



COMMUNE DE BESSANS - 73420
CLIENT : REGIE ELECTRIQUE DE BESSANS

CRÉATION D'UNE MICROCENTRALE HYDROÉLECTRIQUE SUR LE COURS D'EAU DU RÉ BRUYANT

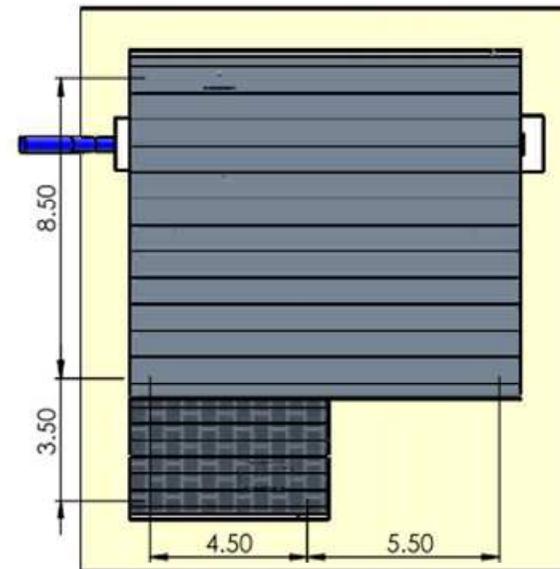
Étude de potentiel



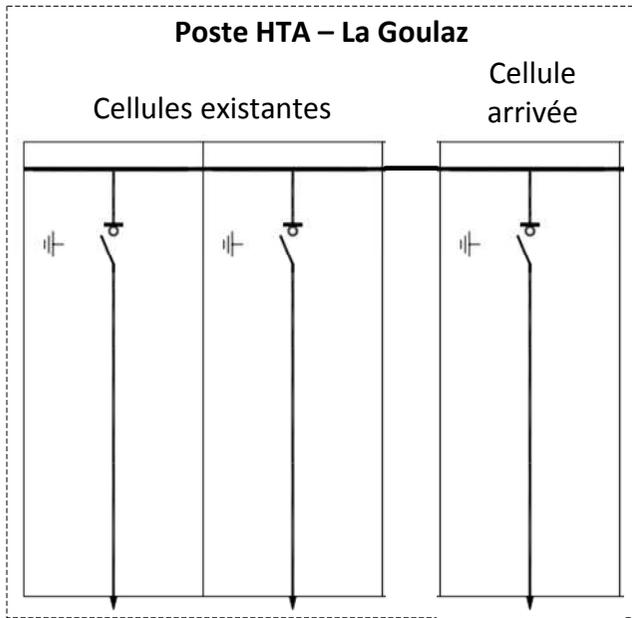
Projet Microcentrale sur la chute du Ré Bruyant

Ce document est la seule propriété d'HYDROSTADIUM, il ne peut être modifié ou diffusé à des tiers sans autorisation écrite préalable.

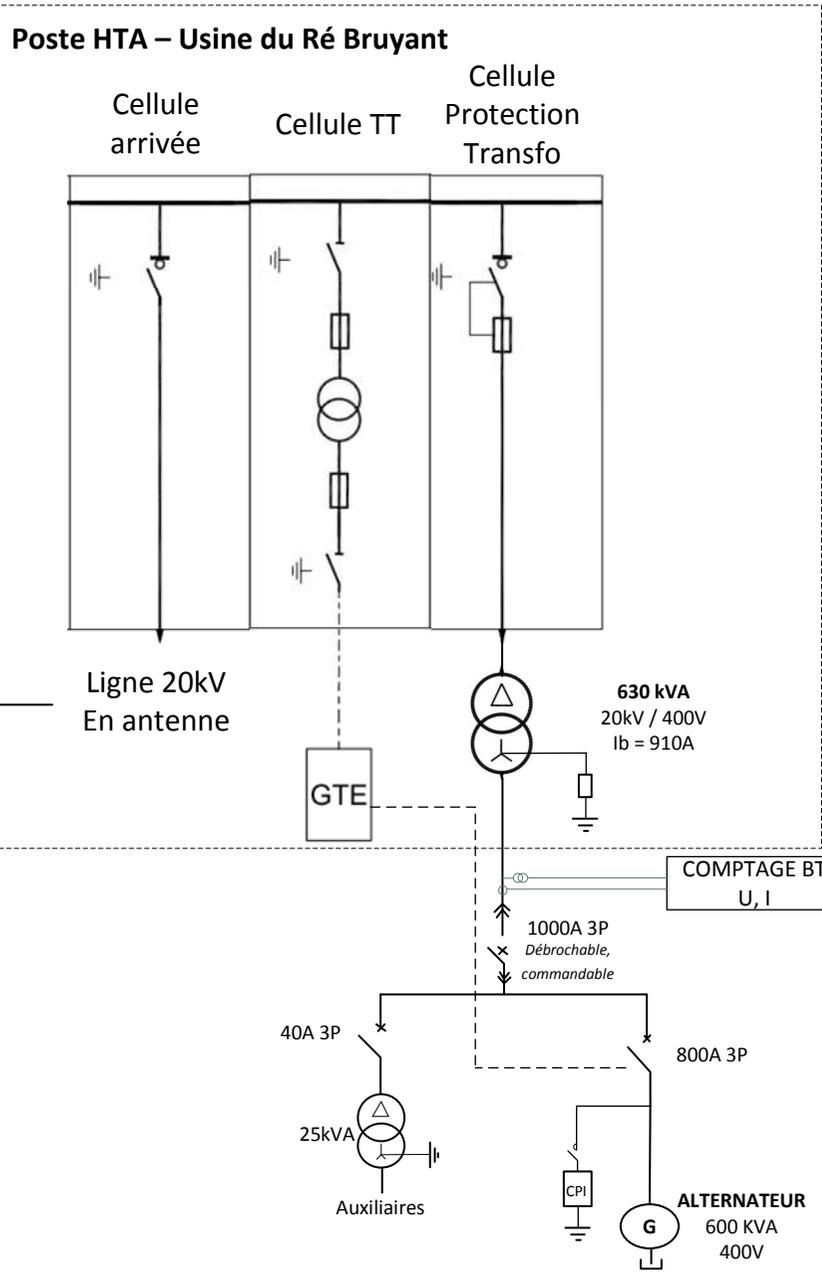
N° rapport	Indice	Date
Rapport HSM-73-BESSANS-EP-001	B	04/04/2018



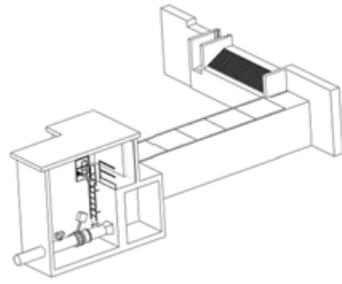
B	06/04/2018	Toiture, arrivée CF	73. BESSANS – vues usine	Dessiné par
Indice	Date	Modification		X. SAINT-MARCEL



Ligne 20kV En antenne $L=2km$



A	20 /03/ 2018	Version initiale	73. BESSANS - Schéma unifilaire	Dessiné par
Indice	Date	Modification		G.MACQUERON



Prise d'eau « par en dessous »
avec grille COANDA
Maille 1mm
 $Q_r = 30 \text{ l/s}$

Dessableur
BMC

Alt. 2255

Prise d'eau de l'Infernet
Alt 2255m

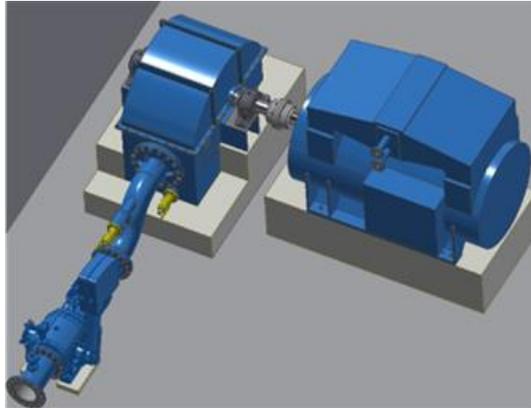
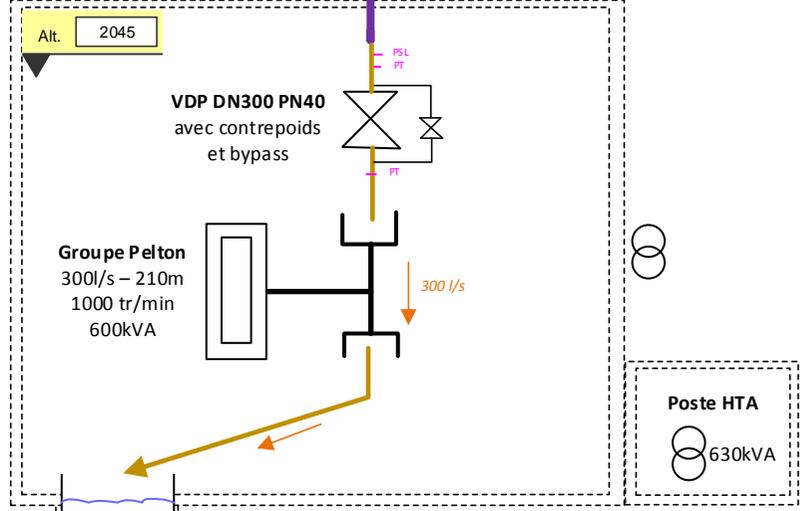
LE RE BRUYANT

VDT DN300 PN6
avec contrepoids

Conduite forcée
DN400 PN40

Usine du Ré Bruyant
Alt 2045m

TCC = 700ml



Prise d'eau EDF
pour Mont Cenis
Alt. 2028

Vers Bessans

L'AVEROLE

B	30 /03/ 2018	Maj suite à réunion du 29/03	73. BESSANS - Schéma Process	Dessiné par
Indice	Date	Modification		G.MACQUERON

Tableau de suivi de révision

Indice	Objet succinct de la révision	Date	Rédacteur	Vérificateur	Approbateur
A	Initial	28/03/2018	Lucas HENRIET Grégory MACQUERON	Grégory MACQUERON	Rodolphe BUCHER
B	Après présentation du 29/03/2018	04/04/2018	Grégory MACQUERON	Grégory MACQUERON	Rodolphe BUCHER
<i>Signatures</i>					

Objet de la révision

Révision B :

- Implantation usine + CF en Rive Gauche
- Travaux avec pelle araignée pour :
 - tranchée de la CF
 - pour piste d'accès
 - et 1^{ers} terrassement de la plateforme de l'usine

