

# Demande d'Autorisation Environnementale

## Projet de forage du puits IZA23

Stockage souterrain de gaz naturel  
d'Izaute

## Note de présentation non technique

Date	N° rév.	Révision	Etabli par	Vérificateur	Approbateur
30/06/21	0	Emission originale	Teréga	J. Durand L. Prat	N.Jamot

**Direction des Opérations**  
Service Forage-Puits

**Projet IZA23**  
Suivi par : Juliette Durand

---

**TERÉGA S.A.**

Siège social : 40, avenue de l'Europe • CS 205 22 • 64010 Pau Cedex  
Tél. +33 (0)5 59 13 34 00 • Fax +33 (0)5 59 13 35 60 • [www.terega.fr](http://www.terega.fr)

Capital de 17 579 088 euros • RCS Pau 095 580 841

## Sommaire

<b>Introduction</b>	<b>3</b>
<b>Cadre général et contexte des travaux prévus</b>	<b>3</b>
Les stockages gaz en aquifère	3
Le stockage d'Izaute	5
Le stockage d'Izaute se situe dans le département du Gers (région Occitanie) sur les cantons de Laujuzan et Caupenne d'Armagnac (Figure 3).	5
Rôle du futur puits IZA23	8
Contexte réglementaire	<b>10</b>
Programme prévisionnel des travaux de réalisation du puit	11
<b>Description des travaux prévus pour le projet IZA23</b>	<b>12</b>
Les contraintes d'implantation	12
Designation des réservoirs	15
Architecture et équipement de l'ouvrage	16
Caractéristiques des formations traversées et cotes prévisionnelles	18
Coupe lithostratigraphique prévisionnelle	18
Température prévue dans l'ouvrage	19
Pression attendue en cours de forage	19
Description des opérations du projet de forage	19
Aménagement de la plateforme	19
Transport et montage de l'appareil de forage	19
Caractéristiques et fonction des équipements de forage	20
L'appareil de forage et son fonctionnement	20
Les équipes de travail	21
Le programme de forage et de complétion	21
Phase 17" 1/2	22
Phase 12" 1/4	22
Phase 8" 1/2	22
Complétion	22
Trajectoire du puits	23
Le programme de boue	23
La surveillance géologique en forage	24
Le programme de diagrapies différées	24
Supervision des opérations de cimentation des cuvelages	26
<b>Description synthétique des méthodes d'exploitation</b>	<b>27</b>
Exposé général des méthodes d'exploitation	27



Calendrier d'injection et de soutirage	27
La phase d'injection	27
La phase de soutirage	28
Raccordement de IZA23 aux installations de surface	28
<b>Conditions d'arrêt des travaux</b>	<b>29</b>
Respect des conditions techniques d'abandon et des obligations de remise en état	29
Coûts de bouchage et de remise en état	29



## 1 Introduction

---

La société Teréga envisage de réaliser un nouveau puits pour sécuriser son dispositif d'injection-soutirage sur le stockage d'Izaute. Il s'agit d'un puits d'exploitation - désigné IZA23 - qui permettra de maintenir les capacités techniques du site en cas d'indisponibilité de puits existants. Les capacités globales d'injection et soutirage du stockage Izaute ne sont pas augmentées par ce projet.

La présente note de présentation non-technique constitue une pièce du dossier de Demande d'Autorisation Environnementale (DAE), déposée conformément aux articles R181-13 à D181-15-19 du code de l'environnement.

Elle a pour objectif d'apporter les éléments descriptifs du projet IZA23 : objectif du projet, travaux prévus, méthodes d'exploitation.

## 2 Cadre général et contexte des travaux prévus

---

### 2.1 LES STOCKAGES GAZ EN AQUIFÈRE

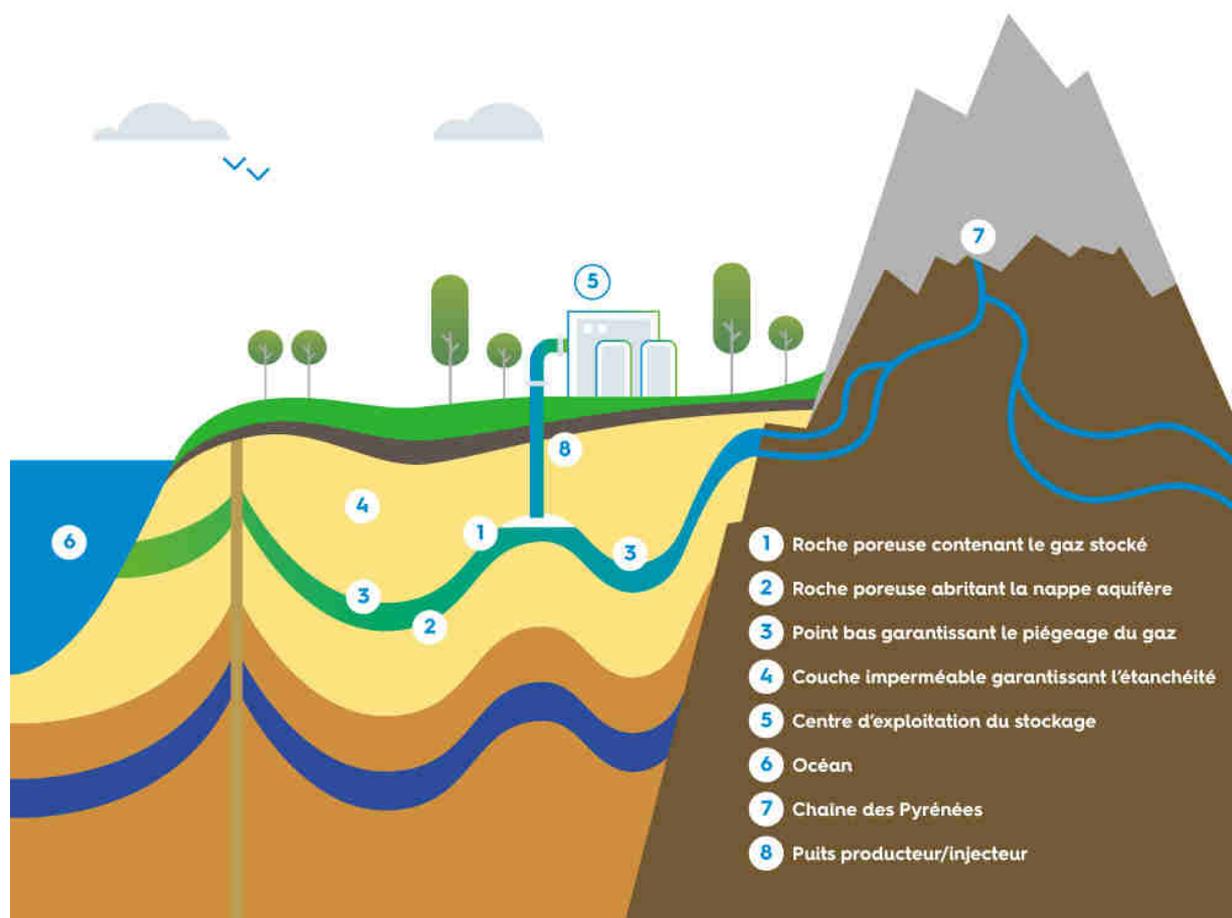
En France, 25 milliards de Nm<sup>3</sup> de gaz naturel sont stockés dans des stockages souterrains. Les stockages de Lussagnet et Izaute, opérés par Teréga, sont des stockages en aquifères, qui disposent à eux deux d'une capacité de 6,5 milliards de Nm<sup>3</sup>, concentrant près d'un quart des capacités françaises en stockage de gaz. Leur position géographique leur confère un rôle majeur au carrefour des échanges gaziers sud-européens.

