

ANNEXE 1 – Réponse à la demande de compléments 3

Q1 – POLICE DE L'EAU

Vous avez apporté des éléments techniques relatif à la hauteur TN du terrain. Si le dossier initial indiquait une hauteur TN de 8m, il apparaît que les coupes de l'ouvrage montrent un hauteur TN de 8,2m, hauteur qui est reprise dans le règlement d'eau que vous proposez. A ce titre et pour ce type d'ouvrage, il convient alors de se reporter à la réglementation issue du décret du 12 mai 2015, et non plus au décret 2007-1735.

R1 – MAITRE D'OUVRAGE

Effectivement le dossier initial, déposé en septembre 2013, indique une hauteur du seuil d'environ 8m par rapport au T.N dans les caractéristiques générales (VOL 3). Mais il affiche aussi dans les éléments graphiques (VOL 6 – Coupe AA et Coupe BB) une hauteur d'ouvrage de 8.2 m ainsi que dans le règlement d'eau (VOL 16).

Des explications sur ces deux valeurs ont déjà été apportées lors des compléments n°2 remis par le Maitre d'Ouvrage en début d'année. Elles sont reprises ci-dessous et confirme que le seuil constitue un barrage de classe C au titre du R214-112 du Code de l'Environnement tel que modifié par DECRET n°2015-526 du 12 mai 2015 – art.17.

2) **Justification avancée sur le classement du barrage**

Le projet de centrale hydroélectrique de Belle Etoile a fait l'objet d'un Avant Projet Détaillé. Pour le besoin de cette étude des profils en travers bathymétriques de le fleuve aux abords du projet ont été effectués.

Sur la base des levés bathymétriques on estime que le niveau moyen du terrain naturel dans le fleuve sous le seuil est : +4.50 m NGG (le point bas étant à environ +4.00 m NGG).

La crête du seuil a été fixée à la cote +12.20 m NGG ce qui donne une hauteur d'ouvrage de 8.20 m au droit du point le plus bas. En rive, la crête de l'ouvrage est rehaussée avec l'élévation du terrain naturel conservant une hauteur d'ouvrage inférieure à 8.00 m.

En termes de volume de retenue, les calculs permettent de l'évaluer à environ 18 hm³, en considérant l'état de référence du cours d'eau comme étant le fleuve au module.

Le produit $H^2 \times V^{0.5}$ estimé en considérant le plot de plus grande hauteur sur TN est donc de l'ordre de 300 hm³, et donc supérieur à 20.

Les caractéristiques géométriques de l'ouvrage permettent donc de considérer que le seuil constitue un barrage de classe C au sens de l'article R. 214-112 du Code de l'Environnement.

(Extrait du dossier complémentaire n°2)

Effectivement, depuis le dépôt du premier dossier de demande d'autorisation le décret du 12 mai 2015 est entré en application. Ce dernier précise également à l'article 31 que les demandes d'autorisations introduites avant sa date de publication restent soumises aux dispositions du code de l'Environnement.

Article 31 [En savoir plus sur cet article...](#)

Les dispositions du [code de l'environnement](#) dans leur rédaction antérieure à la date de publication du présent décret modifiées par le présent décret et les textes pris pour leur mise en œuvre restent applicables aux demandes d'autorisation d'ouvrages relevant des rubriques 3.2.5.0 et 3.2.6.0 introduites avant cette date.

(Extrait du décret 2015-526 du 12 mai 2015)

Toutefois, après vérification, ce nouveau décret n'a pas d'incidence sur la classification du barrage du projet hydroélectrique de Saut Belle-Etoile.

Q2 – POLICE DE L’EAU

L’approche géotechnique et géologique proposée dans le dossier (initial + compléments) expose à de grandes incertitudes quant aux caractéristiques de la fondation de l’ouvrage, et donc à des contraintes inattendues en phase travaux malgré l’aspect favorable par la présence d’un point dur que représente le seuil naturel du cours d’eau. Ce point pourrait être précisé.

R2 – MAITRE D’OUVRAGE

La stabilité de l’ouvrage a été précisée dans le dossier complémentaire n°2 avec un tableau déclinant les niveaux de stabilité générale du seuil pour 5 situations de projets différentes (3 permanentes et 2 rares) confrontées à 3 événements distincts : le glissement, la flottaison, et le renversement.

Les différentes situations de projet retenues pour vérifier la stabilité du seuil de Saut Belle Etoile sont :

- Situations quasi-permanente :
 - Cas 1 : RN (retenue normale)
 - Cas 2 : Module (débit moyen du fleuve)
 - Cas 3 : Module + engravement
- Situations rares :
 - Cas 4 : PHE (Plus Hautes Eaux)
 - Cas 5 : Perte de retenue aval

La situation de perte de retenue aval considère un niveau d’eau d’un mètre à l’aval et la retenue normale à l’amont.

Tabl. 1 - Résultats des calculs de stabilité générale du seuil

	Glissement	Flottaison	Renversement
Permanent	> 1,00	> 1,50	< 0,16
Cas1	1,36	2,07	0,06
Cas2	1,16	1,91	0,12
Cas3	1,03	1,91	0,14
Rare	>1,00	>1,30	<0,25
Cas4	1,59	1,57	0,16
Cas5	1,32	2,52	0,09

(Extrait du dossier complémentaire n°2)

Effectivement, on a fait des investigations normales à ce stade de l’étude et il demeure des incertitudes sur les hypothèses géotechniques. Elle seront levées par les études de phase « PRO » qui sont lancées en phase pré-construction.

Q3 – POLICE DE L'EAU

S'agissant du dimensionnement de l'ouvrage en termes de sécurité, si le projet a été dimensionné sur la base d'un débit centennal, il apparaît que cette période de retour paraît insuffisante au regard des recommandations du CFBR de juin 2013 en matière de dimensionnement des évacuateurs de crues de barrages. En effet, étant donné que le seuil déversant est rigide et que les digues sont meubles, ces recommandations indiquent que la crue millénale doit être retenue. En sus, aucune situation extrême n'est envisagée au-delà de ce temps de retour. Je vous demande également de m'indiquer si les digues de fermeture sont conçues pour accepter un déversement supérieur à la période de temps de retour considéré. Une coupe spécifique de ces ouvrages devra être jointe au dossier.

R3 – MAITRE D'OUVRAGE

Dimensionnement des ouvrages

Contexte

Les ouvrages de retenue de l'aménagement hydroélectrique de Mana sont un seuil déversant et une digue de fermeture de classe C. Le dimensionnement de ces types d'ouvrage est habituellement réalisé selon les recommandations du CFBR qui constituent les principales références en France. Ces recommandations sont formulées par des groupes de travail constituées de membres du CFBR issus de la profession et auxquels ARTELIA participe.