Table des matières

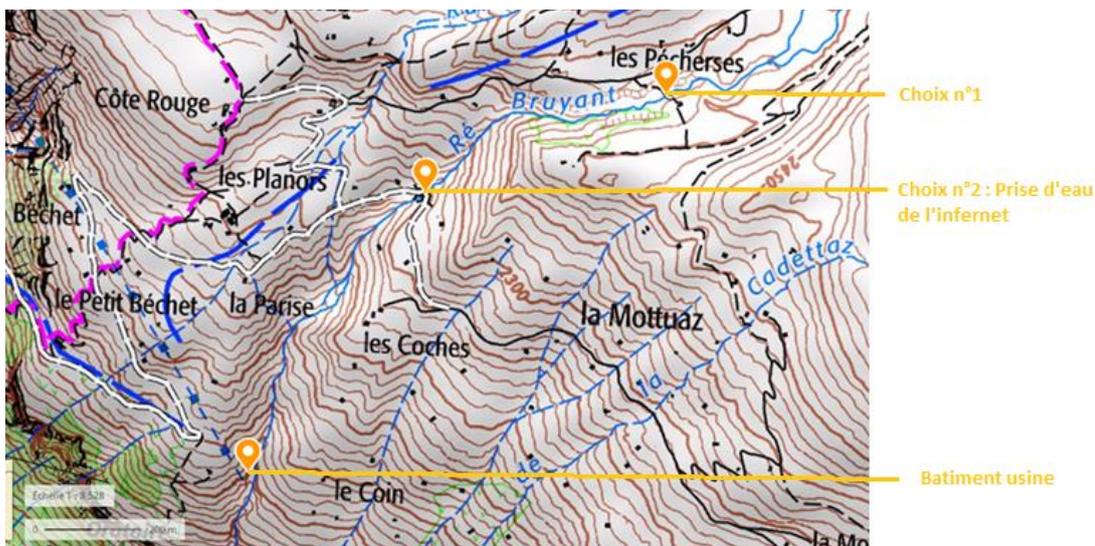
1. Présentation de l'étude	4
1.1. Objet du document	4
1.2. Situation géographique du projet :	4
2. Descriptif de la commune de BESSANS.....	8
2.1. Commune de BESSANS	8
2.2. Espaces naturels et espèces protégées	9
2.3. Classement du Ré Bruyant.....	10
2.4. Géologie	10
2.5. Risques naturels.....	12
2.6. Usages de l'eau	13
2.7. Hydrologie.....	14
2.7.1. Bassin versant	14
2.7.2. Stations de mesure.....	15
2.7.3. Estimation du module à la prise d'eau de l'Infernet.....	15
3. Schéma process – synoptique de l'aménagement projeté	17
4. Descriptifs des ouvrages projetés	18
4.1. Ouvrages de prise	18
4.2. Ouvrage d'amenée	20
4.3. Implantation générale	21
4.4. Bâtiment usine	23
4.4.1. Implantation	23
4.4.2. Génie civil	23
4.4.3. Hydromécanique.....	24
4.4.4. Contrôle commande	25
4.4.5. Évacuation d'énergie	25
4.4.6. Ligne 20kV et raccordement au réseau de distribution	26
4.4.7. Synthèse équipements Usine – Vue 3D.....	27
5. Estimation du productible et des recettes associées	28
5.1. Estimation du productible	28
5.2. Recettes associées	29
5.2.1. Tarification	29
5.2.2. Recettes associées	29
6. Estimation de l'investissement	30
7. Planning	31
8. ANNEXES	32

1. PRÉSENTATION DE L'ÉTUDE

1.1. OBJET DU DOCUMENT

Cette étude de potentiel présente les solutions techniques envisagées pour la création d'une microcentrale hydroélectrique sur le Ré Bruyant, portée par la Régie Électrique de Bessans.

1.2. SITUATION GÉOGRAPHIQUE DU PROJET :



Localisation éventuelles des différents aménagements. (Base Géoportail)

Dans le cadre du projet, l'implantation de la prise d'eau s'est portée sur deux solutions :

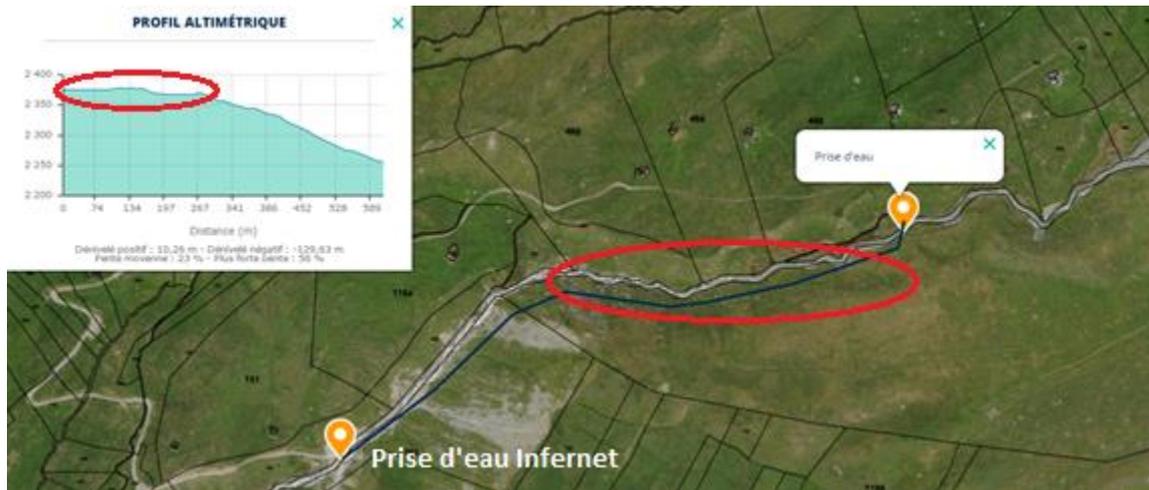
- Une solution 1, plus en amont qui permettait une hauteur de chute plus grande mais présentant un certain inconvénient.
- Une solution 2, plus en aval, appelée prise d'eau de l'Infernet, et développée en exclusivité par la suite.

Selon ces implantations plusieurs scénarios d'aménagement ont été appréhendés. Le tableau suivant dresse un résumé de la réflexion.

	Solution 1 d'implantation de PE		Solution 2 d'implantation de PE		Unités
	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4	
	Prise d'eau les Pecherses 400l/s	Prise d'eau les Pecherses – 300l/s	Prise d'eau de l'Infernet 300 l/s	Prise d'eau de l'Infernet 400 l/s	
Altitude PE	2375	2375	2255	2255	mNGF
Altitude Usine	2045	2045	2045	2045	mNGF
Hauteur de chute	330	330	210	210	m
Longueur CF	1300	1300	700	700	ml
Débit d'équipement	0.4	0.30	0.30	0.4	m3/s
Puissance	999	785	499	650	kW
Productible	3,5	2,75	1,88	2.26	GWh/an

En effet, la solution 1 (scénario 1 et 2) comporte un tronçon de conduite à pente très faible qui augmente très significativement le linéaire de conduite (longueur de conduite forcée presque doublée) par rapport à la solution 2 (scénario 3 et 4)

Cela augmente donc le coût pour des travaux pour une hauteur de chute que légèrement supérieure. Le seul intérêt réside dans le fait que la puissance maximale de 999 kW pouvait dans le scénario 1 être atteinte.



Zone de faible pente entre les 2 implantations possibles de la prise d'eau

Par la suite du rapport, il a été retenu d'étudier le scénario 3 avec une prise d'eau implantée au pont de l'Infernet.



Plan cadastral fourni par la Régie électrique de Bessans

Ce scénario 3 présente donc l'intérêt de minimiser les coûts d'investissement (longueur conduite forcée + machine) en s'imposant d'être inférieure à 500 kW pour bénéficier du tarif d'Obligation d'Achat.

L'usine sera implantée en rive gauche le plus en aval possible de la parcelle 681 (voir schéma ci-dessous). Une modélisation préliminaire du bâtiment usine a été réalisée:



Modélisation préliminaire de l'usine

Pour l'accès à l'usine, une piste d'accès carrossable adaptée pour véhicules légers pourra être réalisée en franchissant le torrent par un passage à gué. Ci-dessous, le tracé de principe de la piste d'accès.

Après travaux et mise en service, cette piste sera effacée par une remise en état selon les conditions techniques du terrain.



Pré-implantation d'une piste d'accès pour véhicules légers type 4x4

2. DESCRIPTIF DE LA COMMUNE DE BESSANS

2.1. COMMUNE DE BESSANS

La commune de Bessans se situe dans le massif de la Haute Maurienne, à 1750 m d'altitude.

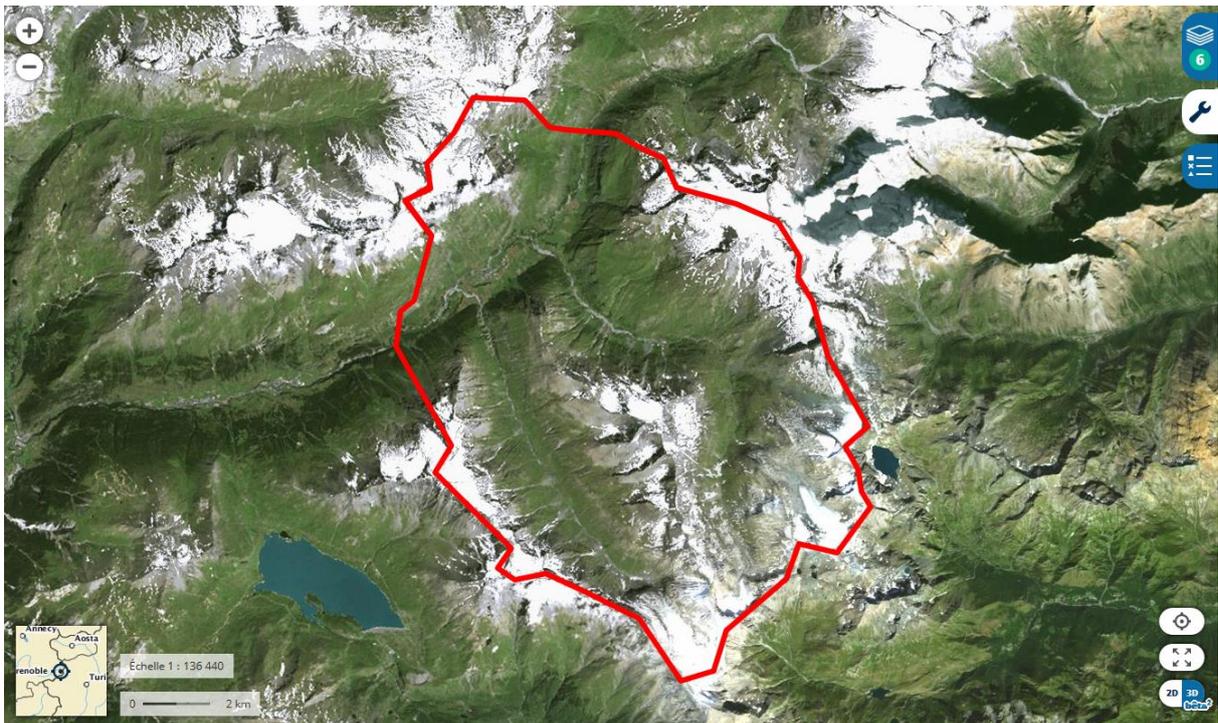
Située dans le département de la Savoie (73) entre les cols de l'Iseran et du Mont-Cenis, elle fait partie du bassin versant de l'Arc.

Sa superficie est de 12800 hectares, les altitudes sont comprises entre 1673 m à 3752 m. Elle est habitée par 338 habitants (2015).

Le territoire de la commune, montagnard et jalonné de torrents s'écoulant de zones de hautes altitude, s'inscrit dans la production hydroélectrique au travers de différentes prises d'eau qui alimentent l'aménagement hydroélectrique du Mont Cenis.

Sa position limitrophe avec le Parc National de la Vanoise garantit une grande richesse de faune et de flore. La forêt communale de Bessans a pour superficie 6.27 km².

L'activité touristique est une part importante de la vie économique de la commune, dynamisée par sa station de ski village de Bessans qui propose 133 km de ski de fond, 3 km de ski alpin et 15 km de pistes piétonnes damées. L'activité « chiens de traîneau » représente une parte importante du développement touristique de la commune de Bessans.



Vue satellite de la commune de Bessans (73)

La commune de Bessans adhère à la communauté de communes Haute Maurienne-Vanoise.

La commune de Bessans dispose d'un Plan Local d'Urbanisme, approuvé le 11/01/2013.

2.2. ESPACES NATURELS ET ESPÈCES PROTÉGÉES

Plusieurs espaces naturels classés sont présents sur la commune de Bessans :

- Code FR3300001 « Vanoise » : Parc national, zone cœur, site Natura 2000 directive habitat et oiseaux.
- Code FR8210032 « La Vanoise » : Site inscrit au titre de la Directive Oiseaux (ZPS)
- Code ZNIEFF 820031697 « Prairies de Bessans » : ZNIEFF de type 1.
- Code ZNIEFF 820031690 « Mélézein de Bessans » : ZNIEFF de type 1.
- Code ZNIEFF 820031689 « Ripisylves de Bessans » : ZNIEFF de type 1.
- Code ZNIEFF 820031685 « Marais de Pré Ratte » : ZNIEFF de type 1.

