protection rapprochée renforcée) de 8 à 10 m par rapport au piedroit de chaque bord de l'ouvrage aérien ou souterrain (zone d'interdiction), puis à une bande de terrain supplémentaire d'égale largeur (PPRS : périmètre de protection rapprochée simplifiée) à l'extérieur de ces dernières où la protection est simplifiée (zone de réglementation).

Dans le PPRR toutes les activités sont interdites sauf la circulation des véhicules servant à l'entretien et à l'exploitation du canal mais aussi ceux de la défense incendie et ceux des riverains du canal dont l'accès à la propriété n'a pas d'autre possibilité.

Toute nouvelle construction est interdite y compris l'extension de celles déjà existantes ainsi que tous travaux, dont les forages d'eau, l'ouverture de tranchées, les assainissements autonomes, passages et traversées de conduites de tout type et de voiries autres que celles à usage collectif public, sous réserve d'utilisation de canalisations double enveloppe. Le stockage de produits dangereux et polluants est également interdit.

À l'intérieur du PPRS, le pacage des animaux et la plantation de végétaux est interdite à l'exception des végétaux qui sont destinés à lutter contre le ravinement et le ruissellement dans le cadre de la protection des berges. Ces deux activités seront par contre tolérées à l'aplomb des galeries fonctionnant sous pression (en charge). À l'intérieur du PPRS, les activités interdites dans le PPRR, excepté la réalisation de forages d'eau par les particuliers, sont autorisées ou réglementées et peuvent nécessiter au cas par cas l'avis des services de l'État.

Les périmètres de protection proposés par l'hydrogéologue agréé ne semblent pas prendre en compte la sécurisation de l'alimentation en eau (cf. § 3.1.2) déjà existante (DGS, 2008 ; Haudebert *et al.*, 1999).

Le PPI ne concerne habituellement que le point d'alimentation. Il est très inhabituel d'y inclure des bâtiments à usage d'habitation fussent-ils utilisés par l'exploitant.

Le PPR proposé est très étendu et les prescriptions semblent difficiles à mettre en œuvre.

La protection pourrait ne concerner que le bassin du Vallon Dol et son environnement proche. Le PPI pourrait être limité à un secteur du plan d'eau proche de la tour de prise et le PPR pourrait correspondre au PPI proposé pour la réserve par l'hydrogéologue agréé.

3.2. Impacts sanitaires du projet

La SCP a réalisé une analyse des risques associés au projet en s'appuyant sur la méthode décrite dans le rapport de l'Anses de 2011 « Analyse des risques sanitaires liés à l'installation, à l'exploitation, à la maintenance et à l'abandon de dispositifs d'énergies renouvelables (géothermie, capteurs solaires et éoliennes) dans les périmètres de protection des captage d'eau destinée à la consommation humaine ».

Dans le rapport de l'Anses, les risques pour la ressource en eau sont caractérisés en croisant les dangers liés aux impacts des installations et/ou des opérations pendant les différentes phases des projets (étude, installation, exploitation, maintenance, abandon) et l'existence ou non de moyens de maîtrise, avec la vulnérabilité de la nappe d'eau souterraine. Le rapport n'abordant pas la problématique des centrales photovoltaïques flottants, ni celle des PPC des eaux de surface, la SCP a complété son analyse par :

- une « *évaluation quantitative des impacts potentiels du projet de centrale photovoltaïque flottante de la réserve d'eau brute du Vallon Dol sur la santé des populations lors des étapes de son fonctionnement normal* »,
- une « *analyse de l'accidentologie* ».

3.2.1. Impacts selon le rapport de l'Anses

Conformément au rapport de l'Anses de 2011, pour chaque opération des phases d'installation, d'exploitation et de maintenance, d'abandon du projet, les dangers ont bien été identifiés et des moyens de maîtrise appropriés ont été proposés.

3.2.2. Impacts sanitaires chroniques (fonctionnement normal)

La SCP a choisi le modèle d'évaluation des risques pour la santé (ERS) reposant sur le concept « sources – vecteurs – cibles » ; ce modèle a été défini initialement par l'Institut de veille sanitaire (actuellement Santé publique France (SPF)) et repris par l'Institut national de l'environnement industriel et des risques (INERIS) dans son Guide « Évaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires », décrivant une « démarche intégrée pour la gestion des émissions de polluants par les installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) ».

Les dangers identifiés sont en lien avec :

- L'évolution du fonctionnement du plan d'eau suite à sa couverture (ombrage et baisse de l'ensoleillement du bassin, réchauffement de la masse d'eau, etc.) ;
- Les matériaux en contact permanent avec l'eau stockée et en contact ponctuel par ruissellement d'eau de pluie.