Le stockage d'Izaute représente à lui seul une capacité de 3 milliards de Nm<sup>3</sup>.



Ces volumes de gaz sont par convention exprimés en conditions surface (normales) de pression et de température (1 atmosphère et 0 degC). Ramenés en conditions de stockage, ils représentent en profondeur des volumes considérablement moindres en raison principalement de la pression plus élevée dans les couches géologiques enfouies.

Le recours à un stockage souterrain en aquifère pour stocker du gaz consiste en injecter le gaz dans une roche réservoir poreuse (sables, grès, calcaires...) remplie d'eau (aquifère) et isolée de la surface par une couche imperméable. L'injection, comme le soutirage, sont assurés au moyen de puits dits d'exploitation.



**Figure 2 - Principe des stockages souterrains**

Au cours d'un cycle d'exploitation, mettant en jeu l'injection (en été) puis le soutirage du gaz (en hiver), la pression dans la couche évolue autour de la pression dite d'équilibre, sous laquelle se trouvait initialement l'eau saturant la couche. La pression maximale est atteinte en fin d'injection et la pression minimale en fin de soutirage.

## 2.2 LE STOCKAGE D'IZAUTE

Le stockage d'Izaute se situe dans le département du Gers (région Occitanie) sur les cantons de Laujuzan et Caupenne d'Armagnac (Figure 3).

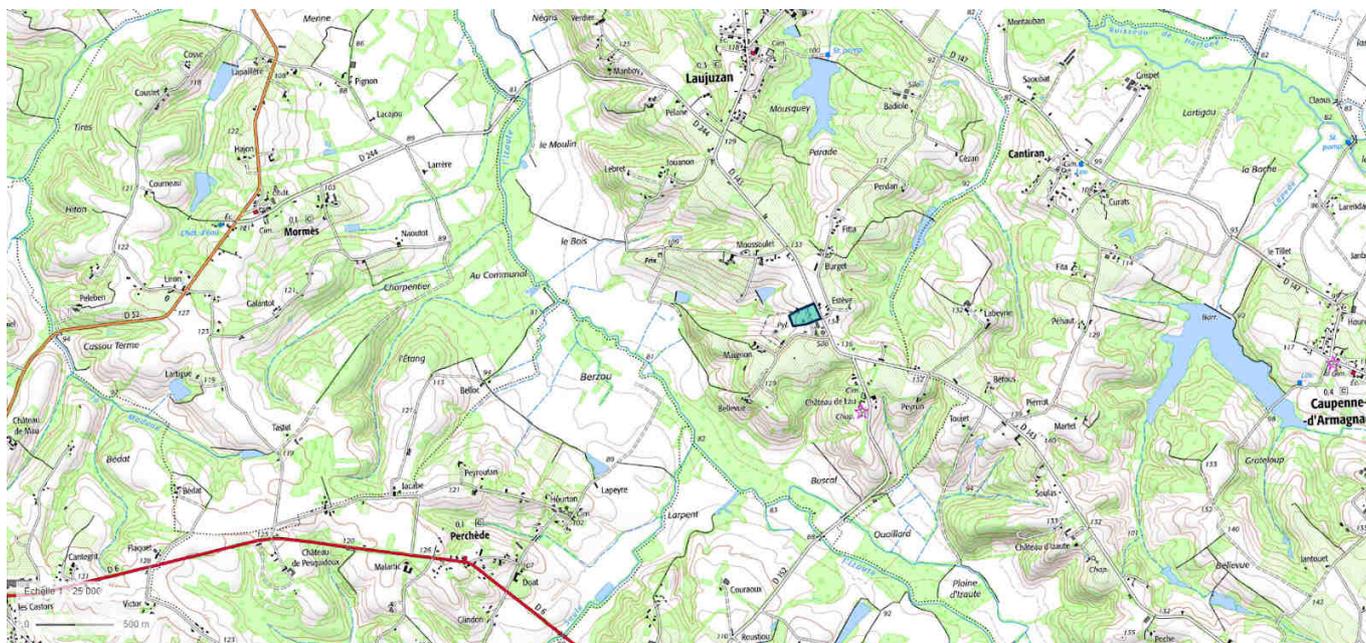


Figure 3 - Localisation géographique du site de stockage de gaz d'Izaute (1/25 000)



**Figure 4 - Vue aérienne du site de stockage d'Izaute**

L'exploitation initiale de ce site a démarré en 1990<sup>1</sup>, suite à plusieurs années de recherches. L'autorisation initiale a été par la suite prolongée, et la concession actuelle de stockage souterrain, délivrée au titre du code minier, est valide jusqu'au 26 octobre 2030<sup>2</sup>.

L'exploitation et la surveillance des installations du stockage sont régies par le code de l'environnement et ses dispositions relatives aux installations classées pour la protection de l'environnement.

---

<sup>1</sup> Décret du 23 octobre 1990 autorisant la Société nationale Elf-Aquitaine (Production) à exploiter un stockage souterrain de gaz combustible dans la région d'Izaute (Gers) (JO du 26 octobre 1990)

<sup>2</sup> Décret du 12 décembre 2006 prolongeant la concession de stockage souterrain de gaz combustible dite « Concession d'Izaute » (Gers) à la société Total Infrastructures Gaz France (TIGF) (JO du 14 décembre 2006)



Le site d'Izaute enregistre un volume total de stockage autorisé de 3 GNm<sup>3</sup>, un volume total de stockage développé de 3 GNm<sup>3</sup>, 10 puits d'injection / soutirage et, 15 puits de contrôle.

Les phases de stockage (l'injection) et de déstockage (le soutirage) s'effectuent grâce à des puits d'exploitation reliant le réservoir souterrain aux installations de surface.

Outre ces puits d'exploitation, des puits spécifiquement dédiés à la surveillance de la couverture du réservoir permettent de contrôler en permanence l'étanchéité de celle-ci.

D'autres puits sont dédiés au contrôle de la pression régnant dans la bulle de gaz, de l'étendue du stock de gaz et des caractéristiques physico-chimiques de l'eau en contact avec le gaz ou à des distances plus ou moins grandes des stockages.

### 2.3 RÔLE DU FUTUR PUIITS IZA23

Le futur puits IZA23 sera un puits d'exploitation dédié à l'injection et soutirage du gaz. Son forage puis sa mise en exploitation ont pour objectif de doter le stockage d'Izaute d'un puits de secours.

Le puits IZA23 s'ajoutera donc au réseau des 10 puits d'exploitation existants du stockage d'Izaute. Il n'y a pas de développement de capacités associé, l'objectif est de maintenir la capacité nominale d'Izaute en cas d'indisponibilité d'autres puits (par exemple, travaux ou maintenance).

### 2.4 CONTEXTE RÉGLEMENTAIRE

#### - **Projet soumis à autorisation environnementale**

Comme il est rappelé dans le paragraphe précédent, le site de stockage d'Izaute fait l'objet d'une concession de stockage souterrain de gaz naturel, et son exploitation relève de la réglementation des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE). Le site est soumis à autorisation (régime Seveso SH - rubrique 4718 : stockage souterrain de gaz naturel).

Le projet IZA23 constitue une modification substantielle de l'installation classée existante, soumise à la délivrance d'une nouvelle autorisation.

