

Business Unit Chimie-Enrichissement

Orano Tricastin



orano



Orano Tricastin, une plateforme industrielle de référence

Orano Tricastin est une plateforme industrielle de référence, forte de 60 ans de savoir-faire. Elle regroupe l'ensemble des activités de chimie (conversion, défluoration et dénitrification) et d'enrichissement de l'uranium.

Ces activités précèdent l'étape finale de la fabrication du combustible nécessaire aux réacteurs des centrales nucléaires de production d'électricité.

Un site en évolution, pour répondre aux standards de sûreté les plus exigeants

Ces dernières années, le site du Tricastin s'est considérablement transformé. De nombreux investissements ont été réalisés. Ils permettent de renforcer de manière significative la sûreté de nos opérations en répondant aux standards les plus exigeants. Dans un secteur d'activité concurrentiel, le groupe Orano, avec le renouvellement de ses usines, renforce la sécurité d'approvisionnement de ses clients. Les standards de conception mis en œuvre permettent d'assurer un niveau de confinement accru des matières tout en répondant aux exigences des « Evaluations Complémentaires de Sûreté » (ECS) et en limitant l'empreinte environnementale de ses activités.



Nucléaire **civil**

⁽¹⁾ Programme de Rinçage Intensif Suivi de la Mise à l'air d'EURODIF

⁽²⁾ Atelier de Réception Echantillonnage Conditionnement, atelier support aux usines Georges Besse II

1961

Démarrage de la première usine de conversion (COMURHEX)

1978

Démarrage de l'usine d'enrichissement EURODIF

1984

Mise en service de l'atelier de défluoration (W)

1996

Démarrage de l'atelier de dénitrification (TU5)

2006

Début de la construction de l'usine Georges Besse II

1958

Construction des usines de diffusion gazeuse (UDG)

1962-64

Démarrage des UDG

Enrichissement d'uranium pour la Défense

1996

Arrêt des UDG

Opérations de démantèlement

Nucléaire **défense**

2008



Plus de 20 ans d'expérience et de savoir-faire dans le démantèlement

Le démantèlement recouvre toutes les étapes qui suivent la mise à l'arrêt d'une installation nucléaire en fin d'exploitation, en passant par le démontage physique des équipements, le conditionnement des déchets et l'assainissement des installations.

Dans ce domaine, Orano Tricastin a développé un savoir-faire avec les opérations de démantèlement des anciennes usines militaires démarrées en 1999 pour le compte du CEA (Commissariat à l'Énergie Atomique et aux énergies alternatives). Cette activité se poursuit avec le démantèlement d'autres installations du site aujourd'hui à l'arrêt. Le prochain grand chantier à venir sera celui de l'usine d'EURODIF. Les équipes assurent également la surveillance des ateliers en attente de démantèlement.

Chiffres-clés EURODIF

Étape préalable au démantèlement :

350 tonnes d'hexafluorure d'uranium revalorisées (UF₆) grâce aux opérations de rinçage PRISME*

* Projet de Rinçage Intensif Suivi d'une Mise à l'air d'EURODIF (étape préalable au démantèlement)

Enjeux du démantèlement :

- 4 bâtiments représentant une superficie de 120 000 m²
- + de 1 300 km de tuyauteries
- + de 100 000 vannes
- 150 000 tonnes d'acier

Sûreté, sécurité, protection de l'environnement : notre ADN

Tout au long de l'exploitation de ses usines, le site du Tricastin déploie un programme de maintenance préventive et corrective, et met en œuvre les plus hauts standards de sûreté et de sécurité.

Le site fait l'objet d'inspections régulières par les autorités de tutelle ainsi que de contrôles internes au niveau du groupe Orano.

De manière générale, les installations nucléaires sont conçues, exploitées et entretenues de manière à limiter les rejets et les prélèvements d'eau dans l'environnement, conformément aux limites fixées pour chacune des installations.

Une activité réglementée et surveillée. Quelques repères :



Sécurité / Sûreté :

1. Du personnel dédié et formé aux risques spécifiques
2. Une inspection de l'autorité, en moyenne par semaine
3. Des exercices réguliers en interne et en externe avec les acteurs locaux (pompiers, gendarmerie nationale, Préfecture...)



Surveillance de l'environnement :

• 28 000 analyses effectuées par an en moyenne (eaux, air, sédiments, végétaux, poissons...)

• 300 points de prélèvement sur site et aux abords du site.