➤ Impacts environnementaux de la couverture du plan d'eau par des panneaux solaires

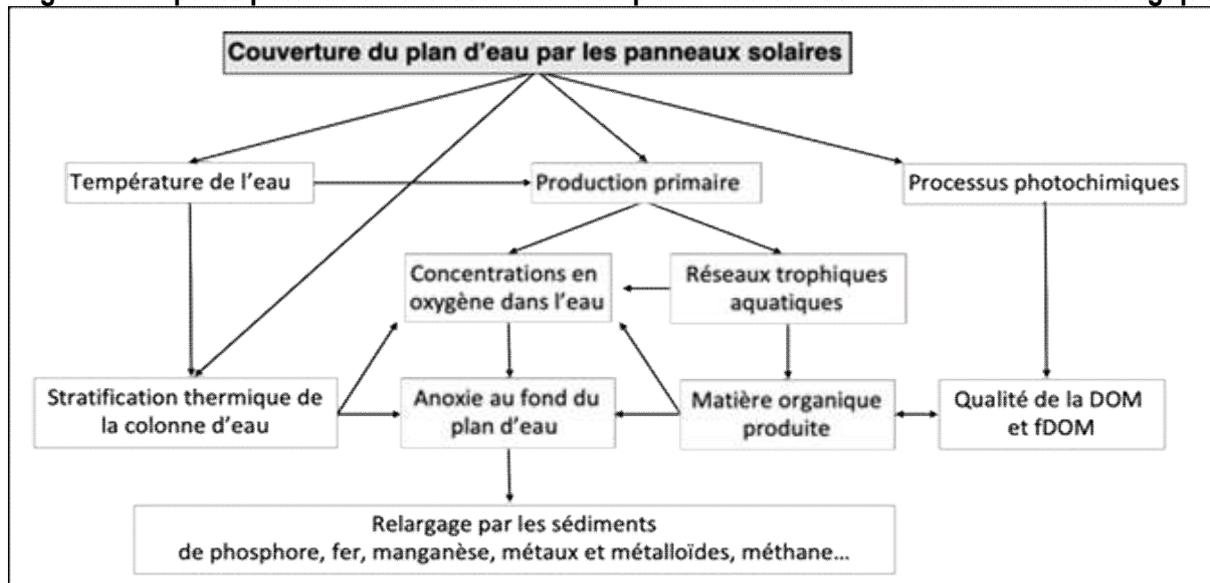
Il existe très peu de données dans la littérature sur l'impact d'une couverture aussi importante de la surface d'un plan d'eau (71 % pour la réserve du Vallon Dol) sur sa biodiversité et son fonctionnement. Les effets possibles envisagés sur la qualité de l'eau sont donc à considérer avec prudence.

Cependant à partir de ces données et de connaissances plus générales sur le fonctionnement des plans d'eau, il est certain que cette couverture va provoquer des changements :

- Dans la dynamique de réchauffement et de refroidissement des eaux de la réserve, ce qui aura des conséquences sur la date de mise en place et sur la durée de la stratification thermique de la réserve. Il est cependant impossible de prévoir l'ampleur de ces changements en raison des effets contradictoires que la couverture va provoquer sur les différents processus qui influencent cette stratification thermique. En effet, le réchauffement des eaux au printemps et en été va être moindre du fait de l'absence de rayonnement solaire direct sur l'eau et l'évaporation estivale va être réduite (Taboada *et al.*, 2017 ; Davis, 2019). À l'inverse, le refroidissement de la masse d'eau en automne prendra plus de temps en raison de la limitation des échanges thermiques entre l'eau et l'atmosphère et de la réduction de l'impact des vents comme force de mélange de la masse d'eau ;
- Au niveau biologique, la littérature montre que le taux de couverture de la réserve va se traduire par une réduction drastique de la production primaire en raison de la limitation de l'accès à la lumière pour les organismes phytoplanctoniques (Haas *et al.*, 2020 ; Karpouzoglou *et al.*, 2020). La production moindre de biomasse phytoplanctonique va avoir des effets sur l'ensemble des réseaux trophiques de la réserve et sur sa productivité biologique globale ;
- Enfin, les changements combinés qui vont se produire dans la stratification thermique de la réserve et dans la diminution de la production primaire auront très probablement des effets sur les concentrations en oxygène du plan d'eau. Même s'il est impossible en l'état actuel des connaissances de déterminer l'ampleur de ces conséquences, il est à craindre que la désoxygénation des eaux du fond du plan d'eau soit plus marquée et/ou plus longue, ce qui pourrait se traduire par une augmentation du relargage d'éléments métalliques tels que le fer ou le manganèse depuis les sédiments et une modification de la qualité de l'eau (Sakata, 1985 ; Barrett *et al.*, 2018 ; Berg *et al.*, 2019).

La figure n° 1 résume les principales conséquences directes et indirectes sur les fonctionnements physico-chimique et biologique du plan d'eau qui peuvent être envisagées.

Figure 1 : Impacts potentiels de la couverture du plan d'eau sur son fonctionnement écologique



* DOM : Matière organique dissoute.