Les éléments techniques fournis dans le Dossier d'Autorisation pour l'ouvrage hydroélectrique du site de saut Belle-Etoile sur le fleuve de la Mana sont issus de l'étude d'Avant Projet réalisée en 2012 et 2013 par le Consultant ARTELIA Eau & Environnement.

Aspects réglementaires sur le dimensionnement des ouvrages hydrauliques

Les recommandations du CFBR distinguent les critères de dimensionnement des ouvrages d'évacuation des crues pour un barrage non-écrêteur suivant deux situations :

- Les situations exceptionnelles de crue,
- Les situations extrêmes de crues.

Les définitions de ces situations, extraites de la documentation du CFBR, sont rappelées ci-après.

Situation exceptionnelle de crue

Cette situation de projet concerne tous les barrages.

La situation exceptionnelle de crue conduisant à la cote des PHE peut résulter de divers événements hydrologiques, depuis la crue courte présentant un débit de pointe très élevé (donc écrêtée par la retenue) jusqu'à la crue longue présentant un débit durablement élevé (écrêtement réduit) en passant par les crues à pointes multiples (écrêtement de la première pointe, mais pas des suivantes).

La situation exceptionnelle de crue correspond à un niveau de remplissage laissant encore une revanche pour se protéger de l'effet des vagues et des irrégularités de la ligne d'eau, mais plus faible que pour la situation normale d'exploitation. Pour cette situation de crue, l'ouvrage doit répondre à tous les standards de sécurité, que ce soit sur le plan structural (résistance au cisaillement ou au glissement, résistance en fondation, résistance à l'érosion interne, résistance à l'affouillement) ou sur le plan hydraulique (marge par rapport au débordement des coursiers, ouvrages de dissipation correctement dimensionnés). On dispose donc encore de marges avant d'atteindre des états-limites de rupture.

La probabilité annuelle associée à cette situation de projet (ou son inverse, la période de retour) est définie dans les «Recommandations pour le dimensionnement des évacuateurs de crues», document rédigé sous l'égide du CFBR.

Dans sa version datée de juin 2013, les périodes de retour recommandées sont celles des tableaux ci-dessous.

	Barrages rigides	Barrages meubles
A	1000 à 3000	10000
B	1000	3000
C	300	1000
D avec $V \geq 50000 \text{ m}^3$	100	300

Situation extrême de crue

Cette situation de projet est définie par l'atteinte de la cote de danger.

Cet état peut résulter soit d'une crue extrême avec un fonctionnement nominal de l'évacuateur de crues, soit d'une crue plus faible combinée avec un dysfonctionnement de l'évacuateur de crues.

En effet, la capacité d'évacuation des crues peut être réduite par certaines défaillances d'éléments ou de composants impliqués directement dans la sécurité des évacuateurs, ce qui amène à des niveaux hydrauliques potentiellement plus défavorables.

La probabilité annuelle associée à cette situation de projet est définie dans les «Recommandations pour le dimensionnement des évacuateurs de crues», document rédigé sous l'égide du CFBR. Dans sa version datée de juin 2012, les périodes de retour recommandées sont celles du tableau ci-dessous.

Classe du barrage	Probabilité annuelle de dépassement
A	10^{-5}
B	$3 \cdot 10^{-5}$
C	10^{-4}
D	10^{-3}

Par ailleurs on notera que la situation extrême de crues définit la côte de danger, à savoir, selon le CFBR :

« [...] La côte de danger correspond à la cote au-delà de laquelle on ne sait plus garantir la stabilité de l'ouvrage.

La vérification par le calcul de la stabilité intrinsèque du barrage pour cette cote est juste assurée avec les coefficients partiels associés aux situations extrêmes. Par ailleurs, à cette cote, le passage des crues s'effectue également sans causer la rupture de l'ouvrage (pas de ruine du barrage causée par le débordement d'un coursier, par l'érosion en pied due à la dissipation de l'énergie, etc.). Cela ne signifie pas qu'il y a rupture du barrage dès dépassement de cette cote. Il y a en effet encore des marges « cachées » dans les méthodes de calcul (par exemple dans la notion de valeur caractéristique prise en compte dans les paramètres de résistance mécanique) et dans l'appréciation de l'ingénieur. En ce sens, la probabilité de rupture dès le dépassement de la cote de danger peut être significative mais sans être égale à 1. La rupture dépend également encore de nombreux facteurs, comme par exemple l'ampleur et la durée du dépassement de la cote de danger (cas du déversement en crête d'un barrage meuble par exemple).

La détermination directe de cette cote pose d'importantes difficultés et il paraît inévitable d'adopter des règles forfaitaires (en tout cas pour fixer, par type de barrage, une borne supérieure) ; un état pathologique, un comportement particulier, un sous-dimensionnement de la structure peuvent justifier de retenir des valeurs inférieures. Selon les types d'ouvrages, la détermination de la cote de danger peut être entachée d'une incertitude plus ou moins forte.

Par ailleurs, on peut parfois ne pas déterminer directement la valeur de la cote de danger, s'il peut être démontré que la stabilité du barrage reste assurée, avec les coefficients partiels associés aux situations extrêmes, pour la cote atteinte dans ces situations extrêmes. Cette cote est alors une borne inférieure pour la cote de danger.

Il est également possible que, dans certains cas particuliers, la cote de danger n'existe pas (par exemple pour un barrage dont la submersion fait rapidement monter la cote aval, conduisant à un fonctionnement proche d'un seuil en rivière).

Bilan

En termes réglementaire, il n'existe donc pas à proprement parler de définition directe de la côte supérieure des ouvrages en fonction d'une crue de dimensionnement. En revanche, il est impératif que la stabilité des ouvrages et leur intégrité structurelle soit garantie lors du passage d'évènements de temps de retour égal ou inférieur à celui d'une crue exceptionnelle. Il convient également de vérifier la stabilité limite des ouvrages lors d'évènements de temps de retour correspondant à des situations extrêmes.

Les ouvrages de retenue que sont le seuil déversant et la digue de fermeture seront dimensionnés, selon les recommandations du CFBR, pour une situation exceptionnelle de crue d'une période de retour de 1 000 ans. A noter que pour des crues de cette période de retour, au vu de la configuration de la rivière et du site, l'aménagement et la zone du projet seront entièrement noyés par l'aval. Une telle configuration ne sera donc pas la plus contraignante du point de vue de la stabilité des ouvrages. Les situations critiques pour la stabilité de ce type d'ouvrage de faible hauteur sont généralement atteintes avec une charge d'eau amont et sans ou avec un faible niveau d'eau aval. Ce type de situation correspond en règle générale à des débits de rivière allant du module à des crues biennale.