Description de la ZNIEFF « Marais de Pré Ratte » :

« Cette toute petite zone humide présente un intérêt botanique exceptionnel en Savoie. Ce marais abrite en effet la seule station connue à ce jour dans le département du Choin ferrugineux. Cette plante est protégée dans toute la France, où elle n'est connue que d'une dizaine de départements du grand est. La station du marais de Pré Ratte abrite plusieurs milliers de pieds en compagnie d'un cortège floristique classique des "bas-marais" (marais tout ou partie alimentés par la nappe phréatique) alcalins. Cette n'a été découverte qu'en 2001, et des prospections complémentaires restent à réaliser en particulier pour la faune ».

Description de la ZNIEFF « Prairies de Bessans » :

« Le site de Bessans se caractérise, à 1700 m d'altitude environ, par une vallée large et plane, modelée par l'érosion glaciaire.

Ces caractéristiques topographiques sont à l'origine des deux grands types d'habitats naturels qui en font l'intérêt biologique : les prairies de fauche d'une part, l'Arc et l'espace relativement large où divague le cours d'eau d'autre part.

La zone décrite ici englobe les prairies de fauche des environs de Bessans. Elles occupent l'essentiel des terrains plats soit plusieurs centaines d'hectares ; coupées de murets, "murgers", haies, arbustes et arbres isolés, elles hébergent une avifaune très diversifiée, qu'elle soit strictement prairiale (Alouette des champs, Caille des blés, Tarier des prés, Rousserolle verderolle) ou liée à la juxtaposition des prairies et des éléments du paysage précédemment évoqués (Traquet motteux, Pie-grièche écorcheur, Bruant jaune...) ».

Description de la ZNIEFF « Mélézein de Bessans » :

« Il s'agit d'un remarquable peuplement forestier vieillissant de Mélèze. Le site est riche du point de vue floristique, et comprend des espèces aussi remarquables que l'Ancolie des Alpes, la Campanule alpestre, la Clématite des Alpes, l'Oxytropis fétide, la Primevère du Piémont, la Saxifrage fausse diapensie et la Saxifrage des Vaudois. L'intérêt naturaliste local réside également dans la richesse de l'avifaune. Certaines espèces présentent en effet un grand intérêt : Bruant ortolan, Crave à bec rouge, Gypaète barbu, Rousserolle verderolle, Sizerin flammé, Tarin des aulnes, Tichodrome échelette. Il convient également de citer des populations remarquables de Cassenoix moucheté, Chocard à bec jaune, Tétras lyre et de Caille des prés. Les mammifères sont représentés par de très belles populations de Chamois, Lièvre d'Europe, Lièvre variable et de Musaraigne alpine. Le site héberge enfin un riche peuplement de Crapaud calamite et de Grenouille rousse, ainsi que la Vipère aspic ».

Description de la ZNIEFF « Ripisylves de Bessans » :

« Le site de Bessans se caractérise, à 1700 m environ, par une vallée large et plane, modelée par l'érosion glaciaire. Ces caractéristiques topographiques sont à l'origine des deux grands types d'habitats naturels qui en font l'intérêt biologique :

- les prairies de fauche qui occupent l'essentiel des terrains plats,

- d'autre part l'Arc et l'espace relativement large où divague le cours d'eau.

Pratiquement tous les stades d'évolution des milieux riverains peuvent être observés le long de celui-ci, des graviers nus à l'aulnaie à Aulne blanc en passant par les groupements de saules. L'avifaune est représentée ici par des espèces typiques telles que le Sizerin flammé, la Rousserolle verderolle, l'Accenteur mouchet ou la Fauvette des jardins ».

Le projet de microcentrale hydroélectrique n'est pas implanté dans ces différents espaces naturels classés. Ces zones concernent son bassin versant. Il est cependant en zone naturelle d'intérêt écologique, faunistique et floristique type II (ZNIEFF II). L'impact des travaux sur l'environnement fera l'objet d'une analyse spécifique.



Vue des sites classés sur ou à proximité de la commune de Bessans

2.3. CLASSEMENT DU RÉ BRUYANT

L'article L214-17 du code de l'environnement, introduit par la loi sur l'eau et les milieux aquatiques de décembre 2006, réforme les classements des cours d'eau en les adossant aux objectifs de la directive cadre sur l'eau déclinés dans les SDAGE.

Une liste 1 est établie sur la base des réservoirs biologiques du SDAGE, des cours d'eau en très bon état écologique et ces cours d'eau nécessitant une protection complète des poissons migrateurs amphihalins (Alose, Lamproie marine et Anguille sur le bassin Rhône-Méditerranée). L'objet de cette liste est de contribuer à l'objectif de non dégradation des milieux aquatiques.

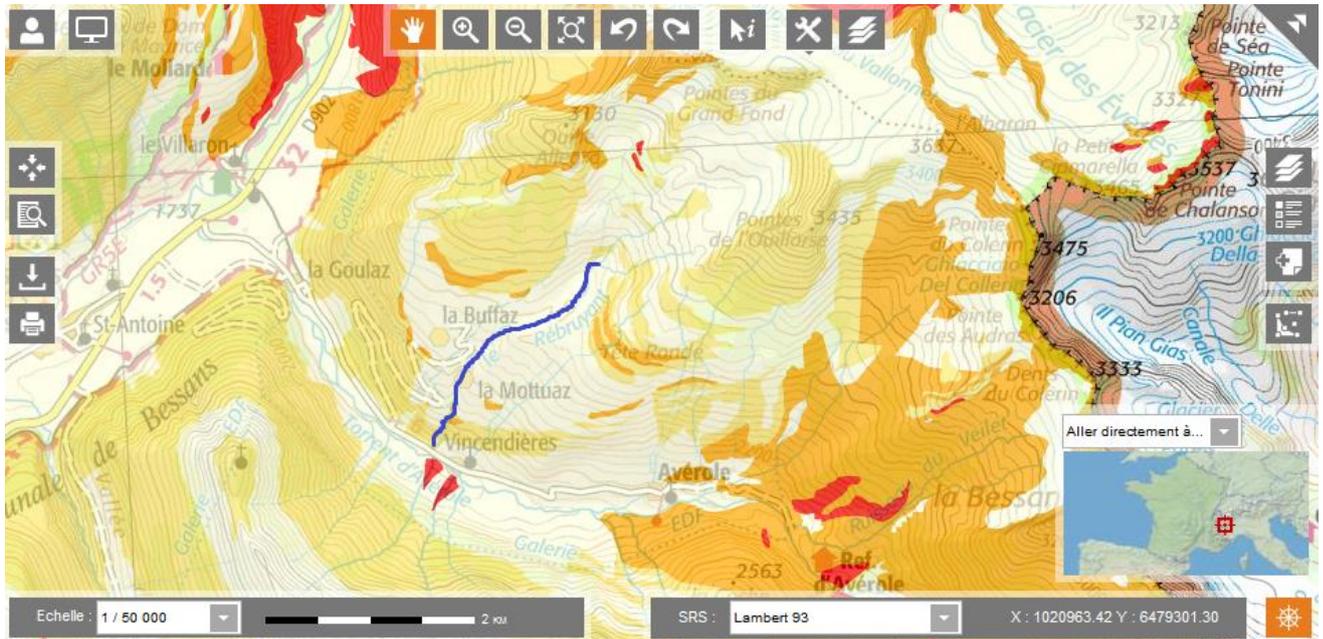
Une liste 2 concerne les cours d'eau ou tronçons de cours d'eau nécessitant des actions de restauration de la continuité écologique (transport des sédiments et circulation des poissons).

Le Ré Bruyant ne fait pas l'objet d'un classement sur une de ces 2 listes, la création d'un aménagement hydroélectrique est donc possible.

2.4. GÉOLOGIE

Selon la carte géologique BRGM au 1/50 000^e, feuille de LANSLEBOURG-MONT D'AMBIN, les formations recoupées par le projet appartiennent à l'unité liguro-piémontaise de l'arc Alpin. Le sous-sol d'assise du projet est constitué de formations quaternaires essentiellement représentées par des dépôts et placages morainiques wurmiens et par des colluvions de pente. Ces formations sablo-graveleuses à blocs coiffent un substratum constitué de serpentines, de calcschistes et de marbres impurs pouvant comporter des intercalations de gneiss.

2.5. RISQUES NATURELS



Aléa amiante environnementale et Aléa retrait-gonflement des argiles

Risque amiante environnementale : Le site est classé en aléa faible et aléa nul à très faible.

Risque aléa retrait-gonflement des argiles : Le site est classé en aléa faible. Le bâtiment de la centrale est zone d'aléa faible qui impacte plutôt les zones alluvionnaires de l'Arly.

Cavité souterraine : Il n'y a pas de cavités souterraines abandonnées non minières dans le périmètre du projet.

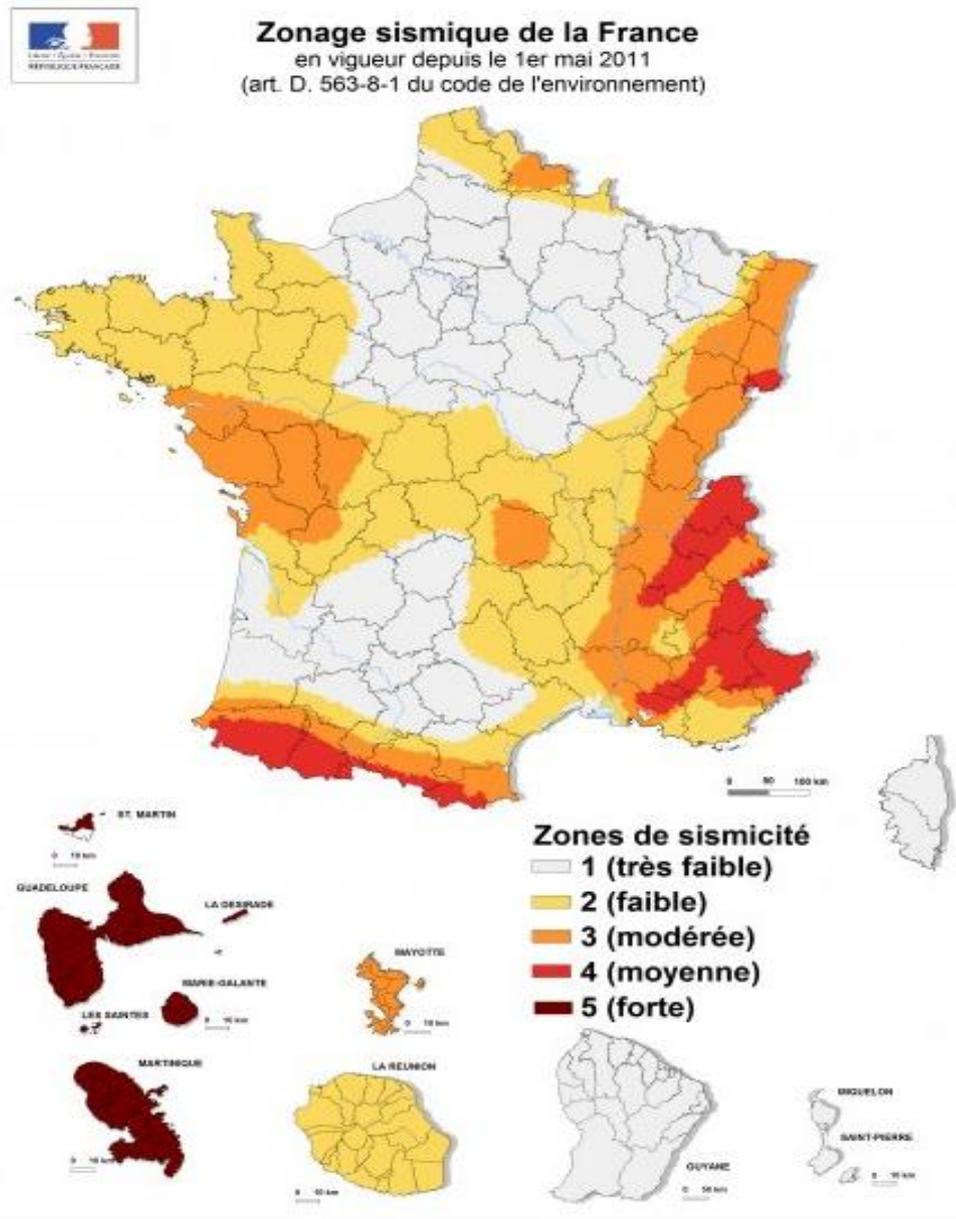
Mouvement de terrain : Le risque est présent sur la commune de Bessans mais non localisé.