** fDOM : Matière organique dissoute fluorescente.

Les changements environnementaux envisagés pour la réserve du Vallon Dol seront probablement observés dans tous les plans d'eau qui connaîtront une couverture de leur surface par des panneaux photovoltaïques. Cependant l'ampleur de ces changements et leurs conséquences sur la qualité de l'eau, notamment pour une alimentation en eau potable (AEP), seront très variables en fonction du taux de couverture du plan d'eau mais aussi de leur typologie (surface, profondeur, mode l'alimentation, contexte géologique, etc.) et de leurs caractéristiques physico-chimiques et biologiques. Chaque site devra donc faire l'objet d'une analyse approfondie et individualisée qui tiendra compte de l'ensemble de ces éléments.

En conclusion, malgré de nombreuses incertitudes il est très probable que la couverture importante du plan d'eau (71 %) aura des effets sur son fonctionnement écologique et en conséquence sur la qualité de l'eau. Par ailleurs, les effets possibles identifiés sur la qualité de l'eau peuvent être contradictoires.

➤ Impacts sanitaires des matériaux

Le rapport de la SCP fournit une description très précise et détaillée de la nature des matériaux utilisés pour la fabrication des panneaux photovoltaïques flottants, qu'ils soient directement placés au contact de l'eau (flotteurs, câbles électriques et d'ancrage partiellement immergés, etc.) ou sans contact permanent avec l'eau de la réserve, mais avec un impact possible sur la qualité de l'eau de la réserve par ruissellement des eaux de pluie (panneaux photovoltaïques, barres d'ancrage des flotteurs, éléments de fixation, etc.).

Tous les éléments constitutifs du dispositif flottant ont été examinés par la SCP, afin d'identifier les éléments/matériaux à retenir comme dangers pour l'ERS.

Matériaux en contact direct et permanent avec l'eau du réservoir

Seule une partie des flotteurs est en contact permanent avec l'eau de la réserve. Le rapport SCP indique que la surface totale des flotteurs en contact avec l'eau serait de . Le volume total d'eau stockée est de 3 000 000 de m³ environ (20 m de

profondeur en moyenne et 35 m maximum pour une surface de 17 ha). Le temps de séjour moyen de l'eau est de 2 à 3 mois, toujours selon les données du rapport.

Ces données permettent d'évaluer le rapport entre la surface de matériau entrant au contact de l'eau et le volume d'eau en contact (rapport S/V utilisé pour les évaluations des matériaux entrant au contact de l'eau (MCDE)).

Si l'on considérait le volume total de la réserve (soit 3 millions de m³), le rapport S/V serait alors extrêmement faible : [REDACTED]. Cette hypothèse paraît toutefois peu représentative au regard des conditions de contact et de renouvellement de l'eau dans la réserve. Le rapport SCP considère que le contact avec l'eau concerne une tranche de [REDACTED] au droit des flotteurs, soit un volume maximum de [REDACTED]. Si l'on reprend cette hypothèse très conservatrice, le rapport S/V serait alors de [REDACTED] (équivalent à une conduite de [REDACTED] de diamètre). Un rapport S/V d'au moins 0,5 dm²/L devra être utilisé pour une évaluation de l'impact du matériau des flotteurs sur la qualité de l'eau dans le contexte d'une demande d'attestation de conformité sanitaire (ACS).

En effet, pour les produits constitués ou contenant des matériaux organiques en contact direct avec l'eau, leur innocuité vis-à-vis de la qualité de l'eau peut être évaluée au moyen de l'ACS, répondant ainsi aux exigences réglementaires (cf. R. 1321-48 du CSP et arrêté du 29 mai 1997 modifié¹⁰).

À noter que si des essais préliminaires réalisés par un laboratoire habilité par le ministre chargé de la santé¹¹ selon les normes XP P41-250-1¹² (saveur uniquement) et XP P41-250-2¹³ (tous les paramètres de la norme sauf les trihalométhanes (THM) et pas d'essais en eau chlorée) ne montrent pas de migration, les flotteurs ne disposent pas encore d'ACS. Une demande d'ACS [REDACTED] est en cours d'instruction. Toutefois, les conditions météorologiques (exposition au soleil, différences de températures et d'humidité, etc.) auxquelles le matériau va être exposé ne seront pas prises en compte dans l'évaluation sanitaire.

Par ailleurs, même si des essais de migration ont été réalisés par le WRAS (ou Water Regulations Advisory Scheme Ltd), les flotteurs ne sont pas certifiés par ce dernier. En effet, au regard des exigences du Règlement 31 (4) (b) pour les petites surfaces au contact de l'eau ou les surfaces ayant un contact transitoire, la certification n'est pas nécessaire au Royaume-Uni¹⁴. [REDACTED]

[REDACTED]. Dans cette situation, seules les parties 2.2.1 (odeur & flaveur) et 2.4 (prolifération de la croissance microbienne) de la norme BS 6920¹⁵ sont demandées. Le producteur et distributeur d'eau est responsable de l'évaluation des risques pour l'installation des panneaux.

¹⁰ Arrêté du 29 mai 1997 modifié relatif aux matériaux et objets utilisés dans les installations fixes de production, de traitement et de distribution d'eau destinée à la consommation humaine.

¹¹ Arrêté du 18 août 2009 relatif aux conditions d'habilitation des laboratoires en application de l'article R*. 1321-52 du code de la santé publique.