De même et au vu du calage altimétrique des ouvrages de retenu, pour des crues supérieures à celles retenues pour des situations exceptionnelle de crue, le seuil déversant et la digue de fermeture seront entièrement submergés. Ces ouvrages conçus pour être submergés lors de crues extrêmes, il ne sera pas possible de déterminer une cote de danger et par conséquent de réaliser un dimensionnement en considérant une situation extrême de crue.

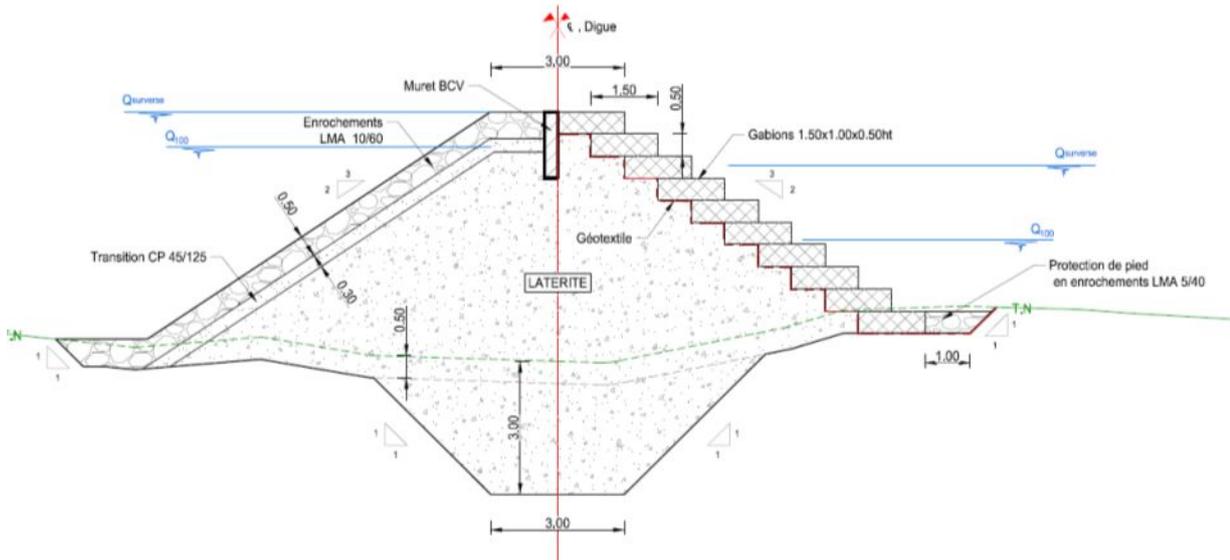
Digues de fermeture

Les digues de fermeture de l'aménagement hydroélectrique de Belle Etoile ont une crête calée à la cote +17.00 m NGG, soit 1 m au-dessus de la crue centennale. De part ce principe, les digues de fermeture rive constitueront des ouvrages particuliers et peu communs, dans la mesure où il n'est pas usuel de concevoir ce type d'ouvrage pour des déversements. Une telle conception est cependant envisageable dans le cas présent dans la mesure où ces déversements n'auront lieu que lorsque l'ouvrage sera complètement noyé par l'aval ce qui aura pour effet de fortement limiter l'énergie à dissiper sur l'ouvrage. Les digues se comporteront donc davantage comme un épi submergé que comme un déversoir. L'intégrité structurelle de ces ouvrages devra cependant être garantie au maximum possible dans la mesure où elles serviront de zone d'écoulement pour des évènements allant de la crue centennale à au-delà. Le pied aval de la digue et les berges rive gauche situées en aval sous la zone de déversement devront donc être protégées de manière appropriée.

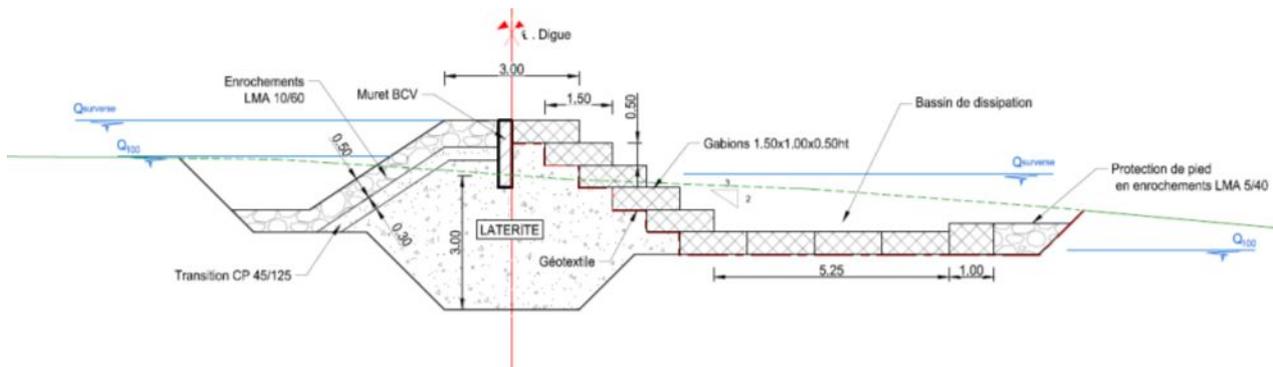
Par ailleurs, les digues servant de fermeture pour la retenue, il faudra également que celles-ci présentent une étanchéité suffisante afin de limiter les pertes d'eau et les risques d'érosion interne. Le concept de digue de fermeture envisagé à l'heure actuelle est basé sur une forme de noyau d'étanchéité et une protection intégrale (crête et épaulements) en enrochements ou gabions. La présence de terrains meubles en fondation interdit l'usage d'un noyau rigide de type béton. Les solutions envisagées à l'heure actuelle pour réaliser le noyau de la digue sont :

- noyau en latérites du site, si celles-ci peuvent supporter les épisodes de déversement et de décrue (à vérifier dans la suite des études),
- ou encore latérites traitées au liant, si un liant acceptable peut être déterminé,
- palplanches, si les terrains de fondation permettent leur fonçage (potentiellement délicat du fait de la présence éventuelle de gros blocs de granits pris dans la rive)
- ou encore rideau d'étanchéité type bentonite ou bentonite-ciment, réalisé à la pelle retro.

Ces différentes solutions seront examinées dans la suite des études toutefois vous trouverez ci-dessous un exemple de digue conçue sur ce principe.



Principe de digue avec surverse – sans bassin de dissipation aval



Principe de digue avec surverse – avec bassin de dissipation aval

Synthèse sur le dimensionnement

Dans le cadre des études PRO, les ouvrages de retenue seront repris et dimensionnés selon les dernières recommandations du CFBR.