Sismicité : Le site est classé en zone 3 ou 4, c'est-à-dire un risque modéré voire moyen.

Avalanche : Il n'y a pas de PIDA (Plan d'Intervention pour le Déclenchement des Avalanches) sur ce versant.

Le site n'est identifié pour être touché en cas d'avalanche.

Crue : Comme tout torrent de montagne, le Ré Bruyant est soumis au risque crue pendant la fonte nivale.



Carte des zones sismiques en France

2.6. USAGES DE L'EAU

A ce stade préliminaire d'études, nous pouvons noter que l'eau du torrent du Ré Bruyant est déjà utilisée :

- Prise d'eau EDF pour l'aménagement du Mont Cenis (Alt. 2029m NGF)
- Prise d'eau pour alimentation d'un canal aérien reliant le Ré Bruyant au cours d'eau appelé « Couloirs des tufs » sur IGN. (Alt. Prise d'eau du canal : 2640m NGF)

Dans la poursuite des études, nous devons identifier si d'autres usages, d'autres prélèvements sont à ajouter. Nous devons également conclure si l'usage du canal aérien est maintenu et dans l'affirmative, dimensionner son impact sur le projet.

2.7. HYDROLOGIE

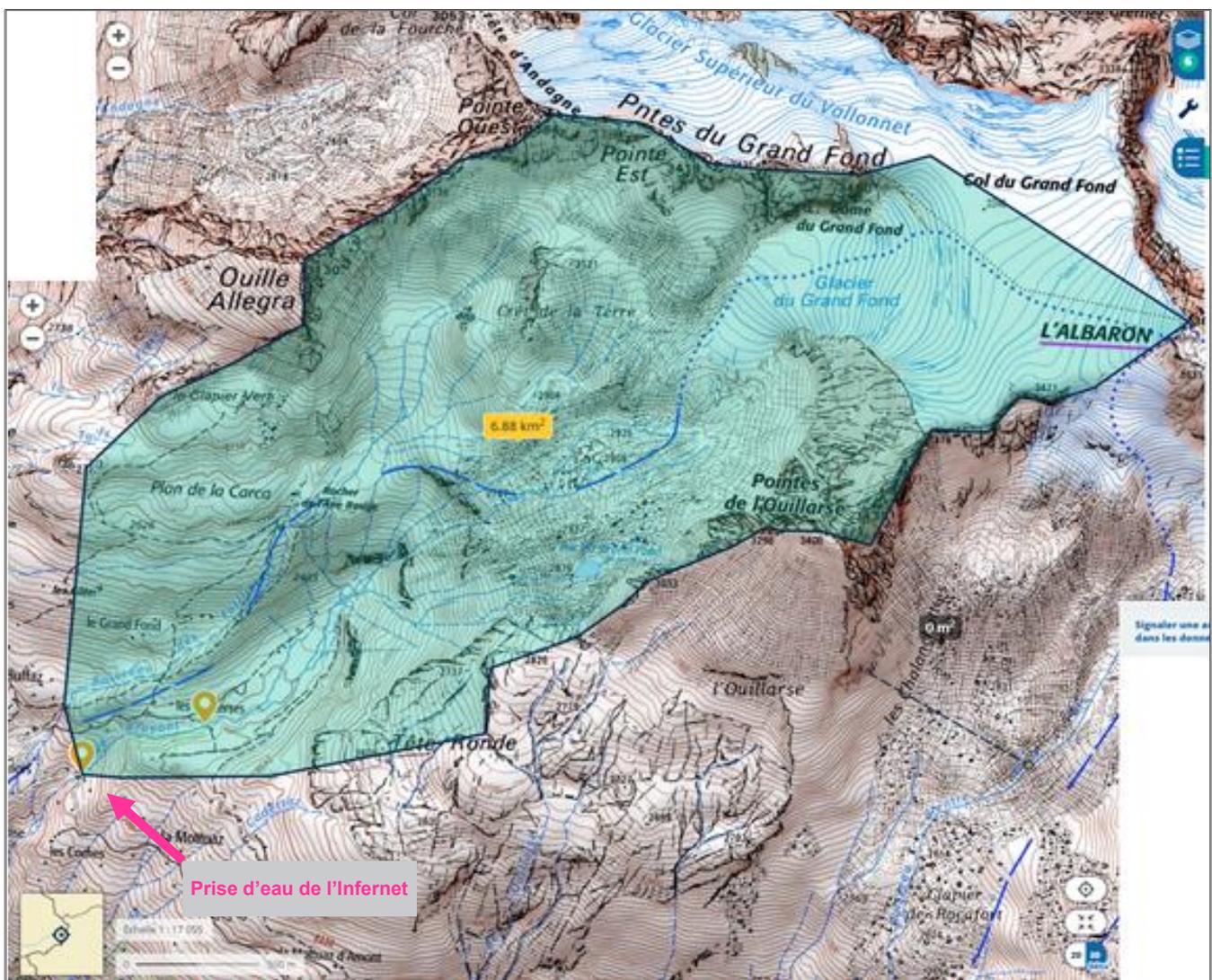
2.7.1. Bassin versant

Le ruisseau du Ré Bruyant est un affluent de l'Avérole et un sous-affluent de L'Arc.
La confluence entre l'Avérole et l'Arc est située au niveau de la commune de Bessans.

Le bassin versant topographique capté par la prise d'eau d'Infernet a les caractéristiques suivantes :

- Surface : 6,88 km² ;
- Altitude maximale : la pointe de l'Albaron à 3637m NGF ;
- Altitude minimale à la prise d'eau : 2255 m NGF ;
- Altitude moyenne : 2900m NGF ;

Le bassin versant total capté à la prise d'eau projetée est estimé à 6.88 km².



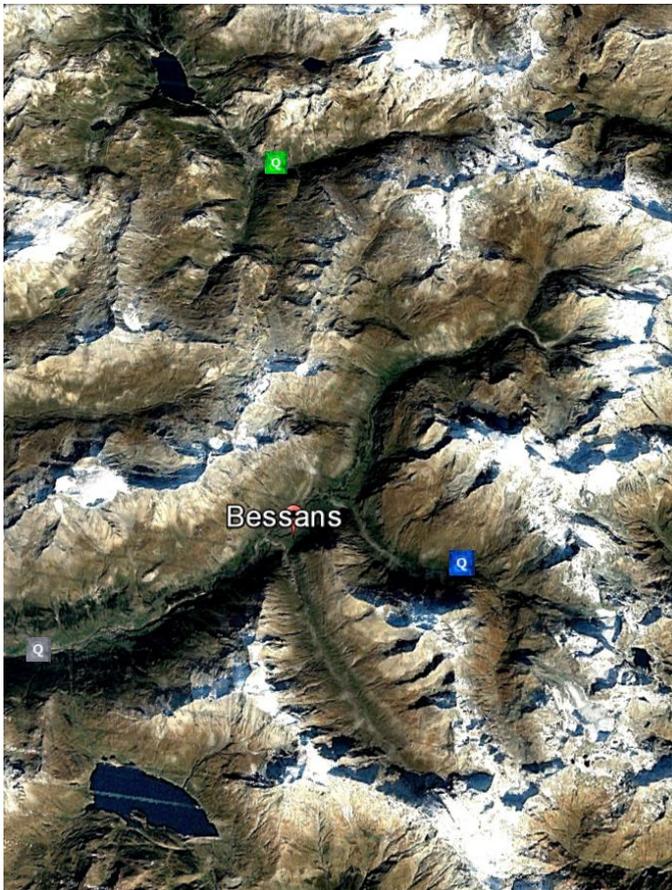
Carte du bassin versant capté à la prise d'eau projetée de l'Infernet

2.7.2. Stations de mesure

Pour apprécier l'hydrologie du site, nous utilisons les 2 stations de mesures dont les données sont enregistrées par l'Etat.

Station 1 : L'Avérole à Bessans : Code station :WD1006010

Station 2 : L'Isère à Val d'isère : Code station :WD0000010



Cours d'eau	Avérole	Isère
Station	Bessans	Val d'isère
Altitude	1950 m	1850 m
Nb années de mesures	53 années	44 années
Bassin versant	48,5 km ²	46 km ²
Module (m ³ /s)	1,98	1,8
Débit spécifique (l/s/km ²)	43.7	39,1

Position des stations de mesure Banque hydro utilisées

2.7.3. Estimation du module à la prise d'eau de l'Infernet

Compte tenu de la proximité de 2 stations de mesure et des caractéristiques similaires des bassins versants, les débits de la 2nd station sont extrapolés à partir des résultats obtenus sur la 1^{ère} par la formule de Myer, donnée dans la littérature spécialisée¹ :

Formule de Myer :

$$\frac{Q_A}{Q_B} = \left(\frac{S_A}{S_B} \right)^\alpha$$

Avec $\alpha = 1$ pour les débits moyens

Avec $\alpha = 1,25$ pour les débits d'étiage

Avec $0,5 < \alpha < 1$ pour les débits de crue selon la morphologie des BV et l'amortissement de l'onde de crue.

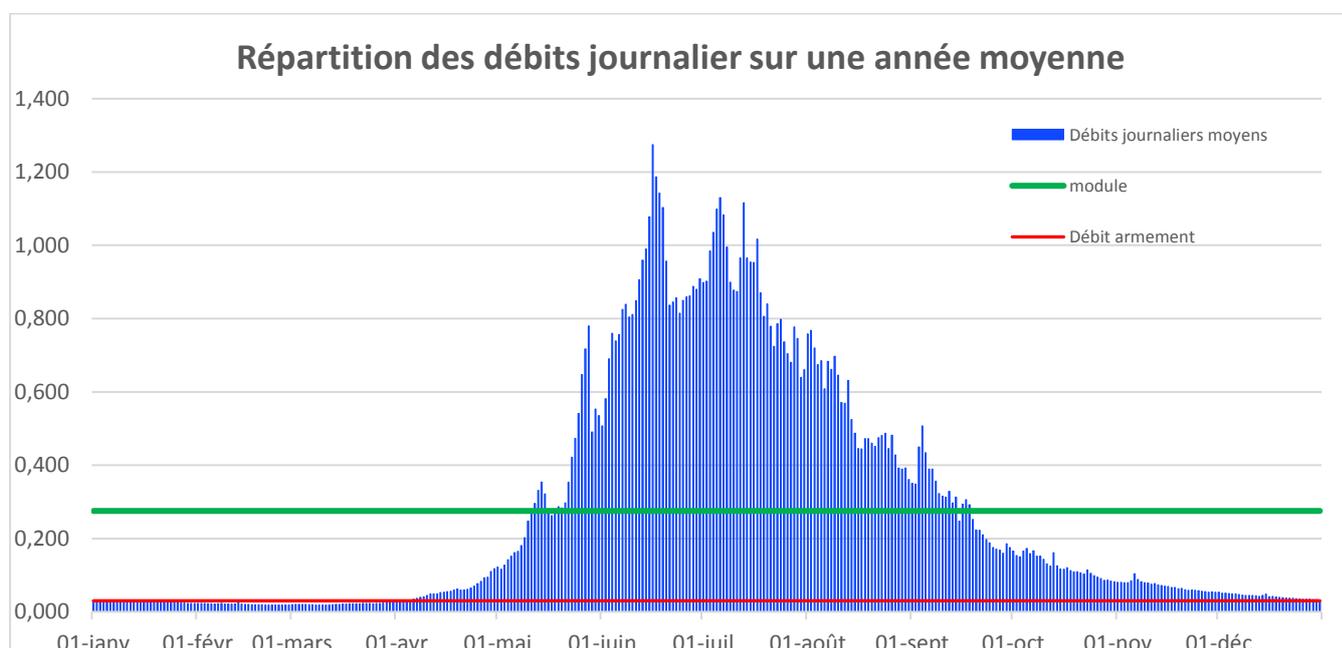
¹L'hydrologie de l'ingénieur, G. Réménieras, ed Eyrolles