Le caractère "substantiel" du projet s'apprécie au regard des critères de l'article R181-46 du code de l'environnement, qui précise que :

*"Est regardée comme substantielle, au sens de l'article L. 181-14, la modification apportée à des activités, installations, ouvrages et travaux soumis à autorisation environnementale qui :*

*1° En constitue une extension devant faire l'objet d'une nouvelle évaluation environnementale en application du II de l'article R. 122-2 ;*

*2° Ou atteint des seuils quantitatifs et des critères fixés par arrêté du ministre chargé de l'environnement;*

*3° Ou est de nature à entraîner des dangers et inconvénients significatifs pour les intérêts mentionnés à l'article L. 181-3.*

*La délivrance d'une nouvelle autorisation environnementale est soumise aux mêmes*



*formalités que l'autorisation initiale."*

Le projet IZA23 est soumis à l'obligation de réaliser une évaluation environnementale, au titre de nomenclature annexe à l'article R122-2 du code de l'environnement, qui soumet à évaluation environnementale systématique "l'ouverture de travaux de forage de puits pour les stockages souterrains de gaz naturel, à l'exception des ouvertures de travaux de puits de contrôle." (rubrique 27.d).

Le projet IZA23 consiste en une opération de forage d'un nouveau puits d'exploitation, et répond au critère de l'article R181-46-1°) visé ci-dessus.

Il nécessite donc la délivrance d'une nouvelle autorisation environnementale, conformément aux dispositions des articles L181-1 et suivants du code de l'environnement.

Le contenu de la demande d'autorisation environnementale est décrit aux articles R181-13 et suivants du code de l'environnement - repris dans le formulaire Cerfa n°15964\*01. Le dossier comporte notamment :

- une étude d'impact, dans le cadre de l'évaluation environnementale,
- une étude de dangers des installations de surface,
- une étude de dangers du forage.

L'instruction du dossier est réalisée par les services de l'inspection des installations classées, et donne lieu à la réalisation d'une enquête publique.

On note que la réalisation du projet IZA23 n'induit pas de changement des périmètres de stockage et de protection du stockage d'Izaute.

Elle ne conduira pas non plus à une modification du périmètre du plan de prévention des risques technologiques (PPRT) du stockage d'Izaute.

#### - **Nomenclatures réglementaires impactées**

Le projet IZA23 n'impactera pas le classement actuel du site d'Izaute au titre des rubriques ICPE identifiées dans le tableau ci-dessous. La rubrique 4718.1 est seule impactée : l'inventaire de gaz est modifié, sans impact sur le classement.

Numéro rubrique	Intitulé rubrique	Situation actuelle	Situation après IZA23
4718.1	<p><b>Gaz inflammables liquéfiés de catégorie 1 et 2</b> (y compris GPL) et gaz naturel</p> <p>La quantité totale susceptible d'être présente dans les installations y compris dans les cavités souterraines étant :</p> <p>1 – Supérieure ou égale à 50 t</p> <p>* Quantité seuil haut au sens de l'article R. 511-10 : 200 t</p>	Autorisation - Seuil haut	Autorisation - Seuil haut
2910	<p><b>Combustion</b> à l'exclusion des installations visées par les rubriques 2770, 2771 et 2971</p>	Non classée	Non classée



2925	<b>Accumulateurs</b> (ateliers de charge d') La puissance maximale de courant continu utilisable pour cette opération étant supérieure à 50 kW	Non classée	Non classée
4734	<b>Produits pétroliers spécifiques et carburants de substitution</b>	Non classée	Non classée
1185	<b>Gaz à effet de serre</b> fluorés visés à l'annexe I du règlement (UE) n° 517/2014 relatif aux gaz à effet de serre fluorés et abrogeant le règlement (CE) n° 842/2006 ou substances qui appauvrissent la couche d'ozone visées par le règlement (CE) n° 1005/2009 (fabrication, emploi, stockage)	Non classée	Non classée

L'analyse du projet au regard de la loi sur l'eau révèle que celui-ci ne relève pas du régime de la déclaration ni de l'autorisation au titre des rubriques de la nomenclature annexe de l'article R214-1 du code de l'environnement, tel que résumé dans le tableau ci-dessous. L'étude d'impact du présent dossier présente le détail des rubriques vérifiées.

Numéro rubrique	Intitulé rubrique	Situation actuelle	Situation après IZA23
1.1.1.0	Sondage, forage, y compris les essais de pompage, création de puits ou d'ouvrage souterrain, non destiné à un usage domestique, exécuté en vue de la recherche ou de la surveillance d'eaux souterraines ou en vue d'effectuer un prélèvement temporaire ou permanent dans les eaux souterraines, y compris dans les nappes d'accompagnement de cours d'eau (D)	Non concerné	Le projet IZA23 ne comprend pas d'opérations de prélèvement d'eaux souterraines (pompage)  Rubrique non sollicitée
2.1.5.0 al. 2	Rejet d'eaux pluviales dans les eaux douces superficielles ou sur le sol ou dans le sous-sol, la surface totale du projet, augmentée de la surface correspondant à la partie du bassin naturel dont les écoulements sont interceptés par le projet étant : 2° Supérieure à 1 ha mais inférieure à 20	Non concerné	Le projet IZA23 n'augmente pas la surface d'écoulement des rejets d'eaux pluviales pour atteindre une superficie supérieure à 1 ha.



	ha : D		Rubrique non sollicitée
2.2.1.0	Rejet dans les eaux douces superficielles susceptible de modifier le régime des eaux, à l'exclusion des rejets mentionnés à la rubrique 2.1.5.0 ainsi que des rejets des ouvrages mentionnés à la rubrique 2.1.1.0, la capacité totale de rejet de l'ouvrage étant supérieure à 2 000 m <sup>3</sup> /j ou à 5 % du débit moyen interannuel du cours d'eau : D	Non concerné	Les eaux utilisées pendant le chantier pour la préparation des boues de forage seront collectées à l'issue des opérations et éliminées dans une filière de revalorisation autorisée.  Pas de rejet dans les eaux douces superficielles  Rubrique non sollicitée

## 2.5 PROGRAMME PRÉVISIONNEL DES TRAVAUX DE RÉALISATION DU PUIT

La réalisation du forage de IZA23 consiste en l'exécution des opérations suivantes :

- Travaux de génie civil d'aménagements de la plate-forme de forage sur le cluster préexistant sur le centre d'Izaute,
- Travaux de construction d'une collecte de raccordement aux installations de surface existantes,
- Opérations de forage proprement dites,
- Contrôle du puits, installation des équipements de puits et raccordement aux installations de traitement.



Figure 5 - Implantation du futur puits IZA23

### 3 Description des travaux prévus pour le projet IZA23

#### 3.1 LES CONTRAINTES D'IMPLANTATION

L'implantation du sondage IZA23 a été étudiée puis choisie pour remplir les conditions suivantes :

- Le puits doit être foré dans une zone du réservoir où des sables de bonne qualité (porosité, perméabilité...) sont présents ;
- Sa position verticale dans le réservoir doit permettre son exploitation en maintenant une garde convenable avec le contact gaz/eau à stock minimum et ainsi éviter les ennoiements ;
- Le puits doit être placé dans le panneau principal du réservoir, en communication directe avec les autres puits d'exploitation qui s'y trouvent,
- Il doit être espacé des autres puits d'exploitation d'une distance minimale de 75 m pour limiter les



interférences dans le réservoir des sables infra-molassiques (SIM).

Il doit également respecter des contraintes d'implantation de surface en utilisant un emplacement sur un cluster existant, assurant une facilité d'accès et une surface suffisante pour la mise en place du chantier; tout en prenant en compte les puits environnants et les installations de surface.

Le projet doit également s'intégrer dans le zonage PPRT existant.