Ainsi, la stabilité du seuil déversant devra être assurée en tenant compte d'une crue d'une période de retour de 1000 ans en situation exceptionnelle de crue et l'intégrité structurelle des digues de fermeture devra être garantie pour tout déversement.

Q4 – POLICE DE L'EAU

S'agissant des modalités de surveillance et du dispositif d'auscultation ; si les compléments sont satisfaisants, il manque cependant le détail du positionnement et du nombre d'appareils prévus. A ce titre, un plan serait utile.

R4 – MAITRE D'OUVRAGE

Le plan d'auscultation des ouvrages de retenue de Belle Etoile est joint à cette réponse.

Pour rappel, le dispositif d'auscultation sera constitué des appareils suivants :

Ouvrages	Appareils	Mesures	Fréquence
<i>Retenue</i>	Echelles limnimétriques : en amont et en aval du barrage	Mesures des niveaux d'eau pour l'analyse de la piézométrie.	Tous les mois
<i>Déversoir</i>	Repères de nivellement sur la crête de l'ouvrage (tous les 10 m)	Mesures des déplacements altimétriques et planimétriques de l'ouvrage	Tous les ans (période de non déversement)
<i>Digues</i>	Piézomètres : en crête et en pied des digues (tous les 50 m)	Mesures de la ligne piézométrique dans l'ouvrage	Tous les mois
	Déversoir de mesure de débit de fuite	Mesures des débits de fuite collectés par les drains en pieds aval des digues	Tous les mois
	Repères de nivellement sur la crête de l'ouvrage (tous les 10 m)	Mesures des déplacements altimétriques et planimétriques de l'ouvrage en période de non déversement.	Tous les ans

Q5 – POLICE DE L'EAU

Par ailleurs, les compléments fournis en termes de justification de la stabilité sont insuffisants pour permettre de se prononcer complètement. En effet, les hypothèses utilisées ne sont pas suffisamment précisées (notamment les caractéristiques mécaniques de résistance, la masse volumique et la cote de sédiments). Cependant, au vu des profils proposés, il ne semble pas y avoir de risque particulier de ne pas atteindre des coefficients de sécurité satisfaisants, pour le seuil en béton et pour les cas de charge examinés. Par contre, on rappelle d'une part que d'autres cas de charge devraient *a priori* être examinés, d'autre part que les digues de fermeture ne sont pas concernées par les calculs présentés, et qu'enfin que le niveau de protection choisi (crue centennale) ne semble pas justifié de manière adéquate. Les compléments ne répondent pas de manière satisfaisante sur ces points en particulier.

R5 – MAITRE D'OUVRAGE

Voir R2 et R3

Q6 – POLICE DE L'EAU

Ouvrages de franchissement

Vous indiquez dans la dernière note complémentaire que le débouché de la passe mixte poissons/pirogues est calé à 320 mètres en aval de l'usine. Celui-ci est trop éloigné du point de plus haute remontée des poissons migrateurs et, malgré son débit d'alimentation, la plupart des poissons ne pourront pas en trouver l'entrée en raison du mauvais dimensionnement.

Q7 – POLICE DE L'EAU

Par ailleurs, la hauteur de chute entre bassins est annoncée à 0,30m. Il convient de ramener cette hauteur à 0,20m dans une passe à poissons indépendante ou dans la passe à pirogues. Je rappelle par ailleurs que les adaptations particulières par « ventousage » des poissons guyanais ne concernant qu'un petit nombre d'espèces ; les autres espèces franchissant les obstacles par nage.

En outre, le fort marnage du niveau d'eau aval va faire chuter rapidement les vitesses au niveau de l'échancrure aval. Dans ces conditions et compte tenu des débits concurrents issus de la centrale, l'attractivité du dispositif sera très faible voire nulle.

Q8 – POLICE DE L'EAU

Il est nécessaire par ailleurs, pour évaluer finement cet ouvrage, d'apporter des simulations hydrauliques incluant un dossier de plans, schémas de coupe et note de calcul d'un niveau APS. Je vous rappelle à ce titre, qu'il vous avait été demandé (courrier n°2015-618 du 16 juin 2015) une simulation du fonctionnement hydraulique, accompagné des plans (profil en long au 1/100ème et profil en travers au 1/20ème), de la totalité des calculs simulant le fonctionnement hydraulique ainsi que des abaques de fonctionnement. Je vous informe que ces calculs et simulations devront être effectués selon différents débits (étiage, Qmna5, module et module*2).

R6 à R8 – MAITRE D'OUVRAGE

VOLTALIA précise qu'il s'agit d'études qui ne sont pas réalisés au niveau APS mais en phase PROJET. Nous avons d'ailleurs indiqué dans notre dossier complémentaire n°2 que ces plans et notes de calcul seraient arrêtés après finalisation du principe de passes à retenir en fonction de la concertation avec l'ONEMA et la DEAL.

L'entrée de la passe à pirogues sera rapprochée de la sortie de l'usine hydroélectrique, afin d'améliorer la perception de l'ouvrage par les poissons en montaison (proximité de l'obstacle, proximité du débit sortant de l'usine constituant ainsi un « attrait » pour la passe voisine).

Le principe d'aménagement retenu lors des études APS est la réalisation d'une passe mixte pour les pirogues et les poissons, avec une échancrure centrale large et profonde (permettant le passage des pirogues) et deux échancrures latérales profondes complémentaires. La profondeur des échancrures permet d'assurer une continuité des fonds d'un bassin à l'autre, ce qui permet d'assurer la franchissabilité de l'ouvrage pour les espèces se déplaçant par reptation, ventousage ou sauts successifs sur un fond naturel.

Concernant la hauteur de chute inter-bassins, l'ouvrage tel qu'il est prévu garantit de bonnes possibilités de franchissement, puisque les diverses échancrures profondes fournissent des conditions hydrodynamiques compatibles avec des capacités de nage très variées : les espèces aux capacités de nage réduites peuvent en effet franchir les seuils en passant dans les veines liquides entre blocs en profondeur, ou sauter dans la veine liquide en surface. Dans ces conditions, une hauteur de chute inter-bassins de 30 cm n'est pas incompatible avec une bonne franchissabilité de l'ouvrage. Néanmoins, afin de respecter les préconisations formulées par l'ONEMA dans le document *Appui technique à la DEAL pour l'hydroélectricité en Guyane - Rapport de mission 30 novembre au 10 décembre 2014* (juin 2015), la hauteur de chute entre bassins sera ramenée à 20 cm, les autres critères (puissance volumique dissipée, largeur des échancrures, longueur des bassins, hauteur d'eau) seront toujours respectés (c'est déjà le cas sur la configuration d'ouvrage envisagée).