Ainsi :

Station	Superficie BV	Module interannuel	Module	
			Quinquennale sèche	Quinquennale humide
L'Avérole à Bessans	48,5 km ²	1,98 m ³ /s <i>Soit 43,7 l/s/km²</i>	1,8 m ³ /s	2,2 m ³ /s
L'Isère à Val d'isère	46 km ²	1,8 m ³ /s <i>Soit 39,1 l/s/km²</i>	1,6 m ³ /s	2,0 m ³ /s
Le Ré Bruyant à l'Infernet <i>Selon la moyenne Avérole/isère</i>	6,88 km ²	281 l/s <i>Soit 41,3 l/s/km²</i>	244 l/s	302 l/s
Le Ré Bruyant à l'Infernet <i>Selon l'Avérole uniquement</i>	6,88 km ²	296 l/s <i>Soit 43,7 l/s/km²</i>	252 l/s	308 l/s

Par l'approche des débits moyens au pas journalier de l'Avérole

Sur les 10 dernières années (2007-2018), voici ci-dessous la répartition des débits moyens journaliers du Ré Bruyant par le transfert de bassin versant (formule de Myer), appliqué au débit moyen journalier de l'Avérole.



Une année moyenne de 10 ans est constituée de moyenne décennale des débits moyens journaliers. Par exemple, le débit du 1^{er} janvier de l'année moyenne, correspond à la moyenne des 1^{er} janvier des 10 dernières années.

Le module interannuel, moyenne des débits moyens journalier est de **275 l/s**.

Notons, donc que cette approche au pas journalier qualifie un module plus faible qu'une approche globale issue du module directement.

3. SCHÉMA PROCESS – SYNOPTIQUE DE L'AMÉNAGEMENT PROJÉTÉ

Ci-dessous, et joint en annexe 1, voici un synoptique synthétique présentant, d'un point de vue « Process », le fonctionnement de l'aménagement projeté.

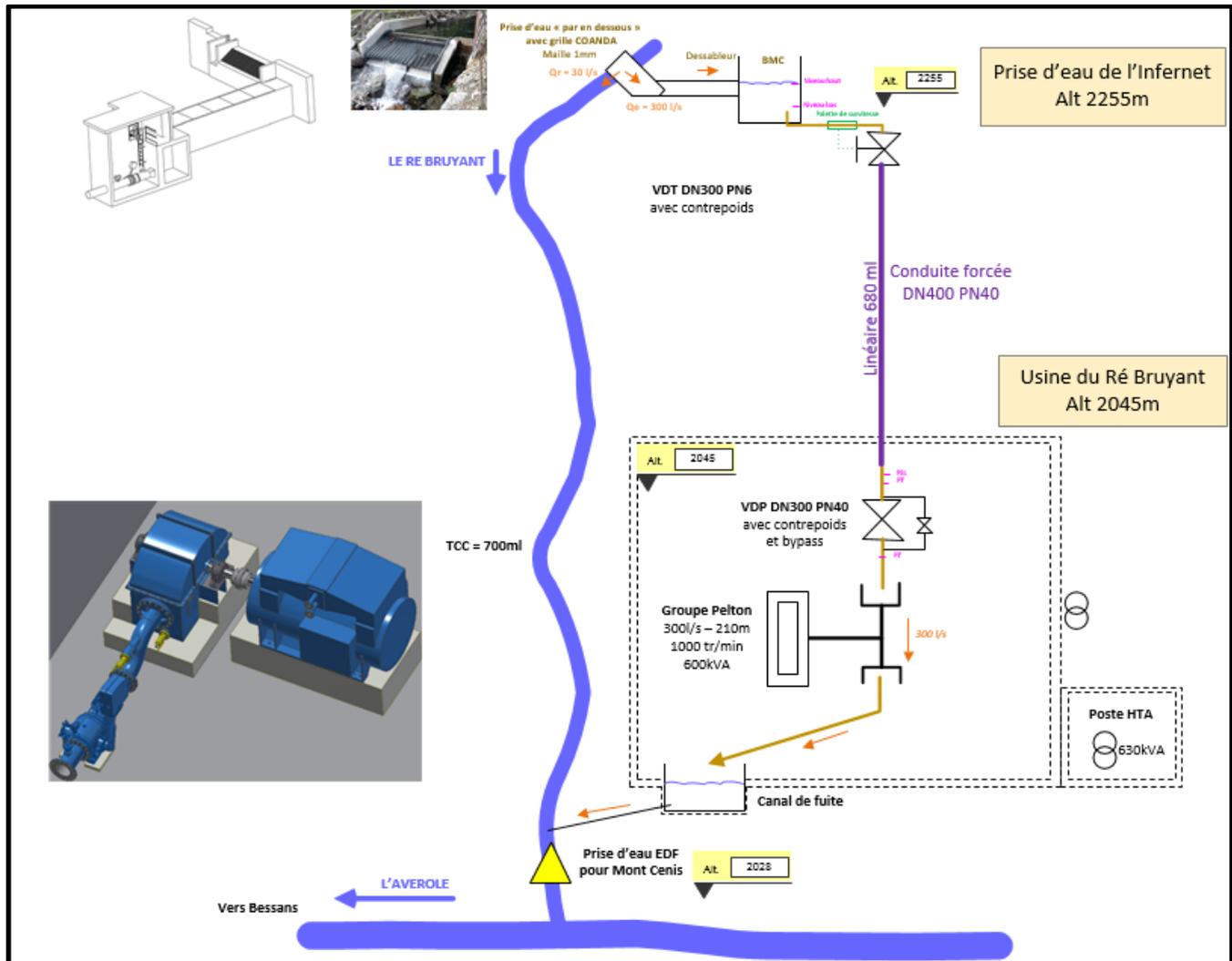


Schéma Process de l'aménagement

4. DESCRIPTIFS DES OUVRAGES PROJETÉS

L'aménagement envisagé est composé de :

- Une prise d'eau sur toute la largeur de la rivière, dite « par en-dessous » composée :
 - o Un plan de grille de type COANDA
 - o Un dessableur ;
 - o Un bassin de mise en charge ;
- Une conduite d'amenée enterrée et en charge et verrouillée DN400 PN40 ;
- Un bâtiment usine comprenant :
 - o 1 groupe de production 500 kW ;
 - o 1 centrale oléo-hydraulique pour la commande des organes réglant et organe de coupure.
 - o Le contrôle commande ;
- Un canal de fuite pour la restitution au cours d'eau du débit prélevé
- Un poste transformateur HTA accolé au bâtiment usine ;
- Le raccordement au réseau 20 kV.

4.1. OUVRAGES DE PRISE

Les ouvrages de prise seront constitués de :

- Un seuil en rivière
- Une grille d'entonnement de 3m de large type prise par en-dessous
- Un bassin de réception,
- Un dispositif de restitution du débit réservé,
- Un dessableur dimensionné pour une finesse de 500 microns,
- Une chambre de mise en charge,
- Une vanne de tête manuelle.

Le seuil sera implanté en amont du pont au-dessus du Ré Bruyant du chemin de l'Infernet. Il sera constitué en béton armé. Un décapage des terrains meubles sera réalisé au préalable pour assurer l'étanchéité de la retenue créée et la robustesse des fondations.

Ce seuil permettra d'orienter le flux vers la grille d'entonnement.

La prise d'eau sera de type « Prise par en dessous », appelée encore prise d'eau tyrolienne. La grille d'entonnement pouvant être une grille COANDA, c'est-à-dire une grille qui de par sa conception a une forte capacité d'entonnement et un maillage très fin.

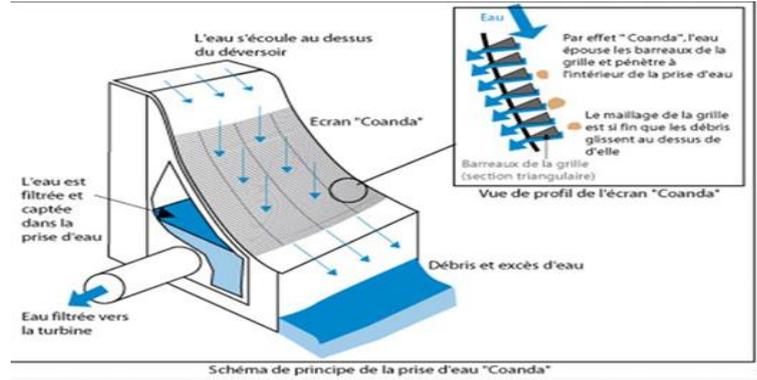
En complément de ce plan de grille, dans un objectif d'assurer une finesse de filtration de l'ordre de 500 microns, un dessableur pourra être adjoint au bassin de réception de la prise d'eau.

L'eau claire sera ensuite déversée dans le bassin de mise en charge qui assurera le bon entonnement dans la conduite d'amenée. L'eau filtrée est alors amenée via la conduite forcée à l'usine.

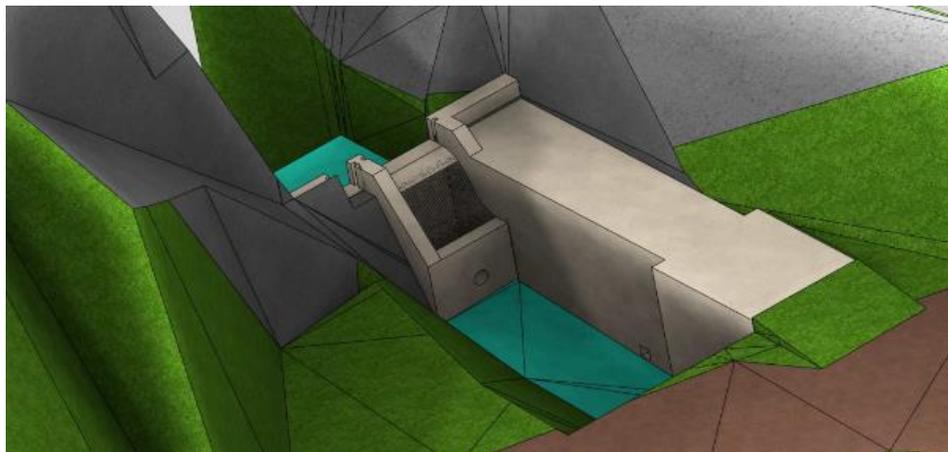
Le dispositif de débit réservé sera calibré pour assurer un débit qui sera fixé par la DDT73 (au minimum 1/10^{ème} du module du Ré Bruyant à la prise d'eau projetée).

Enfin une grille plus grossière (maillage beaucoup plus large) pourra être placée au-dessus pour stopper les cailloux ou débris pouvant abîmer la grille COANDA.

Quelques exemples de prise d'eau « par en-dessous », appelée encore prise d'eau tyrolienne, équipée de grille COANDA.



Quelques exemples de prises d'eau type par en-dessous COANDA –



Vue 3D Exemple de la prise d'eau projetée

Un local technique abritera les organes de sureté de la conduite forcée :

- Une vanne de tête à fermeture avec un contrepoids,
- Une palette de détection de survitesse,
- Une ventouse tri fonctions,
- Une manchette de démontage.

4.2. OUVRAGE D'AMENÉE

L'adduction entre le bassin de décantation et la centrale hydroélectrique se fera par une conduite forcée en charge.