L'implantation choisie pour IZA23 est la suivante :

- Pour les aspects réservoir, IZA23 sera positionné à proximité du toit de la structure du stockage d'Izaute.
- Son implantation de surface sera sur le cluster d'IZA20.
- Sa trajectoire sera déviée vers le Sud/Ouest pour atteindre la cible au toit du réservoir des sables de Lussagnet (SIM). Celle-ci étant impérative, la tolérance autour de ce point est définie comme un cercle de 10 mètres de rayon. Une campagne de contrôle du positionnement par gyroscope des puits existants adjacents sera réalisée avant le début des travaux..
- Ses coordonnées prévisionnelles sont les suivantes (coordonnées Lambert III Sud France):

#### **Surface**

X = [403 032.00]  
 Y = [3 168 586.00]  
 Z sol = [+123.34] mv / NGF

#### **Objectif Réservoir (toit des SIM)**

X = [402 920.00]  
 Y = [3 168 565.00]  
 Z objectif (Toit des SIM<sup>2</sup>) = [-377.0] mv / NGF  
 Z fond (TD dans les Grès à Nummulites ; 15 m sous les SIM)  
 = environ [- 435.0] mv / NGF

*Note : Les coordonnées définitives tête de puits, toit du réservoir et fond de puits ne seront connues qu'à l'issue de la réalisation du forage. Les coordonnées prévisionnelles présentées dans ce document seront réajustées.*

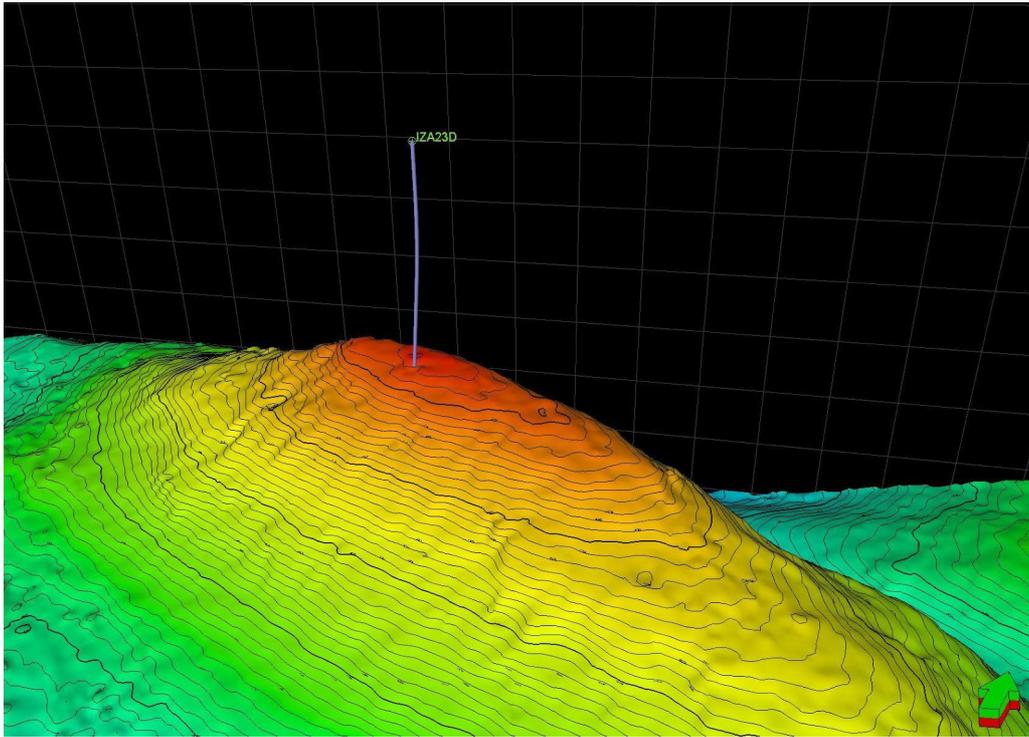
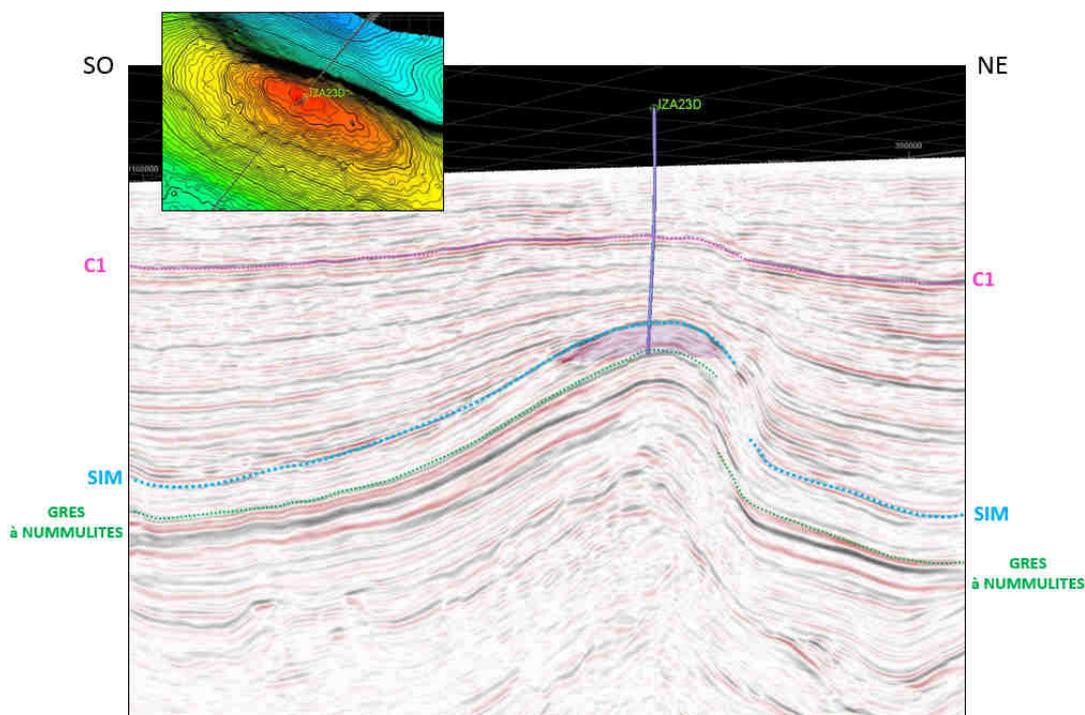


Figure 6 : Position de la cible du puits IZA23 au toit du réservoir (carte isobathes des SIM)



**Figure 7 : Trajectoire du puits IZA23D sur le profil sismique SO-NE**

Dans le cadre du projet, la collecte enterrée 8" du puits IZA20 sera remplacée par une collecte 12" permettant de connecter les deux puits IZA20 (existant) et IZA23 (objet du projet) aux installations de surface sur le centre d'Izaute.

Concernant les installations de surface, l'implantation du projet (tête de puits et collecte) est conçue pour ne pas impacter les zones d'effet du PPRT.

### 3.2 DESIGNATION DES RÉSERVOIRS

Le puits IZA23D doit atteindre 2 réservoirs régionaux : les sables du Lutétien (Sables infra molassiques ou « SIM ») dans lesquels sont situés les stockages de gaz de Lussagnet et Izaute, et la partie supérieure des Grés à Nummulites dans l'Yprésien (sous-jacente aux SIM). Ces deux ensembles forment l'aquifère Eocène régional.

Les côtes prévues des toits et bases de ces formations sont rassemblées dans le tableau suivant :



Niveau	Repère	Z mv/NGF	Perméabilité mD	Porosité %	Observations
Lutétien	Sables Inframolassiques de Lussagnet	377 - 422	De 10 à 4000 mD	De 15 à 30%	Sable quartzeux gris à blanc +/- fins, micacés, pyriteux et localement argileux
Yprésien	Grès Nummulites	à 422 - 435			Alternances sable fin à moyen, argile grise verdâtre silteuse, grès fins à Nummulites, calcaire mudstone blanc beige argileux

Une attention particulière sera portée au suivi du niveau R7 immédiatement sus-jacent au Lutétien. D'autres niveaux repères et formations seront décrits plus en détails dans la partie cadre géologique.