En ce qui concerne la problématique de l'attractivité de l'ouvrage en conditions de hautes eaux, le premier seuil aval de l'ouvrage de franchissement reste dénoyé (donc avec une hauteur de chute et une vitesse de sortie attractives) jusqu'à 2xModule. A partir de 2xModule, le premier seuil aval est noyé, mais pas le suivant, qui conservera donc une certaine attractivité (même s'il est forcément plus en retrait) de par la hauteur de chute et vitesse de sortie.

L'attractivité d'un ouvrage de franchissement est liée au débit transitant dans la passe et à la vitesse d'écoulement au niveau de la dernière chute, ce qui rend l'écoulement sortant de l'ouvrage de remontée plus ou moins perceptible. En ce qui concerne l'ouvrage de franchissement de Belle Etoile, les conditions d'attractivité sont les suivantes :

Conditions d'attractivité de l'ouvrage de franchissement de Belle Etoile

	Etiage	Module	2 x Module	Q ₂
Débit de la Mana (m ³ /s)	≈ 43	300	700	924
Débit transitant dans la passe (m ³ /s)	5.7	16.5	50	70
Pourcentage de débit dans le dispositif de franchissement	13.2 %	5.5 %	7.1 %	7.5 %
Vitesse au droit de la dernière chute (m/s)	2.8	2.8	2.7	2.0

Du fait du jumelage passe à pirogues/passe à poissons, l'ouvrage de franchissement piscicole bénéficie du débit nécessaire au passage des pirogues. Il s'avère que le débit transitant dans la passe représente entre 5.5 % et 13.2 % du débit de la Mana, ce qui est bien supérieur aux préconisations existantes (1 à 5 % des débits concurrents – Larinier ; US Fish and Wildlife Services).

Les vitesses maximales au niveau de la dernière chute sont quant à elles assez fortes, ce qui permet d'assurer un champ de vitesse soutenu en entrée d'ouvrage de par la présence d'un jet de sortie, qui ne pourra être complètement masqué par les écoulements de la Mana (vitesse moyenne inférieure à 1 m/s), et qui restera quoiqu'il en soit plus perceptible que l'écoulement de la rivière Mana elle-même.

Les études de projet ultérieures permettront cependant de juger de l'intérêt de mettre en place une vanne de régulation sur le dernier seuil, qui permettrait de maintenir une hauteur de chute constante sur la gamme de conditions hydrologiques correspondant au passage des espèces.

En définitive, l'ouvrage prévu pour assurer le franchissement de montaison des poissons et des pirogues sera adapté lors des phases ultérieures d'études en respectant les principes suivants :

- Si possible, conservation d'un ouvrage mixte commun pour les poissons et les pirogues
- Entrée (aval) de l'ouvrage déplacé vers l'amont, à proximité immédiate du canal de restitution de l'usine
- Hauteur de chute inter-bassins ramenée à 20 cm (au lieu de 30 cm prévus actuellement)
- Si besoin, ajout d'une vanne de régulation du niveau aval, permettant de maintenir une hauteur de chute constante sur le premier seuil aval

L'ouvrage devant être modifié pour assurer une hauteur de chute inter-bassins de 20 cm, la modélisation hydraulique du fonctionnement de l'ouvrage pour la gamme [étiage – 2xModule] sera ré-établie lors des études complémentaires sur la base des nouvelles caractéristiques de l'aménagement.

Q9 – POLICE DE L'EAU

Dévalaison

La proposition de maintien d'un plan de grille à espacement de 100 mm, pouvant passer à 60 mm est conditionnée à la réalisation d'études sur la mortalité de poissons à travers l'aménagement de Saut Maman Valentin. Je vous rappelle que cette étude était prévue pour 2014 et qu'elle n'a toujours pas été réalisée. A ce jour, la seule étude réalisée sur l'aspect piscicole sur le site de Saut Maman Valentin porte sur des prélèvements à l'amont et à l'aval de la passe. Aucun échantillonnage ni suivi n'a été réalisé à l'aval immédiat de l'usine. C'est d'ailleurs à ce titre, que votre affirmation d'absence d'impact sur la dévalaison est injustifiée. En conséquence, je vous invite à proposer un plan de grille avec un maillage beaucoup plus fin n'excédant pas 20 mm, associé à un exutoire de dévalaison et un plan de grille orienté. Vous pourrez mener les études nécessaires pour aboutir à une proposition optimale combinant ces éléments. Je vous confirme à ce titre que s'agissant de votre proposition d'exutoire de dévalaison (goulotte), il convient de faire déboucher cet élément en pied de barrage (plutôt que dans le canal de fuite) avec un débit de l'ordre de 3 du débit d'équipement.

En tout état de cause, des justifications sont attendues sur le dimensionnement et le fonctionnement du dispositif de dévalaison avec une note technique complète, reprenant notamment la charge et la vitesse d'écoulement dans les différents éléments du système d'évacuation aval ainsi que le fonctionnement du seuil de contrôle du débit de dévalaison, en fonction des niveaux d'eau amont et aval.

R9 – MAITRE D'OUVRAGE

L'ouvrage sera modifié lors des phases ultérieures d'étude en respectant les préconisations formulées par l'ONEMA (*Guide pour la conception de prises d'eau « ichtyocompatibles » pour les petites centrales hydroélectriques* (Courret et Larinier, 2008) et *Appui technique à la DEAL pour l'hydroélectricité en Guyane - Rapport de mission 30 novembre au 10 décembre 2014* (2015)) :

- Mise en place d'un plan de grille vertical (ou quasi vertical pour des raisons d'entretien) orienté à 45° par rapport à l'écoulement, avec un espacement entre barreaux de 2 à 3 cm maximum. La vitesse normale au plan de grille ne dépassera pas 0.5 m/s.
- Mise en place d'un exutoire de surface à l'extrémité aval du plan de grille, qui débouchera dans une goulotte de dévalaison assurant le transfert des poissons jusqu'en aval du barrage (le long du mur guideau du canal de restitution de la centrale, côté rivière). Le dimensionnement permettra d'assurer une lame d'eau suffisante dans l'exutoire de surface et la goulotte, avec un débouché sécurisé en aval du barrage. Le débit de dévalaison représentera de l'ordre de 2% à 10% du débit maximum turbiné, et sera défini avec l'exutoire de surface pour assurer une vitesse « attractive » devant l'obstacle que représente la grille.

Le principe de ce type d'aménagement est illustré à titre d'exemple sur le plan ci-dessous :



Principe de dispositif de dévalaison (plan de grille incliné, exutoire de surface et chenal de dévalaison)

Q10 – POLICE DE L’EAU

Éclusées

Les éclusées en saison sèche et étiage fort, à certaines tranches horaires et un marnage de l’ordre de 1 m auraient un impact sans commune mesure sur le milieu aquatique. Par ailleurs, vous n’apportez aucune justification ni élément factuel permettant d’asseoir votre affirmation quant à l’intérêt de fournir de l’énergie en heure de pointe. Sans éléments justifiant ces éléments, ni analyses fines sur les impacts réels et globaux, notamment écologiques, le fonctionnement par éclusée ne peut être approuvé en l’état.