¹² XP P 41-250-1 : Effet des matériaux sur la qualité des eaux destinées à la consommation humaine – Matériaux organiques – Partie 1 : Méthode de mesure des paramètres organoleptiques et physico-chimiques.

¹³ XP P 41-250-2 : Effet des matériaux sur la qualité des eaux destinées à la consommation humaine – Matériaux organiques – Partie 2 : Méthode de mesure des micropolluants minéraux et organiques.

¹⁴ <http://dwi.defra.gov.uk/drinking-water-products/advice-and-approval/Advicesheet8.pdf> (consulté le 29/04/2020).

¹⁵ BS 6920: Suitability of non-metallic materials and products for use in contact with water intended for human consumption with regard to their effect on the quality of the water.

La formation de biofilm, paramètre non pris en compte dans le cadre de l'ACS mais pris en compte dans l'analyse du WRAS (test d'analyse de l'aptitude à la prolifération bactérienne selon la norme BS 6920 conforme), est également évoquée dans le rapport SCP en lien avec le vieillissement du matériau. Il est effectivement évident qu'un développement de biofilm est inévitable sur les surfaces immergées comme pour tous les matériaux placés de façon prolongée au contact de l'eau. Il est peu probable que le développement de biofilm ait un impact négatif sur la qualité de l'eau à potabiliser. Un effet éventuel pourra être évalué dans le cadre du suivi des effets de la couverture du plan d'eau sur son fonctionnement écologique et sur la qualité de l'eau.

Les câbles électriques [REDACTED] et d'ancrage [REDACTED] sont aussi partiellement immergés mais sur de faibles longueurs. Les rapports S/V sont extrêmement faibles et la probabilité d'un effet mesurable sur la qualité de l'eau est négligeable. Dans les approches communes de la « 4MSI », pour les produits ayant une très faible surface au contact de l'EDCH il n'y a pas d'exigence de conformité des matériaux aux listes positives ni d'essais de migration (groupe de risque 5) (4MSI, 2020a, 2020b).

Matériaux en contact par ruissellement d'eau de pluie

Les autres matériaux [REDACTED] modules photovoltaïques ; [REDACTED] barres d'ancrage ; [REDACTED] clés de connexion ; [REDACTED] éléments de fixation [REDACTED] ; [REDACTED] câbles électriques ; [REDACTED] câbles d'ancrage aux berges du réservoir [REDACTED] ne sont pas en contact direct et prolongé avec l'eau stockée, mais sont susceptibles d'impacter la qualité de l'eau par ruissellement d'eau de pluie. Le rapport SCP indique que le volume d'eau de ruissellement représente au maximum 0,7 % du volume total de la réserve (pluviométrie cumulée sur 3 mois et en considérant [REDACTED] de surface exposée).

L'ACS n'est pas un moyen adapté de vérification de l'innocuité des matériaux non au contact direct de l'eau brute. Par ailleurs, pour l'ensemble des produits concernés, les rapports S/V sont extrêmement faibles (même en considérant que le volume total potentiellement impacté est de [REDACTED] et la probabilité d'un effet mesurable sur la qualité de l'eau est négligeable en fonctionnement normal (hors incendie ou naufrage, etc.).

ERS

Il ressort que les éléments/matériaux retenus comme dangers par le pétitionnaire [REDACTED] [REDACTED] présentent une solubilité quasi-nulle dans l'eau, ne permettant pas l'élaboration de scénarios d'exposition réalistes et de mener à terme une ERS. Ainsi la SCP est partie d'une concentration théorique présentant un risque sanitaire et a vérifié s'il était possible de trouver de telles concentrations dans l'eau de la réserve du Vallon Dol après l'installation des panneaux photovoltaïques. Pour cela, une modélisation des quantités admissibles en termes d'ingestion pour « respecter un risque acceptable » a été effectuée avec le logiciel MODUL'ERS développé par l'INERIS pour la réalisation des évaluations de risque sanitaire dans le cadre des Analyses de Risques Résiduels (ARR) des sites et sols pollués.

Par ailleurs, compte tenu des valeurs toxicologiques de référence (VTR) disponibles et des recommandations pour leur choix pour mener les ERS dans le cadre des études d'impact et de gestion des sites et sols pollués (DGS, 2014), la SCP a retenu uniquement l'Al (VTR = 1 mg/kg/j selon ATSDR¹⁶ (2008)) et le Zn (VTR = 0,3 mg/kg/j selon l'US-EPA¹⁷ (2005)) comme molécule-traceur pour l'ERS.

¹⁶ ATSDR : Agency for Toxic Substances and Disease Registry.

¹⁷ US-EPA : United-States Environmental Protection Agency.

Lors de l'estimation des populations-cibles et des expositions, la SCP retient l' « *ensemble des personnes ayant accès à l'eau potable de la réserve Vallon Dol (environ 1 000 000 de personnes)* », avec comme « *usage prépondérant l'ingestion d'eau du robinet* ». Des scénarios d'exposition détaillés (scénario tenant compte des habitudes de consommation d'eau de la population en fonction de son âge et scénario retenant une consommation hydrique quotidienne de deux litres pour l'ensemble des personnes) sont ensuite élaborés pour l'ERS à l'aide du logiciel MODUL'ERS de l'INERIS.