### 3.3 ARCHITECTURE ET ÉQUIPEMENT DE L'OUVRAGE

Le puits IZA23 présentera une architecture en trois phases :

- 17"1/2 - casing 13"3/8 ;
- 12"1/2 - casing 9"5/8
- 8"1/2 – crépines 6"5/8

L'espace entre les cuvelages et le terrain sera cimenté sur toute la hauteur du puits entre le toit du réservoir et la surface.

En tant que puits d'injection / soutirage , IZA23 disposera d'un équipement spécifique :

- deux vannes maîtresses, dont la deuxième à partir du sol est contrôlée à distance, pour fermer l'arrivée de gaz en tête de puits ;
- une vanne latérale contrôlée à distance reliée aux collectes d'exploitation ;
- une vanne de sas permettant de réaliser certaines opérations de maintenance ou de contrôle à l'intérieur du puits ;
- des vannes annulaires qui assurent le contrôle de la présence éventuelle de gaz dans les espaces annulaires et sa purge si nécessaire.

Un obturateur annulaire (packer) sera installé à la base du puits afin d'isoler l'espace annulaire entre l'intérieur du cuvelage et le tube de production. Cet espace est lui-même rempli de saumure inhibée contre la corrosion.

A une profondeur de 50 m sous le niveau du sol, le tube de production sera muni d'une vanne de sécurité de subsurface qui se ferme automatiquement en cas de fuite au niveau de la tête de puits en surface.

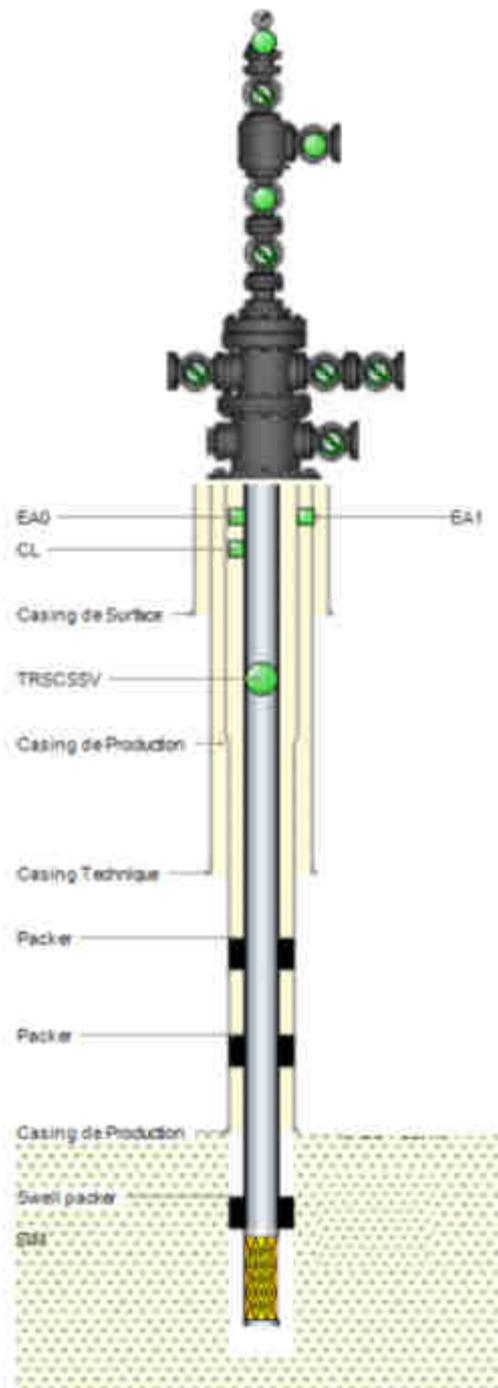


Figure 8 : Schéma de principe d'un puits d'exploitation

### 3.4 CARACTÉRISTIQUES DES FORMATIONS TRAVERSÉES ET COTES PRÉVISIONNELLES

#### 3.4.1 Coupe lithostratigraphique prévisionnelle

Niveau	Repères		Observations
	Partie supérieure	<b>0</b>	Matrice d'argile +/- calcaire
<b>Plio-Mio-Oligocène</b>	C1 : Grésocarbonaté	- 98 (223)	Intercalation de calcaires gréseux et de grès localement à ciment calcaire.
	R1 : Gréseux	- 205 (335)	Sable fin à très grossier avec présence d'un banc métrique calcaire beige mudstone.
	R2 : Gréseux	- 250 (383)	Intercalations métriques de sables fins à moyens et d'argiles calcaires
	R3 : Grésocarbonaté	- 270 (404)	Alternance de calcaires +/- gréseux et d'argile calcaire.
	R4 : Grésocarbonaté	- 275 (410)	Alternance de calcaires +/- gréseux et d'argile calcaire.
	R5 : Carbonaté	- 296 (433)	Intercalation de calcaire ocre et d'argile silteuse à finement sableuse. Présence possible au centre d'une barre gréseuse à ciment calcaire.
	R6 : Carbonaté	- 330 (469)	Calcaire argileux moyennement induré mudstone. Alternance d'argiles, de grès fins et de calcaire mudstone
<b>Eocène Bartonien</b>	R7 Sup : Base carbonatée (absence du R7 Inf ici)	- 352 (492)	Toit calcaire compact argileux puis alternances d'argile calcaire et de marne avec à la base un calcaire beige mudstone plus ou moins induré.
<b>Eocène Lutétien</b>	Sables Inframolassiques ( <b>SIM</b> )	- 377 (520)	Sable fin à grossier, localement gravier, micacé, pyriteux et localement argileux notamment dans la partie sommitale.
<b>Eocène Yprésien</b>	Grés à Nummulites (Toit de la formation)	- 422 (567)	Alternances sable fins à moyen, argile grise verdâtre silteuse, grès fins à moyen (rares Nummulites), calcaire mudstone blanc beige argileux.
<b>Eocène Yprésien</b>	Grés à Nummulites ( <b>TD</b> )	- 435 (582)	Alternances sable fins à moyen, argile grise verdâtre silteuse, grès fins à moyen (rares Nummulites), calcaire mudstone blanc beige argileux.

**Tableau 1 : Coupe lithostratigraphique prévisionnelle du forage**



### 3.4.2 Température prévue dans l'ouvrage

Avec un gradient légèrement supérieur à 3°C / 100 m, la température des formations devrait rester inférieure à 40 °C au fond du puits.

### 3.4.3 Pression attendue en cours de forage

Pendant la période prévue de réalisation du forage (juillet/août), la pression prévue dans le réservoir Lutétien à - 400 mv/NGF sera dans la gamme [60-70 bars] bar abs.

Le suivi de pression dans le réservoir de stockage sera effectué en continu à partir du puits IZA6bis, puits témoin gaz, permettant d'ajuster ces informations lors du forage.

Il est à noter que dans les niveaux repères situés au-dessus du R7, niveaux aquifères, la pression attendue sera théoriquement hydrostatique.

## 3.5 DESCRIPTION DES OPÉRATIONS DU PROJET DE FORAGE

### 3.5.1 Aménagement de la plateforme

La plateforme existante IZA 20, une plateforme d'environ 3 500 m<sup>2</sup>, accueille déjà le puits IZA20. L'emplacement pour implanter le puits IZA23 sera créé sur cette plateforme.