La conduite forcée sera enterrée à une profondeur hors gel (-1m au-dessus de la génératrice supérieure) en rive droite du Ré Bruyant.

Le débit est transité par une conduite en charge. Les conduites d'amenée en charge présentent l'avantage d'être moins sujettes aux problèmes de calage, d'où moins de contraintes vis-à-vis de la topographie du tracé (possibilité de siphon). De plus, le profil en long peut être adapté facilement au terrain. La conduite étant enterrée, elle ne sera pas exposée aux chutes de pierres ou d'arbres pouvant détériorer ce matériau.

Le diamètre de la conduite sera de 400 mm, associé à une vitesse d'écoulement de 2.39 m/s au débit d'équipement.

La conduite sera équipée d'une vanne de tête avec une palette de survitesse pour détecter une éventuelle rupture. Une ventouse triple fonction assurera l'admission et l'évacuation à grand débit et le dégazage des poches d'air sous pression.

Un fourreau sera posé dans la tranchée pour le câble de communication contrôle/commande (échange de données entre la prise d'eau et l'usine).

Une visite sur site sera effectuée pour vérifier le tracé de la conduite et relever les éventuels points remarquables supplémentaires.

A noter :

Le type de conduite forcée ainsi que sa technique de pose seront basés sur l'expérience des réseaux de neige de culture, à savoir des tuyaux en fonte verrouillée ou acier à raccords rapides, ayant l'avantage principal de n'être pas soumis à des massifs d'ancrages réguliers.

4.3. IMPLANTATION GÉNÉRALE

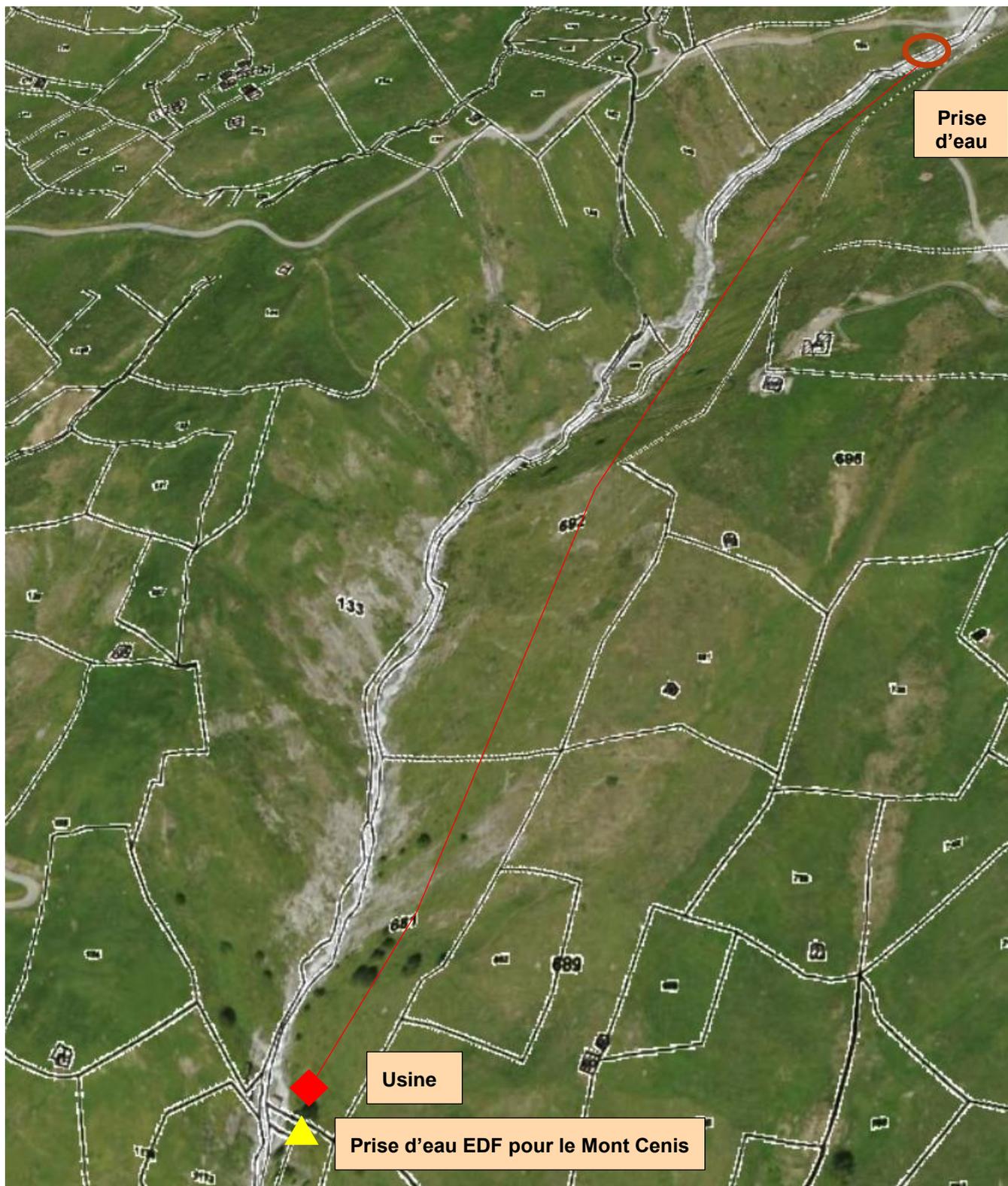
- Le tracé sur plan IGN tiré de Géoportail
- Le tracé sur plan IGN 3D cadastral

Prise d'eau
Alt 2255 m



Tracé prédéfini de la conduite forcée

Sur base Géoportail, le linéaire de cette Conduite Forcée rive gauche du Ré Bruyant est mesurée à 677ml. Nous retendrons 700ml pour les calculs et le chiffrage.



Pré-implantation de la Conduite Forcée sur vue Géoportail 3D sur fond cadastral

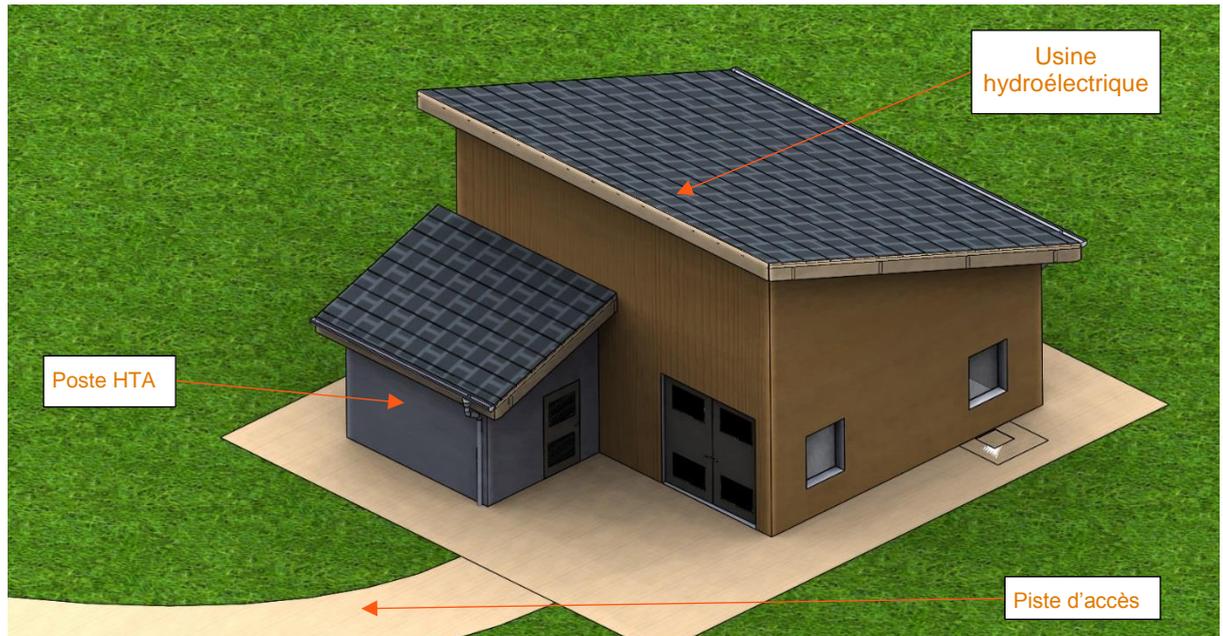
4.4. BÂTIMENT USINE

4.4.1. Implantation

La centrale sera implantée en rive gauche du Cours d'eau du Ré bruyant, sur la parcelle n°681.

Les surfaces au sol projetées sont :

- 85 m² pour le bâtiment usine,
- 15 m² pour le poste HTA,
- 10 m² pour le stationnement,



Vue générale du bâtiment Usine

4.4.2. Génie civil

La plateforme du bâtiment sera terrassée à la cote 2044 m NGF. Les talus seront confortés par des enrochements.

La centrale reposera sur un radier général en béton armé avec des surépaisseurs locales pour le support et le blocage du groupe Pelton.

Le radier du canal de restitution est calé pour permettre la restitution du débit dérivé dans le cours d'eau en amont de la prise d'eau EDF.

La restitution du débit sera orientée vers le Ré Bruyant grâce à une buse DN600.

Des ouvertures équipées de volet de ventilation seront prévues pour permettre la circulation d'air et le refroidissement des équipements.

Un poste HTA sera un local maçonné attenant à l'usine.

Enfin, une piste d'accès à l'usine sera aménagée pour desservir l'usine.

4.4.3. Hydromécanique

La dénivellation disponible favorise l'utilisation d'une turbine de type Pelton parfaitement adaptée aux hautes chutes et faibles débits variables. La turbine PELTON est une turbine à action, capable de démarrer avec des débits faibles par rapport à son débit nominal tout en conservant un rendement correct. Ce point est important compte tenu de l'hydrologie du torrent du Ré Bruyant.

La roue hydraulique de type Pelton récupère l'énergie de l'eau transmise par un ou plusieurs injecteurs grâce à des augets en forme de cuillère. L'eau s'écoule à la pression atmosphérique en sortie d'injecteurs. Après avoir frappé la roue, elle s'écoule sans énergie résiduelle dans la bêche et le canal de fuite.

Les turbines Pelton sont très fiables, l'indisponibilité de(s) groupe(s) devrait être inférieure à 2%.