Selon le logiciel MODUL'ERS, le risque sanitaire pourrait être acceptable (quotient de danger inférieur à 1), en considérant une consommation de 2L/j (scénario majorant et donc protecteur pour les enfants), avec des concentrations de :

- 6 200 µg/L d'Al et 0 en Zn,
- 1 800 µg/L de Zn et 0 en Al,
- 1 400 µg/L de Zn et 1 400 µg/L d'Al.

Mesurer de telles concentrations dans l'eau brute de la réserve de Vallon Dol est très peu probable compte tenu de la très faible solubilité des matériaux utilisés pour la construction de l'installation des panneaux photovoltaïques flottants.

Dans le rapport fourni, la SCP précise que l'ERS est réalisée selon un scénario majorant considérant une exposition sur un an, alors que les analyses d'eau mensuelles permettraient de détecter des anomalies (cf. références de qualité de l'arrêté du 11 janvier 2007), ce qui limiterait l'exposition des populations à un mois au maximum. De plus, « *l'évaluation des risques sanitaires est menée en considérant que les substances prises en compte sont présentes dans l'eau du robinet simultanément* ».

Selon le pétitionnaire, en tenant compte des concentrations moyennes dans la ressource, pour atteindre les références de qualité dans l'EDCH de l'Al (200 µg/L), du Fe (200 µg/L) et du carbone organique total (COT) témoin d'une contamination par les matériaux organiques (2 mg/L) et la limite de qualité dans l'eau brute du Zn (5000 µg/L), ceci équivaldrait à dissoudre plus d'une tonne de PEHD, 614 kg d'Al ou de Fe et 15,62 tonnes de Zn.

Les bases méthodologiques de cette évaluation sont toutefois discutables :

- La pertinence de l'utilisation du logiciel MODUL'ERS est questionnable. Les équations développées pour la modélisation des expositions liées à la contamination d'un sol ou aux émissions d'une installation industrielle (ICPE) ne sont pas forcément adaptées pour l'ERS liée aux panneaux photovoltaïques flottants ;
- Les recommandations pour choisir les VTR inhérentes à la méthode sont différentes de celles de l'Agence (Anses, 2012). À titre d'exemple, pour l'Al, la Dose Hebdomadaire Tolérable Provisoire (DHTP) de 1 mg/kg pc/semaine de l'EFSA est utilisée dans les évaluations de l'Agence (EFSA, 2008) ;
- Les évaluations relatives aux éléments métalliques (Fe, Zn, Al, Mg) sont basées sur des constantes de solubilité théoriques qui ne sont pas applicables dans le contexte de la corrosion de matériaux métalliques (formation de produits de corrosion, influence des caractéristiques des eaux, etc.) ;
- Le suivi du COT comme moyen de vérification de « non migration » depuis les matériaux organiques n'est pas pertinent, car pas suffisamment sensible au regard du bruit de fond bien trop important. La formulation des composants du flotteur, nécessaire pour connaître les molécules pertinentes éventuellement à suivre dans l'eau, est confidentielle et n'est connue que des laboratoires habilités.

L'évaluation du risque sanitaire lié à certains constituants (Al, Zn) du dispositif photovoltaïque, selon la méthodologie développée par l'INERIS pour les ICPE et avec le logiciel MODUL'ERS n'est pas adaptée.

Conformément aux exigences réglementaires, les produits constitués ou contenant des matériaux organiques en contact direct et permanent avec l'eau de la réserve devront disposer d'une ACS, garantissant leur innocuité vis-à-vis de la qualité de l'eau.

L'impact des matériaux exposés au ruissellement d'eau de pluie, sur la qualité de l'eau peut être considéré comme négligeable, mais il est important de suivre l'évolution des teneurs en métaux des sédiments, lors des vidanges, les métaux pouvant s'accumuler au cours du temps.

3.2.3. Impact sanitaire en cas d'accident

Le risque « *incendie* » et le « *comportement au feu* » ont été explorés par la SCP.

SCP et EDF Renouvelables n'ont pas de retour d'expérience sur les centrales photovoltaïques flottantes. Ainsi, la base de données « ARIA » du Bureau d'analyse des risques et pollutions accidentelles (BARPI) du ministère de l'écologie a été consultée pour identifier les principaux accidents intervenus sur l'ensemble des centrales photovoltaïques (au sol et en toiture). Sur les 94 événements recensés, deux ont été retenus : l'incendie dû à l'endommagement d'un câble électrique lors d'un fauchage (court-circuit) et l'incendie dû à un onduleur.