Les aménagements suivant sont prévus :

- Construction d'une dalle de béton étanche construite autour du point d'entrée en terre du forage, pour recevoir l'appareil de forage proprement dit. Cet ouvrage sera dimensionné pour supporter la répartition de charge de l'appareil de forage.
- Pose d'un tube guide, sur une profondeur d'environ 50 m, au droit d'une cave étanche bétonnée de 2 mètres de profondeur.
- Construction d'une dalle de propreté (en continuité de la dalle charges lourdes) et installation de caniveaux périphériques étanches de façon à drainer, après passage dans un décanteur/déshuileur, les égouttures issues du plancher de l'appareil, ou du circuit de boue, ainsi que les eaux de pluie ruisselant sur les surfaces susceptibles d'être polluées. Pendant les opérations de forage proprement dites (manipulation de produits boues ou ciment, circuit boue actif) ces eaux de ruissellement de la plateforme pourront être captées et stockées dans un dispositif adapté. Elles seront analysées avant rejet au milieu naturel ou envoi en filière de traitement adapté selon les résultats.
- Lors de l'aménagement du chantier, les stockages de produits chimiques seront réalisés sur des dispositifs respectant les conditions spécifiques de sécurité et comportant des bacs de rétention.
- L'accès au site se fera depuis l'emplacement de la base vie sur lequel sera aussi situé le parking des véhicules lors des opérations de forage.
- L'emplacement est entièrement clôturé et l'accès réglementé.

### 3.5.2 Transport et montage de l'appareil de forage



L'appareil de forage sera amené par camions avant d'être monté sur la plate-forme.

La période de montage (ou de démontage) dure 12 jours environ et nécessite la rotation d'une soixantaine de camions. Certaines opérations de déchargement et de montage nécessitent l'utilisation de grues autotractées.

Les opérations de montage de l'appareil de forage comprennent la mise en place du mât et du plancher de forage ainsi que des installations annexes à l'appareil lui-même telles que :

- Les bacs et le dispositif de traitement de la boue de forage (tapis vibrants, dessilteurs, cyclones...),
- Les pompes, flexibles et vannes nécessaires au fonctionnement du circuit de boue,
- Les groupes électrogènes et leurs installations d'alimentation et de sécurité, ainsi que le câblage électrique du chantier,
- Les bungalows attribués aux vestiaires, sanitaires et bureaux du personnel,
- Les stockages de matériel et d'outils de forage
- etc.

### 3.5.3 Caractéristiques et fonction des équipements de forage

Le mât de forage, d'une hauteur d'environ 30 à 40 m au-dessus du plancher de forage (soit 50 m environ depuis le sol), est une structure métallique fixée sur une sous-structure. Il supporte moufles et câbles et permet le stockage vertical des tiges de forage. C'est la partie la plus visible de l'installation et ce mât sera éclairé sur toute la hauteur.

Le treuil de forage et son câble supportent, par l'intermédiaire d'un système de poulies, le train de tiges de forage reliant l'outil à la surface du sol. Ils permettent également la manutention et la descente des cuvelages.

La table de rotation entraîne les tiges de forage en surface et provoque la rotation de l'outil en fond de puits. Cette fonction peut être remplacée par une tête d'injection rotative.

Les pompes de forage permettent la circulation du fluide de forage depuis la surface jusqu'au fond du puits. Ce fluide permet le refroidissement de l'outil et la remontée des déblais.

Le « quartier fluides » est un ensemble de bacs équipés d'installations de séparation des liquides (fluides de forage) et des solides (déblais de forage). Il permet de fabriquer les fluides de forage et de séparer en surface les déblais de forage du fluide avant réinjection de celui-ci dans le puits.

Un ensemble de moteurs de type diesel fournit l'énergie nécessaire à l'exécution du puits.

Un Bloc Obturateur de Puits (BOP) fixé sur la tête de puits permet de fermer le puits en cas d'éruption et de l'isoler ainsi de la surface qu'elle que soit l'opération en cours.

Tous ces équipements, installés sur des châssis, sont transportés par camions et sont assemblés à l'aide de grues. Ils seront démontés à la fin des opérations.

### 3.5.4 L'appareil de forage et son fonctionnement



En phase de forage, la manœuvre principale est la descente progressive en rotation des tiges de forage dans le puits grâce au puissant treuil qui équipe le mât.

Pendant le forage, des pompes assurent l'injection permanente par l'intérieur des tiges de la boue de forage dont le rôle est de lubrifier et de refroidir l'outil de forage, de remonter les déblais de roche et de contrôler la pression provenant du puits. Cette boue est recyclée en circuit fermé grâce à un dispositif de tamisage et de décantation qui permet sa réutilisation.

Les déblais de forage sont stockés temporairement dans des bacs de rétention étanches et les fluides usés dirigés vers des bacs étanches, avant d'être évacués.

Le traitement des déblais de forage sur site consiste en une décantation par gravité. La partie solide est acheminée vers un centre de revalorisation agréé et les fluides sont recyclés pour être réutilisés dans le puits.

Les anciens fluides de forage seront récupérés et évacués conformément à la réglementation en vigueur.

Des cuvelages en acier sont vissés et descendus dans le puits à différentes profondeurs et cimentés afin de stabiliser les parois du trou, d'isoler les unes des autres les différentes zones poreuses et perméables rencontrées.

### **3.5.5 Les équipes de travail**

La durée escomptée de la phase de forage et de complétion est d'environ quatre semaines.

La phase de forage nécessite une surveillance de jour et de nuit. Pour cela, les équipes travailleront en postes (3 x 8 heures) en se relayant pendant toute la durée du chantier.

Pour assurer un bon fonctionnement du forage et toute la sécurité de l'équipe au cours de la nuit, l'ensemble du site du chantier sera éclairé.

Les différentes opérations sont réalisées par des sociétés extérieures spécialisées dans chacun des domaines :

- Société de forage.
- Gestion du fluide de forage.
- Traitement et évacuation des déblais de forage.
- Mise en place et vissage des cuvelages.
- Cimentation des cuvelages.
- Diagraphies.

*NB* : La société de forage ainsi que les différentes sociétés interviendront conformément à la réglementation de la législation du travail concernant le travail en continu et posté.

### **3.5.6 Le programme de forage et de complétion**



Les différentes phases de forage sont résumées dans le tableau ci-dessous :

Phase de forage	Diamètre du trou	Profondeur (MD/SOL)	Diamètre de cuvelage
1	Forage 17" ½"	335 m/sol	13 "¾
2	12" ¼	488 m/sol	10" ¾ - 9" ⅝
3	8" ½	582m/sol	/

**Tableau 2 : Phases de forage**

#### 3.5.6.1 Phase 17" 1/2

Le but de cette phase est de poser un cuvelage 13"¾ afin de couvrir les formations superficielles de façon à assurer une bonne étanchéité de cette partie de l'ouvrage.

Dès le début du forage, une surveillance géologique continue avec détection du fond gazeux sera mise en place.

##### **Tubage / cimentation**

Le tubage 13"¾ et le sabot seront descendus vers [335] m/sol, toit du R1 (côte prévisionnelle qui sera précisée ultérieurement une fois le profil de déviation des puits finalisé).

#### 3.5.6.2 Phase 12" 1/4

Le but de cette phase est de poser le cuvelage 10"¾ - 9"⅝ vers [488] m/sol (cote exacte à préciser une fois les profils de déviation établis) pour couvrir les terrains jusqu'au voisinage du toit du R7 supérieur.

Comme précédemment, le suivi géologique des formations et des gaz sera effectué pendant toute la durée de la phase de forage pour anticiper en particulier la cote d'arrêt au-dessus du R7.

##### **Tubage/cimentation**

Une fois le cuvelage posé, on cimentera l'espace entre la formation géologique et le cuvelage jusqu'en surface.

#### 3.5.6.3 Phase 8" 1/2

Le but de cette phase est de forer le réservoir des sables inconsolidés des SIM avec une saumure CaCl<sub>2</sub> viscosifiée afin d'assurer la meilleure productivité possible du futur puits d'exploitation.