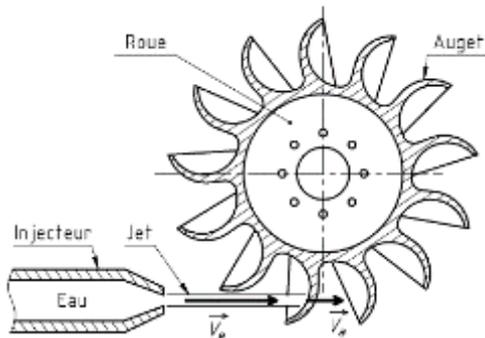
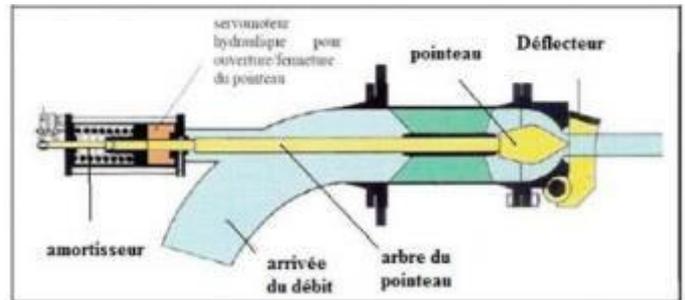


Schéma Pelton 1 jet et détail d'un injecteur



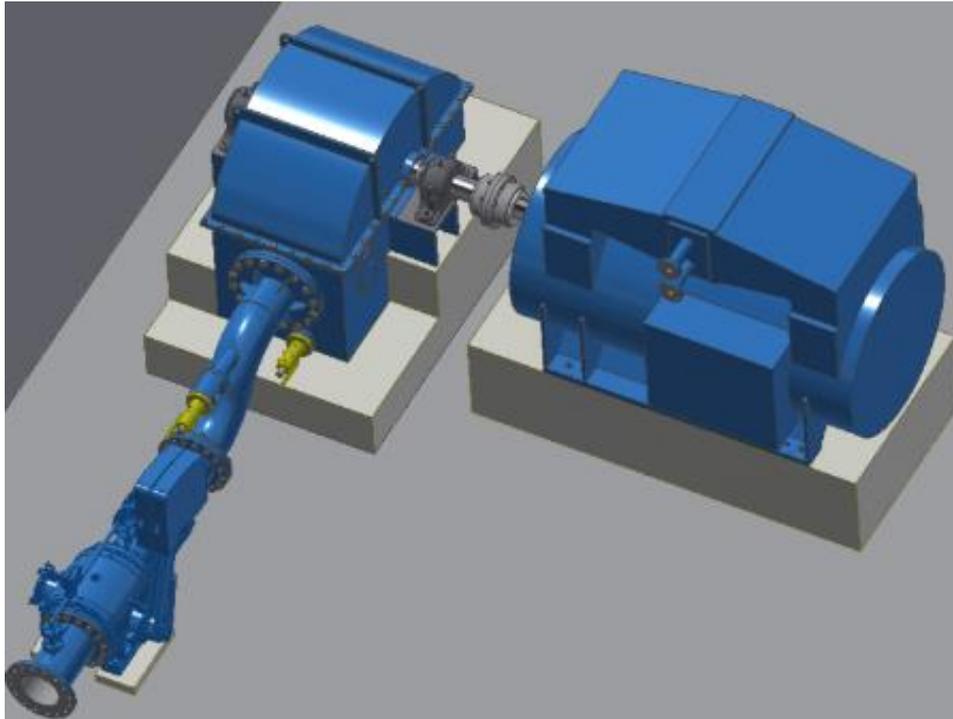
La turbine PELTON présente l'avantage d'être munie de déflecteur pour dévier le jet d'eau en cas d'incident sur la turbine ou l'alternateur, évitant ainsi l'emballement de la turbine ou les coups de bélier dans la conduite en amont. Ce dernier point est important dans la configuration du projet, vu la longueur de la conduite et l'absence de cheminée d'équilibre intermédiaire.

La turbine sera équipée d'une vanne de pied automatique pilotée par sa centrale oléo-hydraulique. La vanne de pied a également un contrepoids en cas de coupure d'énergie. La vanne de pied est équipée d'un bypass d'équilibrage et d'une manchette de démontage.

La turbine est associée à un alternateur (générateur synchrone) qui produit un courant alternatif.



Roue Pelton en montage horizontal



Groupe Pelton 1 jet

4.4.4. Contrôle commande

Le contrôle-commande regroupe toutes les fonctions de surveillance et conduite de la machine.

L'alternateur de 600 kVA fonctionne avec une tension nominale de 400V.

Le Contrôle-Commande de la machine est composé du matériel suivant :

- Une armoire puissance 400V – 1000A
- Une armoire d'automatisme 400V – 40A
- Des relais de protections numériques pour surveiller le fonctionnement de la machine et l'injection de l'électricité produite sur le réseau.

4.4.5. Évacuation d'énergie

L'énergie produite par la turbine sera évacuée sur le réseau 20kV.

Un poste de livraison en coupure d'artère sera installé directement accolé à l'usine. Ce poste sera de type maçonné et répondra aux réglementations : largeur de porte, circulation d'air ...



Extrait Plan d'implantation Usine du Ré bruyant

Le schéma unifilaire de cet aménagement est représenté ci-dessous :

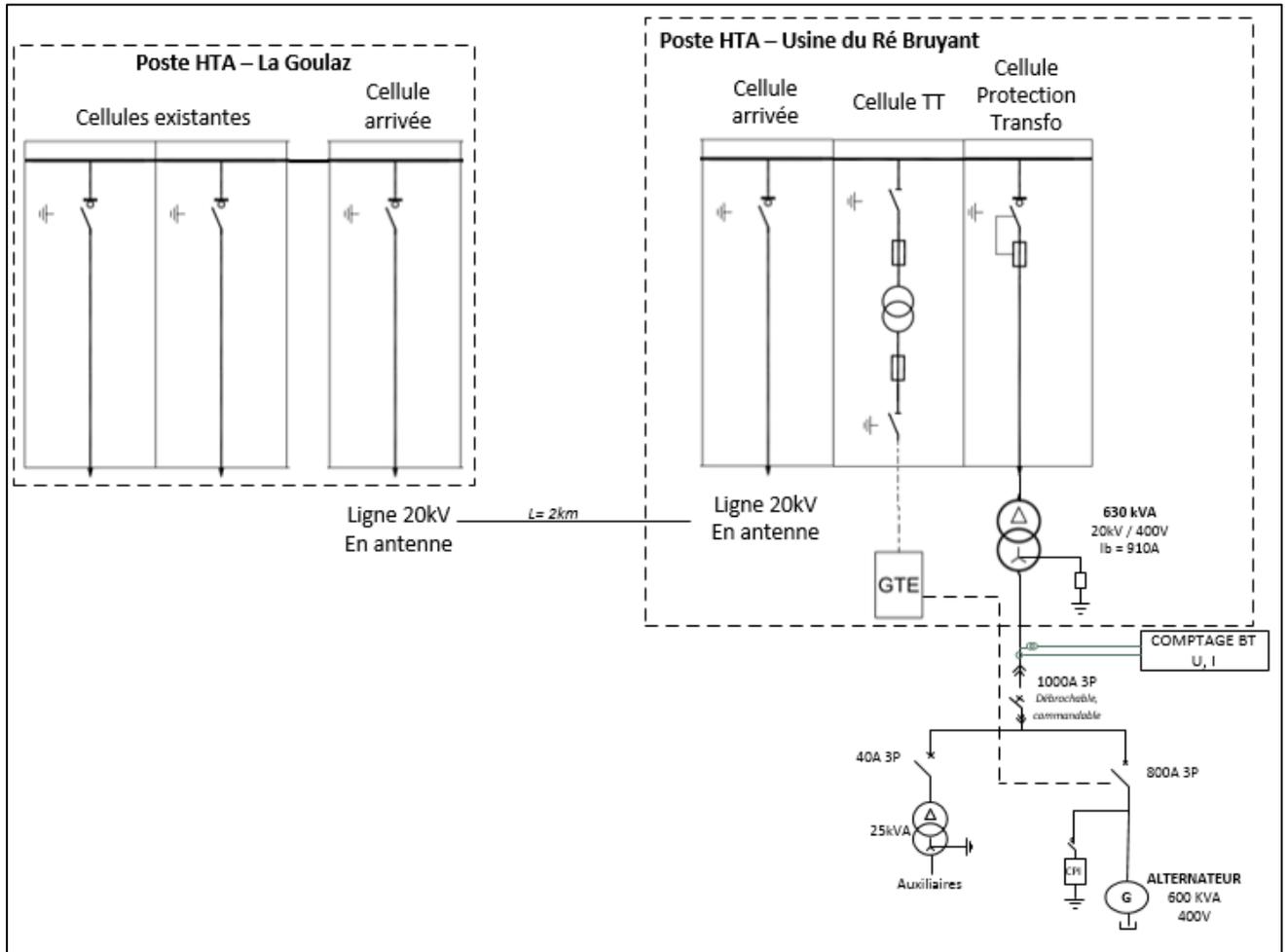


Schéma unifilaire Usine du Ré Bruyant

4.4.6. Ligne 20kV et raccordement au réseau de distribution

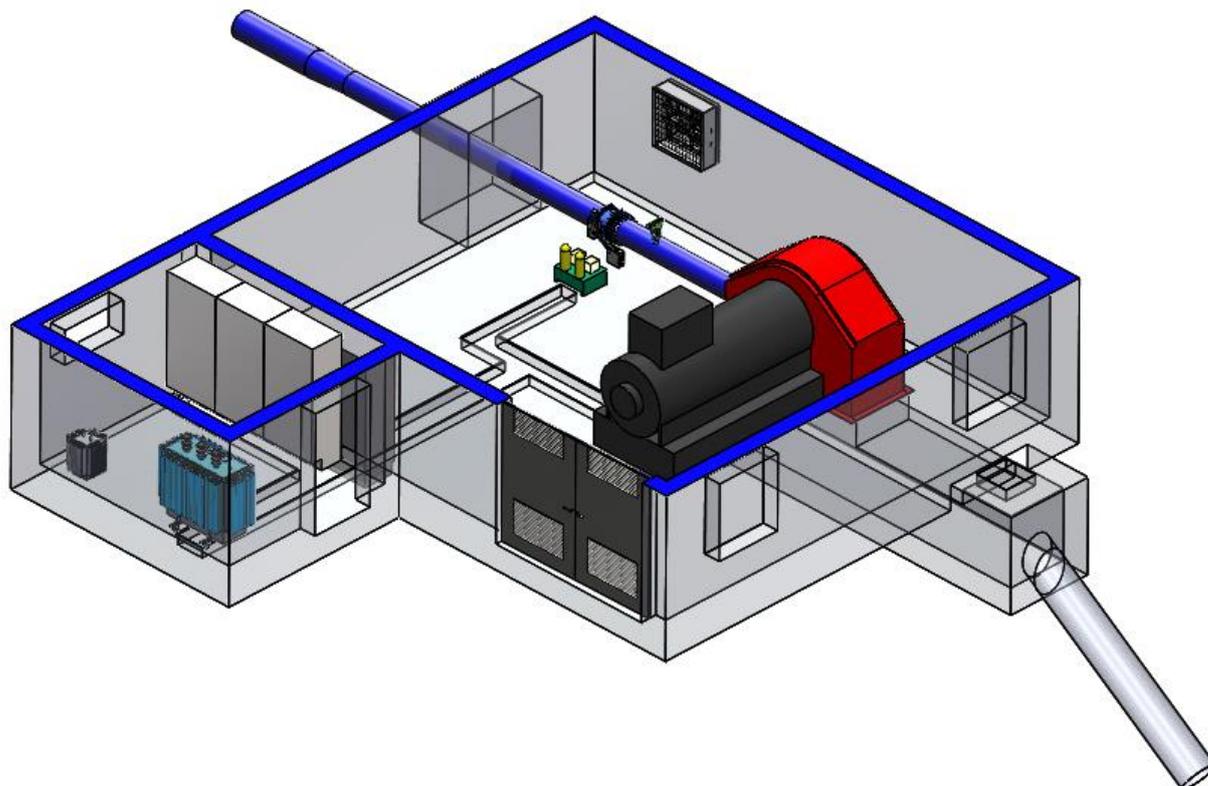


Le Point de Livraison (PDL) existant le plus proche est celui de « la Goulaz », situé à 2km de l'usine, au hameau de la Goulaz.

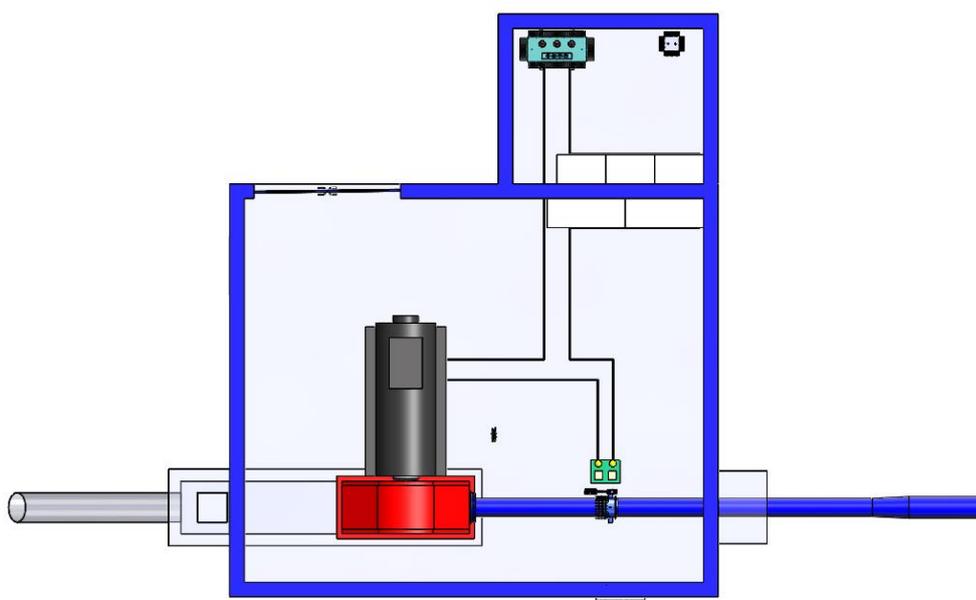
Le tracé pour poser cette ligne 20kV empruntera la nouvelle piste d'accès pour rejoindre la route des Follières qu'elle utilisera sur environ 480 ml.