Les événements recensés sont en accord avec les informations obtenues lors des auditions pour l'expertise de 2011. Le risque d'incendie est faible : « *en Allemagne, où il y a beaucoup plus de centrales qu'en France et dont 10 à 15 % sont installées au sol (15 GW produits en Allemagne pour 1 GW produit en France) avec 10 ans de recul il y a très peu d'incendies. Le principal risque est la formation d'un arc électrique. Pour les installations au sol, les installateurs sont des professionnels qui respectent les normes relatives aux installations électriques. Les incendies sont plus fréquents sur les installations sur toiture et dans la majorité des cas ils sont liés à un défaut d'installation.*

Pour les sites où le risque d'incendie est important, le développeur doit montrer que son installation ne va pas augmenter ce dernier. Les modules produisant de l'électricité en permanence, lors d'un incendie, les pompiers laisseront brûler plutôt que d'intervenir. Le verre fondu emprisonne le tellure de cadmium ».

Par ailleurs, comme signalé par le pétitionnaire, le Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB) a procédé à des essais de réaction au feu des modules photovoltaïques dans le cadre d'une étude INERIS/CSTB de 2010 sur le comportement au feu des modules photovoltaïques (modules sur un bâtiment). L'étude conclut que les modules ne contribuent que très faiblement au développement du feu.

Les risques liés à la casse et à la survenue d'avarie sur les panneaux photovoltaïques sont aussi considérés dans le rapport de SCP. Les essais sur les modules poly-cristallins avec bi-verre et cadre aluminium, similaires à ceux utilisés au Vallon Dol, sont fournis. À noter qu'ils ne contiennent pas de tellure de cadmium, danger identifié lors de l'expertise de l'Anses de 2011.

La SCP n'a pas réalisé d'analyse de risques liés au vent. Cependant, les rapporteurs rappellent que, la technologie [REDACTED] a été utilisée sur de nombreux autres plans d'eau dans le monde et 90 centrales flottantes sont installées dans des zones à risques et [REDACTED] dispose de plus de 5 ans de retour d'expérience dans les environnements difficiles (résistance à des

typhons)¹⁸. Sur le site internet [REDACTED], il est fait état de 70 tests de vent en soufflerie (en sus des tests « neiges », « vagues et milieux marins »). Les flotteurs et le système de fixation ont été validés à 60 m/s et la centrale complète à 38 m/s. La météo sur Marignane (période 1991-2010) fait état de vents (vent horaire à 10 m, moyenné sur 10 mn) de 16,9 m/s. Des rafales de 130 km/h (36 m/s) sont possibles¹⁹.

3.3. Conclusions et recommandations du CES « Eaux »

Au regard des éléments présentés dans le dossier de la SCP, le CES « Eaux » note que :

- La réserve de Vallon Dol est complètement artificielle ;
- Le canal de Provence captant l'eau du Verdon et alimentant la réserve de Vallon Dol assure 1/3 des besoins en EDCH de l'agglomération marseillaise. La réserve de Vallon Dol apporte 2,8 millions de m³ (3-4 jours de consommation) destinés à la sécurité de l'alimentation en EDCH de la ville de Marseille ;
- Il existe un système d'alerte et une gestion du système d'alimentation du bassin qui prend en compte les risques de pollution accidentelle et qui intégreront les nouvelles installations envisagées ;
- La réserve de Vallon Dol peut être isolée en cas d'accident impactant la qualité de son eau ;
- Le PPI de la prise d'eau pourrait être limité à un secteur du plan d'eau proche de la tour de prise d'eau comme cela est le cas habituellement ;
- L'eau brute de la réserve subit plusieurs étapes de traitement de potabilisation mais qui ne sont pas efficaces pour traiter les polluants organiques qui pourraient éventuellement être relargués par les matériaux de la centrale flottante ;
- Malgré de nombreuses incertitudes, il est très probable que la couverture du plan d'eau (71 %) aura des effets sur son fonctionnement écologique et en conséquence sur la qualité de l'eau ;
- L'impact sur la qualité de l'eau des matériaux exposés au ruissellement peut être considéré comme négligeable, mais il est important de suivre l'évolution des teneurs en métaux des sédiments dans lesquels les métaux peuvent s'accumuler au cours du temps (analyses lors des vidanges) ;
- En l'absence de lignes directrices validées permettant de réaliser une analyse du risque sanitaire lié à l'installation d'une centrale photovoltaïque flottante dans le PPI d'une eau de surface, la SCP a utilisé le logiciel MODUL'ERS développé par l'INERIS pour l'ERS des ICPE. Il convient de s'interroger sur la pertinence de son utilisation pour l'ERS des contaminants relargués par les matériaux de la centrale photovoltaïque, hors de son champ d'application ;
- Pour les matériaux organiques (ou les produits comportant au moins un élément organique) en contact direct avec l'eau, l'innocuité vis-à-vis de la qualité de l'eau peut être évaluée au moyen de l'attestation de conformité sanitaire (ACS), répondant ainsi aux exigences réglementaires.

¹⁸ <https://www.ciel-et-terre.net/worldwide-presence/> (consulté le 29/04/2020).

¹⁹ <https://www.infoclimat.fr/climatologie/annee/2019/marseille-marignane-marseille-provence/valeurs/07650.html> (consulté le 29/04/2020).