R10– MAITRE D’OUVRAGE

Nous ne ferons pas d’éclusées.

Q11 – POLICE DE L’EAU

Suivi

Les mesures de suivi pour les dispositifs de franchissement à la montaison sont similaires et concomitantes à ceux prévus sur l’ouvrage de Saut Maman Valentin. Or cet ouvrage est à ce jour non fonctionnel comme l’indique l’arrêté de mise en demeure n°R03-201604-06-004 du 06 avril 2016 auquel vous avez apporté des réponses le 7 juillet 2016. En tout état de cause il convient d’apporter des compléments avec la mise en place de suivis sur la mortalité des poissons en aval immédiat des turbines. De même des propositions sont attendues sur un dispositif de suivi de l’efficacité de la passe par piégeage directement dans l’ouvrage.

R11– MAITRE D’OUVRAGE

Nous ferons du suivi sur la mortalité des poissons à l’aval des turbines.

En ce qui concerne l’efficacité de la passe il existe plusieurs méthodes : le piégeage ou le “pistage”. La méthode de pistage, contrairement au piégeage, permet de renseigner sur la direction des poissons à savoir s’il était en phase de montaison ou de descente. Cette méthode est toutefois plus lourde car elle nécessite toute une phase préparatoire de capture, de pose



de télé-émetteurs et ensuite de relâche au droit des ouvrages. Ces opérations préalables n'étant pas requises pour le piégage qui est plus facile de mise en oeuvre mais présente des résultats moins "complets". Nous serions favorables, dans la poursuite des discussions sur Saut Maman Valentin, à la tenue d'une réunion de travail pour définir une méthode adaptée aux conditions et aux attentes locales.

Q12 – POLICE DE L'EAU

Justification du choix retenu

Il ressort de l'analyse de données acquises sur les côtes du fleuve de la Mana que l'ouvrage de Saut Maman Valentin situé à l'aval de Saut Belle-Etoile joue un rôle déterminant dans le niveau de l'eau à l'aval immédiat de ce projet et cela quel que soit le débit du cours d'eau. Cet aspect qui est pris en compte dans la conception et les calculs de productible proposés par la Société Voltalia implique la création d'un ouvrage de 8.2 m de haut au-dessus du terrain naturel pour exploiter 3.2 m de chute d'eau. A l'amont, un éventuel ouvrage sur le site de Belle Étoile tel qu'il est proposé par la société Voltalia conduirait à relever le niveau de l'eau et à réduire d'autant la hauteur de chute brute qui pourrait être exploitée en amont.

Il apparaît ainsi que l'opportunité d'un deuxième scénario d'aménagement du cours d'eau situé en amont permettrait d'obtenir un productible brut plus important. Aussi vous veillerez à justifier le dimensionnement réel de l'ouvrage de Belle-Etoile, et de ce productible brut limité à 4,5 MW.

R11– MAITRE D'OUVRAGE

En préambule, nous souhaitons préciser que c'est la puissance maximum brute (PMB) en MW qui est de 4,48 et non pas le productible qui lui correspond à une quantité d'énergie produite et qui s'exprime en MWh.

Nous avons fait le choix de ce dimensionnement sur la base de deux critères principaux: maximiser le facteur de capacité du site tout en limitant l'impact sur l'environnement et notamment l'enneigement du projet.

Maximiser le facteur de capacité

Le facteur de capacité correspond au rendement de la centrale il s'exprime en pourcentage et correspond au rapport entre l'énergie produite, la puissance installée et le nombre d'heures d'une année.

$$FC (\%) = \frac{\text{Production (kWh/an)}}{\text{Puissance (kW)} * \text{Nb heure annuel (h/an)}}$$

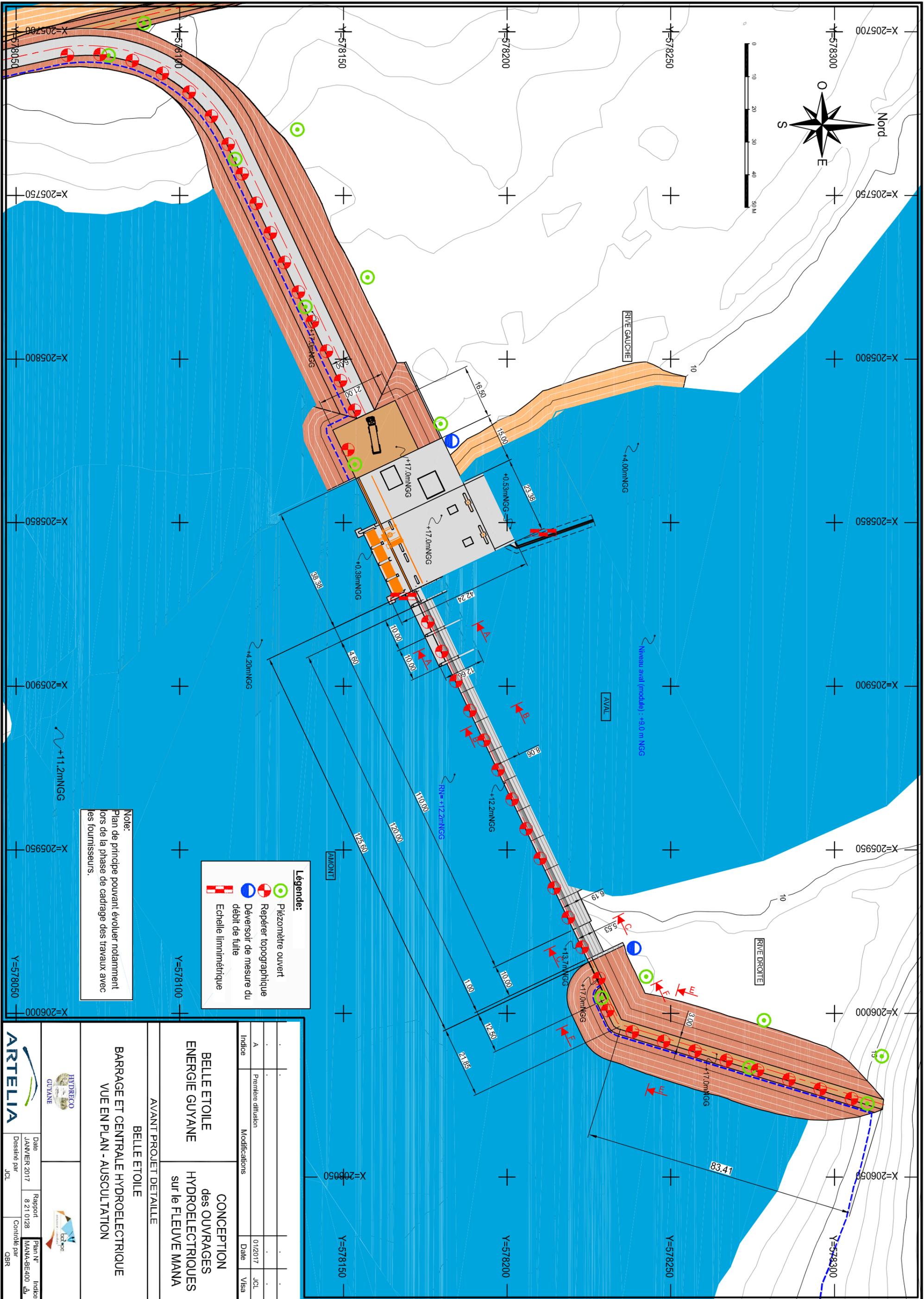
Avec 28 GWh de production annuelle et une puissance installée de 4,48 MW, le facteur de capacité du projet hydroélectrique de Saut Belle-Etoile est d'environ 70 %. A titre de comparaison ce même facteur n'aurait été que 40 % pour une centrale de 10 MW à chute égale. Ce qui aurait eu pour conséquence d'avoir une unité qui fonctionne bien moins souvent à une puissance proche de la PMB correspondant donc à un ouvrage surdimensionné. La valeur retenue du facteur de capacité est un élément déterminant dans les choix de dimensionnement de tout projet d'énergie. Elle permet de considérer au plus juste l'équilibre technico-économique entre les investissements initiaux (puissance de l'unité de production + coût d'installation associés) et leur amortissement (production fournie par l'unité installée). Pour les projets hydroélectriques de basse chute avec un débit important toute l'année, c'est un facteur de charge important qui donne le meilleur résultat possible en termes économiques. A la différence des centrales de hautes chutes et des centrales de pointes qui elles donnent un meilleur résultat avec un facteur de charge plus faible de l'ordre de 30 à 40%.