#### 3.5.6.4 Complétion



La phase 8''1/2 restera en trou ouvert et sera complétée avec des crépines au sein des SIM, dont la hauteur et la localisation précise sera affinée à la suite de l'acquisition des diagraphies différées.

La complétion sera conçue pour faciliter un éventuel work-over ultérieur (siège sous packer pour isoler le fond du puits et permettre la remontée des tubings).

Le haut de la colonne de production comprenant un tubage de 7''5/8, un packer d'isolation de l'annulaire et une vanne de sécurité de fond sera ensuite descendue.

### 3.5.6.5 Trajectoire du puits

Le puits sera légèrement dévié afin de s'éloigner des puits existants. Sa trajectoire sera suivie pendant toute la durée du forage.

### 3.5.7 Le programme de boue

Le programme de boue de forage prévu est basé sur la grande connaissance des intervalles traversés acquise par Teréga lors de la réalisation des autres forages. Il sera adapté dans le détail aux conditions de forage rencontrées.

Les fluides de forage utilisés seront du type « fluides à l'eau » constitués principalement d'eau et éventuellement des additifs avec les compositions prévisionnelles suivantes :

- Phase 17''½ : Boue aux silicates avec polymères et amidon
- Phase 12''1/4 : Boue aux silicates avec polymères et amidon
- Phase 8''1/2 : Saumure au CaCl<sub>2</sub>
- Phase complétion : Saumure au CaCl<sub>2</sub>

Les principaux composants des produits de boues potentiellement utilisés sont indiqués dans le tableau ci-dessous.

Nom du produit	Fonction / utilisation	Composants principaux
Bentonite	Viscosifiant	Argile
Soude	Contrôle alcalinité	Hydroxyde de sodium
Silicates	Inhibiteur d'argile	Esthers de glycol
Poly acrylamide Cellulose Pac	Réducteur de filtrat	Polyanionique cellulose
Amidon	Réducteur de filtrat	Amidon
Pac Viscosité faible	Réducteur de filtrat et viscosifiant	Polyanionique cellulose
Polymère Xanthan Gum	Viscosifiant	Gomme de xanthane biopolymère
Polymère PHPA	Viscosifiant et inhibiteur d'argile	Poly acrylamide partiellement hydrolysé



CaCO <sub>3</sub> fin et moyen	Alourdissant	Carbonate de calcium quartz
Carbonate de sodium anhydre	Traitement de la dureté de l'eau	Carbonate de sodium
Baryte	Alourdissant	Sulfate de baryum

**Tableau 3 : Principaux composants des boues forage**

### 3.5.8 La surveillance géologique en forage

La surveillance géologique (le mud logging) consiste à réaliser un suivi continu des différents paramètres instantanés du forage et à effectuer les observations et mesures sur les caractéristiques du fluide (incluant présence de gaz) et des déblais de forage.

Les cotes proposées dans les coupes prévisionnelles, bien que probables, sont sujettes à des incertitudes.

Un suivi géologique continu sera assuré dès le début du forage. Les observations collectées par le géologue permettront d'ajuster en temps réel la coupe lithostratigraphique et de déterminer les cotes de positionnement des sabots de casing à la fin des différentes phases de forage en fonction des éléments observés.

Les paramètres à enregistrer sont les suivants :

- Avancement
- Calcimétrie
- Paramètres de forage
- Niveau des bassins
- Coups de pompe
- Densité de la boue (entrée/sortie)
- Gaz total + chromatographe. Deux dégazeurs seront utilisés : gaz entrée et gaz sortie
- Détecteurs CH<sub>4</sub> (avec alarmes)
- Prélèvement de gaz sur la ligne gaz (vacutainers)

La fréquence d'échantillonnage des déblais de forage sera d'une prise d'échantillon au moins tous les 4 mètres. A chaque prise, on conservera un set d'échantillons lavés séchés, et un set d'échantillons non débouffés.

### 3.5.9 Le programme de diagrapies différées

Le programme des diagrapies différées sera réalisé en trois jeux d'enregistrements en trou ouvert et supervisé par l'ingénieur géologue TEREQA:

- 1 - A la fin de la phase de forage 17 1/2" de la profondeur [335] à [45] m MD/SOL.
- 2 - A la fin de la phase de forage en 12 1/4" de la profondeur [488] m à [335] m MD/SOL.
- 3 - A la fin de la phase 8 1/2" de la profondeur finale, [582] m environ, jusqu'à [488] m MD/SOL.

L'interprétation de ces diagrapies différées permettra l'analyse des caractéristiques pétrophysiques des



réservoirs rencontrés mais également de la nature des fluides les saturant.

Il sera également réalisé deux passes de diagraphies de cimentation/corrosion CBL-VDL-USIT (ou équivalent) pour s'assurer de la qualité de celles-ci, après la pose des cuvelages (13''3/8 et 9''5/8).

Le tableau ci-dessous décrit les outils de diagraphies que l'on prévoit d'utiliser pour chaque phase de forage. Il reste préliminaire à ce stade du programme :

Diamètre du forage	Intervalles	Outils de diagraphies
17''1/2	[45 -335] m MD/SOL	<p><b>Découvert (Open Hole) :</b> SONIC (BHC) - GR CALIPER 4 ou 6 bras (EMC)</p> <p><b>Logs de cimentation/corrosion (Cased Hole) :</b> CBL - VDL - CCL et USIT (ou équivalent) du tubage 13''3/8.</p>
12''1/4	[335 -488] m MD/SOL	<p><b>Découvert (Open Hole) :</b> SONIC (BHC) – GR CALIPER 4 ou 6 bras (EMC) NEUTRON / DENSITE /PEF (CNL/TLD/PE) RESISTIVITES (LATEROLOG) (HRLA) MICRO-RESISTIVITE (MCFL) MDT (10 points de mesure) : optionnel</p> <p><b>Logs de cimentation/corrosion (Cased Hole) :</b> CBL - VDL - CCL et USIT (ou équivalent) du tubage 9''5/8.</p>
8''1/2	[488 - 582] m MD/SOL	<p><b>Découvert (Open Hole) :</b> SONIC (BHC) – GR CALIPER 4 ou 6 bras (EMC) NEUTRON / DENSITE /PEF (CNL/TLD/PE) RESISTIVITES (LATEROLOG) (HRLA) MICRO-RESISTIVITE (MCFL)</p>



**Tableau 4 : Liste des outils de diagraphies utilisés par phases de forage.**

### 3.5.10 SUPERVISION DES **opérations** DE CIMENTATION DES CUVELAGES

Les opérations de cimentation seront réalisées par une société spécialisée sous la supervision des spécialistes de TEREGA.

Les paramètres tels que densité du laitier, volume du laitier, pression d'injection seront enregistrés pendant les opérations.

Un échantillon du laitier sera prélevé pour s'assurer de la prise du ciment et garder la traçabilité de sa composition.

Une fois cimentés, un contrôle de l'état des cuvelages et de la qualité des cimentations en place sera effectué par diagraphies.