Puis le tracé suivra le sentier GR sur 750ml avec une pente moyenne de 26% avant de retrouver la route de l'Avérole sur 640ml.

4.4.7. Synthèse équipements Usine – Vue 3D



Vue 3D – Implantation des éléments dans l'usine



Vue en Pan – Usine du Ré Bruyant

5. ESTIMATION DU PRODUCTIBLE ET DES RECETTES ASSOCIEES

5.1. ESTIMATION DU PRODUCTIBLE

Les données d'hydrologie et les caractéristiques de l'aménagement nous permettent d'estimer le productible annuel moyen à 1,88 GWh/an sur la base des débits journaliers de l'Avérole.

Le calcul de productible a été estimé au pas journalier. La synthèse au pas mensuel est présentée ci-dessous.

Le débit réservé est pris au 1/10^e du module, soit **27,5 l/s**.

	Productible annuel estimé sur 1 ans (GWh):			nombre moyen d'heures à Pmax :		
	année	hiver	été	année	hiver	été
TURBINE 1	1,88	0,04	1,84	3766	90	3677
TOTAL	1,88	0,04	1,84	3766	90	3677

Répartition du productible mensuel

Ce productible correspond à 3766h de fonctionnement à équivalent PMAX.

5.2. RECETTES ASSOCIEES

5.2.1. Tarification

En fonction de la puissance produite ainsi que de l'exploitation de l'aménagement, l'État propose différents prix d'achat.

L'obligation d'achat de l'électricité produite par des énergies renouvelables sur la base d'un tarif incitatif, constitue l'une des mesures phares mises en place par les pouvoirs publics pour assurer le développement massif de ces énergies.

L'Arrêté du 13 décembre 2016, appelé H16, fixe les conditions d'achat et de complément de rémunération pour l'électricité produite par les installations utilisant l'énergie hydraulique des lacs, des cours d'eau et des eaux captées gravitairement.

L'arrêté H16 fixe en particulier les conditions tarifaires de l'Obligation d'Achat (OA) et du Complément de Rémunération (CR).

La puissance installée est définie comme la puissance de raccordement inscrite dans le Contrat d'Accès au Réseau de Distribution en injection (CARDi). Elle correspond à la puissance électrique en sortie du transformateur 20 kV/400 V.

1/ L'Obligation d'Achat est valable pour les installations nouvelles dont la puissance installée est strictement inférieure à 500 kW.

2/ Le Complément de rémunération est valable pour les installations nouvelles dont la puissance installée est strictement inférieure à 1 MW.

A noter : ces tarifs ne sont pas applicables si le producteur a reçu une aide financière de la part de l'État, de collectivité ou d'établissements publics pour la réalisation de son projet.

	Obligation d'Achat Puissance installée < 500kW	Complément de Rémunération 500kW < Puissance installée < 1MW
Tarif T_e (<i>Haute Chute</i>) 1 composante	120 € / MWh	115 € / MWh CR = E . (Te - M0 + P_{gestion}) <i>M0 : indice des prix de marché Epex Spot</i>

Plafond: L'arrêté H16 précise également que l'énergie rachetée à ce tarif pendant la durée du contrat est plafonnée. Le plafond est le produit de la puissance de raccordement par 100 000 h. L'énergie au-delà de ce plafond sera rémunérée à un tarif de 40 €/MWh.

5.2.2. Recettes associées

L'aménagement projeté répond aux critères d'éligibilité au H16 en Obligation d'Achat.

Le productible plafond est = 500 x 100 000h = 50 GWh

Ainsi :

	Productible	Recettes attendues
Année	1, 88 GWh	225, 6 K€
Au bout de 20 ans	37, 67 GWh	4, 523 M€

En effet, le productible cumulé au bout de 20 ans sera inférieur au productible plafond. Le tarif 120€/MWh est donc applicable toute la durée du contrat.

6. ESTIMATION DE L'INVESTISSEMENT

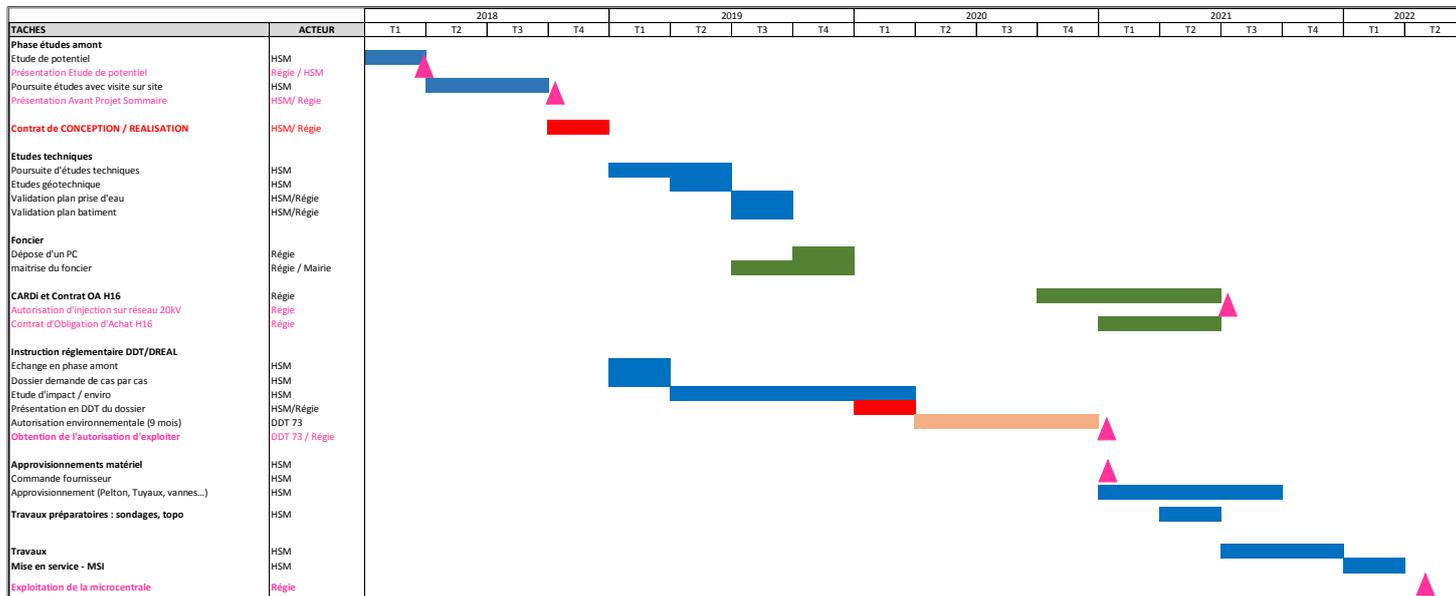
Sur la base de montants estimatifs issus de nos retours d'expérience, voici ci-dessous un aperçu de la décomposition des postes :

Estimation de l'investissement	
TRAVAUX	1 780 000 €
<i>Etudes et installations de chantier</i>	50 000 €
<i>Prise d'eau "par en-dessous" 300l/s</i>	100 000 €
<i>Conduite forcée 700ml DN400 PFA35</i>	430 000 €
<i>GC Batiment centrale</i>	430 000 €
<i>Piste d'accès (270ml) pour VL 4x4 avec passage à gué</i>	95 000 €
<i>Turbine électromécanique et CC</i>	455 000 €
<i>Poste HTA 630 kVA</i>	60 000 €
<i>Raccordement au réseau 20kV Poste La Goulaz</i>	160 000 €
MOE (8%)	142 000 €
INSTRUCTIONS REGLEMENTAIRES ET ENVIRONNEMENTALES	45 000 €
PROVISION POUR RISQUE (10%)	197 000 €
TOTAL CAPEX	2 164 000 €

A ce stade d'étude préliminaire, la provision pour risque de 10% du montant total apporte une sécurité tant sur l'approche du terrain (conditions du sol) que des contraintes environnementales non identifiées.

7. PLANNING

À ce stade d'étude amont, nous pouvons envisager le Planning synthétique prévisionnel suivant :



Planning prévisionnel synthétique

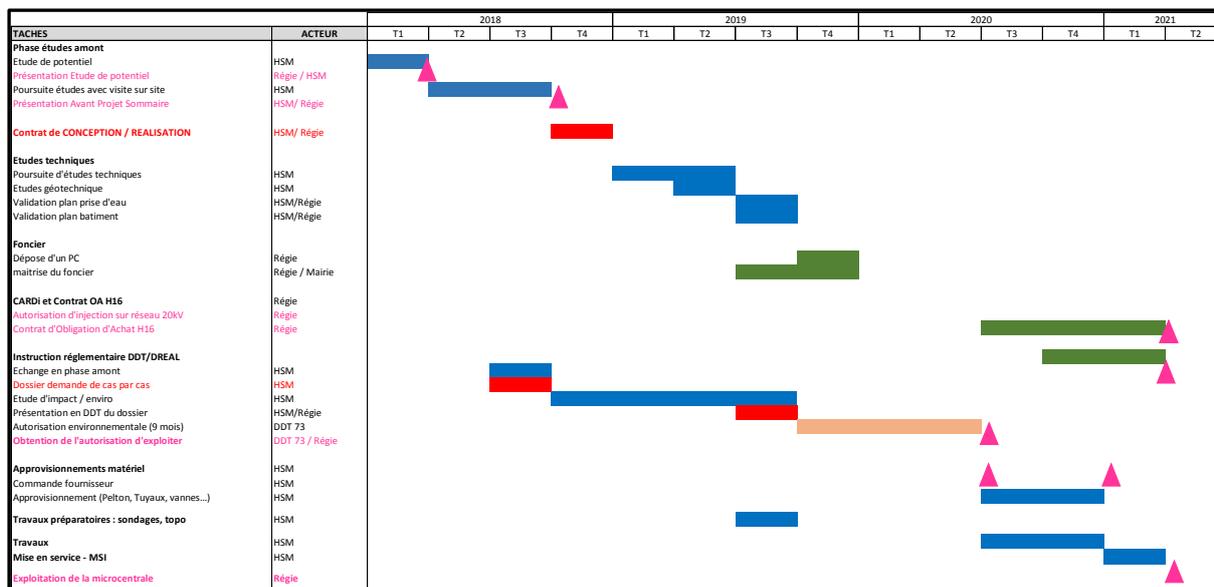
Le planning est basé sur les hypothèses suivantes :

- Maîtrise d'Ouvrage / Porteur de projet : Régie Électrique de Bessans
- Contrat de Conception / Réalisation : HYDROSTADIUM

Le planning est donné à titre indicatif.

Optimisation du planning :

- en impliquant très amont la DDT73 (dès la phase poursuite d'étude T3 2018)
- en préparant préalablement un dossier de demande de cas par cas, dès le stade poursuite d'études (T3 2018).



Planning prévisionnel optimisé

8. ANNEXES

ANNEXE 1 : Schéma process

ANNEXE 2 : Schéma unifilaire

ANNEXE 3 : Vues coupes et plans – Usine

ANNEXE 4 : Planning