En conséquence, le CES « Eaux » considère que l'installation, l'exploitation, la maintenance de panneaux photovoltaïques flottants sur la réserve d'eau brute du Vallon Dol ne devraient pas entraîner de risque inacceptable pour la qualité de l'eau utilisée pour produire de l'EDCH et *in fine* sur l'eau distribuée aux consommateurs, à condition que les mesures de maîtrise proposées par la SCP et celles recommandées ci-après soient impérativement mises en œuvre.

Le CES « Eaux » recommande que les mesures de maîtrise suivantes soient mises en œuvre en cas d'implantation du dispositif flottant de panneaux photovoltaïques :

- L'obligation pour les flotteurs de disposer d'une ACS ;
- Une surveillance, de quelques variables du fonctionnement écologique du plan d'eau, afin d'identifier les changements majeurs intervenant dans ce fonctionnement et leurs conséquences éventuelles sur la qualité de l'eau.

Ainsi, il est recommandé un suivi mensuel à l'aide d'une sonde multiparamètres permettant de faire des profils verticaux, installée au centre du plan d'eau, des variables suivantes :

- Concentration en chlorophylle-a pour déterminer l'impact de la couverture en panneaux photovoltaïques sur la production primaire du plan d'eau ;
- Température afin d'évaluer les conséquences de la couverture du plan d'eau sur la stratification thermique de la colonne d'eau ;
- Concentration en oxygène dans la colonne d'eau afin d'évaluer si les modifications dans la production primaire et la stratification thermique de la colonne d'eau ont une influence sur les concentrations en oxygène, notamment près du fond de la retenue.

Il est également recommandé de réaliser un suivi (4 fois/an) à différentes profondeurs de la colonne d'eau (surface, - 10 m, - 20 m, - 30 m), pendant les trois premières années d'exploitation des panneaux photovoltaïques flottants, des concentrations en phosphates, phosphore total et éléments traces métalliques afin de contrôler la libération éventuelle de polluants absorbés sur les sédiments exposés à des eaux anoxiques et l'éventuelle accumulation de phosphore. En effet, un suivi des sédiments n'est pas réalisable au regard de la difficulté de leur prélèvement en dehors des périodes de vidange, du fond bétonné de la réserve et de la faible épaisseur de sédiments (de l'ordre de 10 cm).

Par ailleurs, si les résultats du suivi mensuel de COT dans l'eau de la réserve tendaient à augmenter (effet non attendu), une caractérisation et un suivi de la matière organique seraient nécessaires pour évaluer l'éventuelle incidence sur le traitement de l'eau (Santé Canada, 2020). Lors des vidanges, les teneurs en ETM des sédiments doivent continuer à être analysés.

Au regard de l'objectif sanitaire associé au PPI, à savoir empêcher la détérioration des ouvrages de prélèvement et éviter les déversements ou les infiltrations de substances polluantes à proximité immédiate ou sur le captage, les dérogations au moyen d'atteindre cet objectif en autorisant d'autres activités que celles strictement destinées à l'exploitation et à l'entretien des ouvrages et du périmètre lui-même, devraient rester exceptionnelles.

Par ailleurs, la sensibilité des plans d'eau à l'impact d'une couverture importante de leur surface par des panneaux photovoltaïques est probablement très variable d'un plan d'eau à un autre en fonction de leurs caractéristiques (profondeur, niveau trophique, qualité des sédiments...). **Ainsi les conclusions et recommandations du CES « Eaux » ne sont applicables qu'à la réserve d'eau du Vallon Dol.**

4. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS DE L'AGENCE

L'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail adopte les conclusions du CES « Eaux » et souligne l'importance des recommandations associées à l'éventuel octroi de l'autorisation exceptionnelle.

Au regard des situations accidentelles susceptibles de dégrader les modules photovoltaïques, et bien qu'à l'étude de celles-ci les risques considérés apparaissent maîtrisés, l'Anses recommande que la SCP et l'exploitant de l'unité de potabilisation actualisent leurs procédures d'alerte et de gestion. Elles devront permettre l'activation rapide du by-pass afin que l'unité de potabilisation soit alimentée directement par l'eau des deux branches d'arrivée d'eau du Verdon sans passer par la réserve du Vallon Dol afin de pouvoir faire face à un accident sur les ouvrages photovoltaïques dont les conséquences le nécessiteraient.

Dr Roger Genet

MOTS-CLES

Eau destinée à la consommation humaine, périmètres de protection des captages d'eau destinée à la consommation humaine, panneaux photovoltaïques flottants, centrale solaire flottante, flotovoltaïque.

Drinking water, catchment protection zones, floating solar, floating photovoltaic, floatovoltaic.