Ce parti pri de dimensionnement permet aussi de délivrer une électricité plus "stable" au gestionnaire de réseau et de se rapprocher d'un fonctionnement de base ou de semi base nécessaire à l'approvisionnement stable en électricité de l'Ouest Guyanais.

Limitation de l'enneigement

Le projet hydroélectrique de Saut Belle-Etoile va générer un enneigement d'une surface d'environ 403 ha. Ainsi la disparition et la modification de ces forêts marécageuses et ripicoles vont entraîner une perte d'habitat pour les amphibiens, l'avifaune et la flore qu'il convient de limiter. Cette limitation de la hauteur du seuil est une mesure de réduction d'impact qui répond directement à la doctrine ERC "Eviter, Réduire, Compenser" qui guide les différents projets d'aménagements de VOLTALIA, tout en permettant une chute suffisante pour pouvoir produire dans de bonnes conditions tout au long de l'année en tenant compte des variations de chutes entre la saison sèche et la saison des pluies.

Cette hauteur de chute, qui est avec le débit d'équipement l'un des deux paramètres dimensionnant la PMB, est donc le scénario retenu par VOLTALIA pour garantir l'équilibre technico-économique du projet tout en limitant les incidences environnementales de l'enneigement induit par l'ouvrage.



Note:
 Plan de principe pouvant évoluer notamment lors de la phase de cadrage des travaux avec les fournisseurs.

Légende:

- Piézomètre ouvert
- Repère topographique
- Déversoir de mesure du débit de fuite
- Echelle linéaire

<p>BELLE ETOILE BARRAGE ET CENTRALE HYDROELECTRIQUE VUE EN PLAN - AUSCULTATION</p>		<p>CONCEPTION des OUVRAGES HYDROELECTRIQUES sur le FLEUVE MANA</p>	
<p>AVANT PROJET DETAILLE</p>			
<p>BELLE ETOILE</p>			
<p>HYDROCO GUYANE</p>			
<p>ARTELIA</p>			

<p>Date JANVIER 2017</p>	<p>Rapport 8 21 0128</p>	<p>Plan N° MANA-BE400_A</p>	<p>Indices</p>
<p>Dessiné par JCL</p>	<p>Contrôle par QBR</p>	<p>Date 01/2017</p>	<p>Visa</p>
<p>Indices A</p>	<p>Première diffusion</p>	<p>Modifications</p>	<p>JCL</p>

ANNEXE 2 – Article R214-72 du Code de l'Environnement

Article R214-72

Modifié par [Décret n°2014-551 du 27 mai 2014 - art. 13](#)
Abrogé par [DÉCRET n°2014-750 du 1er juillet 2014 - art. 18](#)

I.-Par dérogation à l'article [R. 214-6](#), le dossier de demande comporte les pièces et informations suivantes :