Phases de forage	IZA23D
<b>Tube guide :</b> Forage et pose du tube guide 18''5/8"	jusqu'à [45] m MD/SOL.
<b>Phase 17''1/2 – Tubage 13''3/8 :</b> Forage en 17''1/2 Diagraphies de formation Open Hole. Pose et cimentation d'un tubage 13''3/8 (top ciment en surface). Diagraphies de cimentation/corrosion type CBL -VDL - CCL et USIT (ou équivalent) derrière tubage 13''3/8	jusqu'à [335] m MD/SOL Boue aux silicates (1.07 – 1.15)
<b>Phase 12''1/4 – Tubage 9''5/8 :</b> Diagraphies de formation en Open Hole (du R1 à quelques mètres au-dessus du R7 Supérieur). Pose et cimentation du casing 10''3/4 x 9''5/8 (top ciment en surface). Diagraphies de cimentation/corrosion type CBL -VDL - CCL et USIT (ou équivalent) derrière tubage 9''5/8.	Jusqu'à [488] m MD/SOL Boue aux silicates de densité adaptée à la pression du réservoir au moment du forage (1.15 – 1.30)



<p><b>Phase 8''1/2 – Tubing de production 7''5/8 :</b></p> <p>Forage en 8''1/2</p> <p>Diagraphies de formation Open Hole</p> <p>Pose du bas de complétion tubing 7''</p> <p>Mise en place du haut de la complétion et de la colonne de production 7''5/8.</p>	<p>jusqu'à [582] m MD/SOL</p> <p>Saumure CaCl<sub>2</sub> viscosifiée (1.30 – 1.38)</p>
---	---

**Tableau 5 : Récapitulatif du programme de forage.**

*Conformément à la réglementation, un programme détaillé des opérations de forage sera obligatoirement transmis par TEREGA à la DREAL, un mois avant le démarrage des opérations.*

## 4 Description synthétique des méthodes d'exploitation

### 4.1 EXPOSÉ GÉNÉRAL DES MÉTHODES D'EXPLOITATION

#### 4.1.1 Calendrier d'injection et de soutirage

Le calendrier d'injection et de soutirage du gaz dans le stockage dans son ensemble est piloté par les besoins en gaz des clients de Teréga, conditionnés pour certains par les aléas climatiques.

L'exploitation du futur puits IZA23 s'inscrit donc dans cette logique globale d'exploitation du stockage d'Izaute.

On retient que d'une façon générale :

- Le gaz est injecté dans le stockage de la fin du mois d'avril au début du mois d'octobre en prévision de l'hiver suivant ;
- Le gaz est soutiré du stockage de la fin du mois d'octobre à début du mois d'avril afin d'être expédié dans le réseau après avoir subi un traitement (séparation eau/gaz, déshydratation, odorisation).

#### 4.1.2 La phase d'injection

En période de faible consommation (été), le gaz est injecté dans le réservoir par des puits d'exploitation qui mettent en communication les installations de surface et le réservoir sableux en profondeur, qui sert au stockage d'Izaute.

Pour que le gaz soit stocké et puisse prendre la place de l'eau entre les grains de sable, il faut que la pression de gaz soit supérieure à celle de l'eau présente dans le réservoir. Il est donc nécessaire de le compresser, le débit de gaz injecté étant proportionnel à la surpression du gaz par rapport à l'eau.

Cette surpression, nécessaire pour l'injection du gaz, se communique à l'eau, à proximité de la "bulle de gaz" en formation.



En raison de la compressibilité de l'eau, de sa viscosité, de la compressibilité du milieu poreux et du volume considérable de l'aquifère, les mouvements de l'eau restent limités à la proximité immédiate des stockages. La surpression résultant de la mise en place du gaz s'atténue donc rapidement lorsqu'on s'éloigne de la zone d'injection du gaz.

#### 4.1.3 La phase de soutirage

Lors du soutirage, en période de consommation intensive (hiver), on fait baisser la pression en tête des puits en dessous de la pression régnant dans la bulle de gaz. Celui-ci sort alors du stockage par les puits de production pour être dirigé vers les installations de surface du centre d'Izaute puis de Lussagnet.

Quand la pression du gaz baisse dans la bulle de gaz, l'eau environnante revient lentement dans le réservoir, en commençant par les couches les plus basses.

Pour que les puits producteurs continuent à fournir du gaz, l'eau du réservoir ne doit pas atteindre la base des puits qui seraient alors ennoyés. De plus, la pression dans la bulle doit toujours rester assez élevée pour assurer des débits acceptables.

C'est pourquoi, il est toujours nécessaire de laisser dans le réservoir un certain volume de gaz, appelé gaz coussin qui remplit ces fonctions. Celui-ci représente environ la moitié du volume maximal du stock. Le fait de disposer dans la roche réservoir de ce "coussin" de gaz, compressible, amortit aussi considérablement les fluctuations de pression communiquées à l'aquifère.

## 4.2 RACCORDEMENT DE IZA23 AUX INSTALLATIONS DE SURFACE

Le nouveau puits IZA23 s'intégrera aux installations existantes, sans modifier ni la philosophie d'exploitation ni les capacités globales d'injection/soutirage du stockage d'Izaute. Ce puits supplémentaire a pour vocation d'équiper le stockage d'un puits d'exploitation supplémentaire, qui permettra de maintenir la capacité globale du site lors d'indisponibilité de puits pour travaux ou maintenance.

L'intégration de IZA23 dans le réseau d'exploitation du stockage d'Izaute consistera à effectuer le raccordement du puits aux équipements d'exploitation et de contrôles de surface existants sur le centre:

- Raccordement de la tête de puits aux installations de surface via une collecte 8" individuelle puis une collecte commune IZA20 IZA23,
- Mise en place et raccordement des dispositifs de commande de vannes et de mesures aux systèmes de commandes à distance pilotés depuis la salle de contrôle. Les vannes commandées depuis la salle de contrôle sont :
  - la deuxième vanne maîtresse;
  - la vanne latérale SDV1
  - la SDV2
  - la vanne de sécurité de sub-surface. A noter que cette vanne à sécurité positive peut également être actionnée au moyen d'un bouton poussoir placé à proximité du puits. Toute chute de pression, consécutive à une rupture de la tête de puits ou de la collecte, entraîne également sa fermeture automatique.



## 5 Conditions d'arrêt des travaux

---

### 5.1 RESPECT DES CONDITIONS TECHNIQUES D'ABANDON ET DES OBLIGATIONS DE REMISE EN ÉTAT

La mise à l'arrêt définitif de l'installation sera effectuée conformément aux dispositions des articles L512-6-1, et R512-74 et suivants du code de l'environnement.

Ainsi, Teréga s'engage à notifier au préfet la date de cet arrêt au moins trois mois avant celui-ci, en indiquant les mesures qui seront prises ou prévues pour assurer la mise en sécurité du site. Le bouchage du puits et le contrôle de ses conditions d'abandon seront réalisés conformément à la législation en vigueur à ce moment et aux règles de l'art, sous le contrôle de l'Administration.

La notification de l'arrêté définitif précisera notamment :

- l'évacuation ou l'élimination des produits dangereux,
- les interdictions ou limitations d'accès au site,
- la suppression des risques d'incendie et d'explosion par la réalisation des opérations de bouchage du puits,
- la surveillance des effets sur l'environnement.

Sans préjuger de l'évolution de ces règles, Teréga s'attachera en particulier à prévenir tout risque de fuite depuis le réservoir ou de mise en communication des aquifères entre eux.

On notera qu'à ce jour, la réglementation prévoit en particulier l'isolation des niveaux réservoirs grâce à la mise en place de barrières cimentées, sachant que pour être efficace, une barrière doit être présente et à l'intérieur du cuvelage, au contact avec la formation ainsi que dans tous les espaces annulaires des différents cuvelages.

Enfin, le site de l'installation sera placé dans un état tel qu'il ne puisse pas porter atteinte aux intérêts mentionnés à l'article L511-1 du code de l'environnement, et qu'il permette un usage futur de type industriel.

### 5.2 COÛTS DE BOUCHAGE ET DE REMISE EN ÉTAT

Le coût des travaux de bouchage et de remise en état complet d'un site de forage d'un puits est estimé à 2 000 K€, dans les conditions technico-économiques actuelles.