BIBLIOGRAPHIE

4MSI (2020a). Common Approach on Organic Materials in Contact with Drinking Water: Draft Part C - Procedures and Methods for Testing and Accepting Products Made of Organic Materials. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/3521/dokumente/3_-_20200812_4msi_common_approach_on_organic_materials_part_c_draft.pdf

4MSI (2020b). Certification and approval of products in contact with drinking water: 4MSI Draft Common Approach. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/3521/dokumente/4_-_20200812_4msi_common_approach_on_certification_and_approval.pdf

ANSES (2011). Analyse des risques sanitaires liés à l'installation, à l'exploitation, à la maintenance et à l'abandon de dispositifs d'exploitation d'énergies renouvelables (géothermie, capteurs solaires et éoliennes) dans les périmètres de protection des captages d'eau destinée à la consommation humaine. <https://www.anses.fr/fr/system/files/EAUX2010sa0047Ra.pdf>

ANSES (2012). Valeurs sanitaires de référence (VR) – Guide des pratiques d'analyse et de choix. <https://www.anses.fr/fr/system/files/CHIM2011sa0355Ra.pdf>

BARRETT P.M., HULL E.A., KING C.E., BURKART K., OTT K.A., RYAN J.N., GAVEL J.E., NEUMANN R.B. (2018). Increased exposure of plankton to arsenic in contaminated weakly-stratified lakes. *Science of the Total Environment*, 625, 1606-1614.

BERG J.S., JÉZÉQUEL D., DUVERGER A., LAMY D., LABERTY-ROBERT C., MIOT J. (2019). Microbial diversity involved in iron and cryptic sulfur cycling in the ferruginous, low-sulfate waters of Lake Pavin. *PLoS ONE* 14(2): e0212787. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0212787>

CHÂTEAU P-A., WUNDERLICH R.F., WANG T-W., LAI H-T., CHEN C-C., CHANG F-J. (2019). Mathematical modeling suggests high potential for the deployment of floating photovoltaic on fish ponds. *Science of the Total Environment*, 68, pp. 654–666.

DAVIS H. (2019). Life and death in the anthropocene in "The Routledge Companion to Critical Approaches to Contemporary Architecture", editors Swati Chattopadhyay and Jeremy White

- DGS (2008). Protection des captages d'eau – Acteurs et stratégies.
https://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/guide_protection_des_captages_d_eau.pdf
- DGS (2014). Note d'information DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31/10/14 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact et de la gestion des sites et sols pollués ». https://aida.ineris.fr/consultation_document/33320
- EFSA (2008). Safety of aluminium from dietary intake, EFSA Journal (2008) 754, 1-34.
- HAAS J., KHALIGHI J., DE LA FUENTE A., GERBERSDORF S.U., NOWAK W., CHEN P.J. (2020). Floating photovoltaic plants: Ecological impacts versus hydropower operation flexibility. Energy Conservation and management, 206, art. no. 112414.
- HAGHIGHI E., MADANI K., HOEKSTRA A.Y. (2018). The water footprint of water conservation using shade balls in California. Nature Sustainability, 1(7), pp. 358-360.
- HAUDEBERT L., LE SAOUT M., CARRÉ J. (1999). Protection des prises d'eau de surface. Quelles stratégies ? Les études des agences de l'eau n°75.
<http://oai.eauetbiodiversite.fr/entrepotsOAI/EIA/B14152.pdf>
- KARPOUZOGLOU T., VLASWINKEL B., VAN DER MOLEN J. (2020). Effect of large-scale floating (solar photovoltaic) platforms on hydrodynamic and primary production in a coastal sea from a water column model. Ocean Science, 16, 195-208.
- MINISTÈRE CHARGÉ DE LA SANTÉ (2018). Guide technique - Protection des captages d'eau – Acteurs et stratégies.
https://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/guide_protection_des_captages_d_eau.pdf
- PELTIER E.F., WEBB S.M., GAILLARD J.F. (2003). Zinc and lead sequestration in an impacted wetland system. Advances in Environmental Research, 8(1), 103-112.
- PIMENTEL DA SILVA G.D., BRANCO D.A.C. (2018). Is floating photovoltaic better than conventional photovoltaic? Assessing environmental impacts. Impact Assessment and Project Appraisal, 36(5), pp. 390-400.
- PIMENTEL DA SILVA G.D., MAGRINI A., BRANCO D.A.C. (2020). A multicriteria proposal for large-scale solar photovoltaic impact assessment. Impact Assessment and Project Appraisal, 38(1), pp. 3-15.
- SAHU A., YADAV N., SUDHAKAR K. (2016). Floating photovoltaic power plant: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews 66, pp. 815–824.
- SAKATA M. (1985). Diagenetic remobilization of manganese, iron, copper and lead in anoxic sediment of a freshwater pond. Water Research, 19(8), 1033-1038.
- SANTÉ CANADA (2020). Conseils sur la matière organique naturelle dans l'eau potable.
<https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/publications/vie-saine/conseils-matiere-organique-naturelle-eau-potable.html>

- TABOADA M., CÁCERES L., GRABER T., GALLEGUILLOS H., CABEZA L., ROJAS R. (2017). Solar water heating system and photovoltaic floating cover to reduce evaporation: experimental results and modeling. *Renewable Energy*, 105, 601-615.
- WHITE B.N., STOLARIK G.F. (2009). Controlling the photochemical production of bromate in open reservoir with shade balls. American Water Works Association Annual Conference and Exposition 2009, ACE 2009.