- 1° Le nom et l'adresse du demandeur ;
- 2° L'emplacement sur lequel les ouvrages doivent être réalisés ;
- 3° Les caractéristiques principales des ouvrages les plus importants et les justifications techniques les concernant, notamment :
 - a) Le débit maximal dérivé ;
 - b) La hauteur de chute brute maximale ;
 - c) La puissance maximale brute hydraulique calculée à partir du débit maximal de la dérivation et de la hauteur de chute maximale ;
 - d) Le volume stockable ;
 - e) Le débit maintenu dans la rivière ;
- 4° Une étude d'impact lorsque celle-ci est exigée en vertu des articles [R. 122-2](#) et [R. 122-3](#) ; ce document indique, compte tenu des variations saisonnières et climatiques, les incidences de l'opération sur la ressource en eau, le milieu aquatique, l'écoulement, le niveau et la qualité des eaux, y compris de ruissellement, ainsi que sur chacun des éléments mentionnés à l'article [L. 211-1](#), en fonction des procédés mis en oeuvre, des modalités d'exécution des travaux ou de l'activité, du fonctionnement des ouvrages ou installations, de la nature, de l'origine et du volume des eaux utilisées ou concernées ; il précise, s'il y a lieu, les mesures compensatoires ou correctives envisagées et la compatibilité du projet avec le schéma directeur ou le schéma d'aménagement et de gestion des eaux et avec les objectifs de qualité des eaux prévus par les articles [D. 211-10](#) à [D. 211-11](#) ;
- 5° Un plan des terrains qui seront submergés à la cote de retenue normale ;
- 6° Les éléments graphiques, plans ou cartes utiles à la compréhension des pièces du dossier, notamment de celles mentionnées aux 3° et 4° ;
- 7° Le profil en long de la section du cours d'eau concerné par l'aménagement ainsi que celui de la dérivation ;
- 8° L'indication des premiers ouvrages placés en amont et en aval et ayant une influence hydraulique ;
- 9° La durée de l'autorisation demandée et la durée probable des travaux ;
- 10° L'évaluation sommaire des dépenses d'établissement ;
- 11° Une note précisant les capacités techniques et financières du pétitionnaire et justifiant qu'il remplit les conditions de nationalité prescrites par l'article 26 de la loi du 16 octobre 1919 relative à l'utilisation de l'énergie hydraulique et par l'article 1er du [décret n° 70-414 du 12 mai 1970](#) concernant la nationalité des concessionnaires et permissionnaires d'énergie hydraulique ;
- 12° Tout document permettant au pétitionnaire de justifier qu'il aura, avant la mise à l'enquête publique, la libre disposition des terrains ne dépendant pas du domaine public sur lesquels les travaux nécessaires à l'aménagement de la force hydraulique doivent être exécutés ;
- 13° S'il y a lieu à défrichement, au sens du code forestier, un document faisant apparaître la situation et l'étendue des bois intéressés et des défrichements envisagés, ainsi que l'évaluation de leur incidence sur les crues ;
- 14° Pour les usines d'une puissance supérieure à 500 kW, les accords qui peuvent être intervenus entre le pétitionnaire et les collectivités visées au 6° de l'article 10 de la [loi du 16 octobre 1919](#) relative à l'utilisation de l'énergie hydraulique, soit au point de vue financier, soit à celui des fournitures en eau et en force ;
- 15° Pour les usines d'une puissance supérieure à 500 kW, les propositions de répartition entre les communes intéressées de la valeur locative de la force motrice de la chute et de ses aménagements ;
- 16° Un projet de règlement d'eau, établi conformément au règlement d'eau type annexé à l'article [R. 214-85](#) et comportant les compléments et dérogations à ce règlement d'eau type ;
- 17° L'indication des moyens d'intervention en cas d'incident et d'accident ;
- 18° Un recueil de consignes de surveillance de l'ouvrage en toutes circonstances et de consignes d'exploitation en période de crue ;
- 19° Le cas échéant une étude de dangers ;
- 20° Une note décrivant les mesures de sécurité pendant la première mise en eau.

ANNEXE 3 – Extrait du guide d'instruction relatif à la police des installations hydroélectriques d'une puissance inférieure ou égale à 4 500 kW

Déclinaison de la procédure

Examen du caractère complet de la demande :

L'instruction est ouverte dès que le dossier est déclaré complet. L'article R.214-76 du CE relatif au délai d'instruction des demandes d'autorisation hydroélectriques fait référence à une demande « régulière et complète » comme point de départ des délais de mise à l'enquête puis de prise de décision finale. Or le délai imposé par le législateur avant mise à l'enquête sert justement à encadrer le délai d'instruction de la régularité du dossier de demande par le service de police de l'eau et par la conférence des services prévue au R.214-73 du CE. Il y a donc incohérence des termes utilisés et il y a lieu de considérer l'expression « régulière et complète » de l'article R.214-76 comme équivalente au seul adjectif « complet » utilisé à l'article R.214-9 du CE, relatif au délai d'instruction des dossiers strictement « loi sur l'eau ». Cette incohérence sera corrigée dans le texte dès que possible.

L'examen du caractère complet, point de départ du délai d'instruction, est réalisé comme le précise le guide précité, par le guichet unique « police de l'eau » installé soit en préfecture soit au sein même du service de police de l'eau. Il se limite à vérifier la présence dans le dossier des pièces exigées au R.214-72 du CE.

En cas de pièces manquantes, une demande de complément est adressée au pétitionnaire.

Une fois le dossier complet, un accusé de réception est envoyé au pétitionnaire précisant la date de démarrage des délais légaux et réglementaires, qui correspond à celle du dépôt de la demande si elle était complète ou du dépôt de la dernière pièce manquante si des compléments ont été demandés.

Instruction préalable à l'enquête : régularité du dossier

Cette instruction démarre à partir du moment où le service instructeur – service de police de l'eau- est en possession du dossier complet. Il appartient à ce dernier de juger le contenu du dossier au fond, dans la limite des points spécialisés qui seront examinés dans le cadre de la conférence des services.

Il peut s'agir par exemple de vérifier le périmètre d'impact du projet, la prise en compte de tous les sites Natura 2000 dans la zone d'effet du projet, la prévision d'un dispositif de franchissement pour les poissons lorsqu'il est réglementairement exigé, la suffisance des éléments d'évaluation nécessaires à l'appréciation des impacts du projet, etc. Cette instruction vise à obtenir un dossier comportant tous les éléments de fond permettant d'établir des prescriptions et de prendre une décision. Elle consiste donc à demander les compléments indispensables pour considérer que le dossier est régulier pour ce que le service de police de l'eau peut en juger.

Les compléments doivent faire l'objet, si possible, d'une seule demande assortie d'un délai pour les fournir (pour les conséquences et suites à donner voir encadré plus loin).

Pendant cette phase d'instruction, le service de police de l'eau peut s'appuyer sur l'expertise de l'ONEMA pour les aspects hydrobiologiques et piscicoles, zones de frayères, espèces recensées, franchissabilité des obstacles, et également de l'Agence de l'eau, si besoin.

Une fois que le service considère qu'il est en possession d'un dossier régulier, il fait saisir par le préfet les services concernés, pour avis dans les deux mois, conformément au R.214-73 du CE.

ANNEXE 4 - Extrait du projet de PPE en cours d'approbation

- Petite hydraulique :

En ce qui concerne la petite hydraulique, le gisement a été identifié dans le cadre du schéma directeur d'aménagement et de gestion de l'eau (SDAGE) mais également dans le cadre d'un travail réalisé par l'Office de l'eau de Guyane ainsi que par des industriels. Les gisements existent mais restent à être confortés par des études complémentaires. Si l'on se base sur les ouvrages existants, le coût de la petite hydraulique est extrêmement compétitif. L'ouvrage de Saut Maman Valentin sur la Mana délivre une électricité à un tarif d'achat proche du tarif réglementé de vente aux particuliers.

Les projets connus se situent sur la Mana sur des sauts consécutifs (Belle étoile, Tamanoir et Bon espoir, Dalles). Leur potentiel hydraulique nécessite d'être réévalué. C'est l'objet des études d'évaluation mentionnées précédemment.

Cependant, pour répondre à l'objectif de la PPE pour sa première période, l'instruction du premier projet de 4,5 MW sous le régime de l'autorisation sera poursuivie au titre de la loi sur l'eau.