L'ensemble des données est disponible sur le rapport annuel du site ainsi que sur le site du Réseau national des mesures de la radioactivité et de l'environnement :

www.mesure-radioactivite.fr

Les formations sûreté, sécurité et environnement représentent près de 50 % des heures de formation du personnel.

2009

Début de la construction de COMURHEX II

2011

Démarrage de Georges Besse II Sud

2012

Arrêt d'EURODIF

2013

Démarrage de Georges Besse II Nord

Juin : Démarrage du programme PRISME⁽¹⁾

Oct : Mise en service du nouveau stockage HF de la nouvelle usine de conversion COMURHEX II

2015

Démarrage de l'atelier support RECI⁽²⁾

2016

Pleine capacité de production autorisée de Georges Besse II

fin du programme PRISME d'Eurodif Production

2018

mise en service de COMURHEX II

Gestion des opérations d'assainissement et évacuation des déchets vers la filière dédiée

La conversion de l'uranium

Une étape indispensable du cycle du combustible

La conversion se déroule après l'extraction du minerai d'uranium naturel et avant l'enrichissement de l'uranium. Elle permet d'obtenir la forme de l'uranium adaptée aux opérations d'enrichissement : l'hexafluorure d'uranium (UF_6).

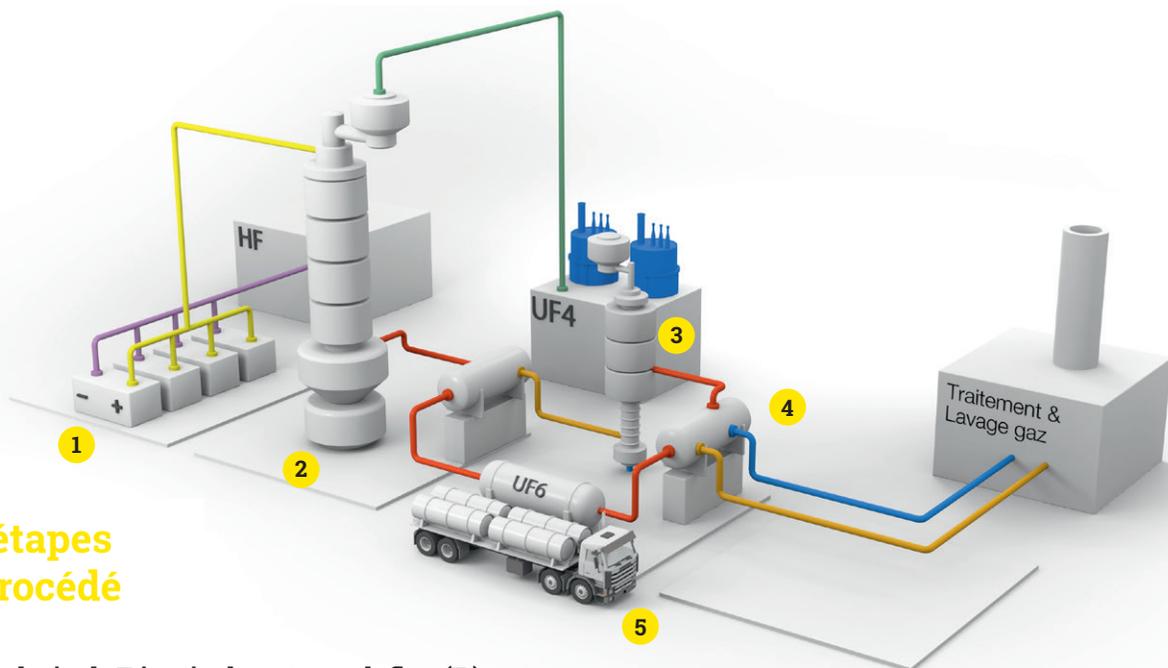
Au sein du groupe Orano, la conversion est réalisée sur deux sites dans le sud de la France :

● 1^{ère} étape : l'usine de Malvésy (Aude) purifie l'uranium naturel et le convertit en tétrafluorure d'uranium (UF_4)

● 2^{ème} étape : l'usine du Tricastin (Drôme) achève sa transformation en hexafluorure d'uranium (UF_6).

Fortes de plus de 50 ans d'expérience, avec une capacité de 15 000 tU par an, les unités de conversion du groupe Orano préparent l'uranium naturel pour le combustible nucléaire de ses clients électriciens du monde entier.

Le procédé de fabrication de l'hexafluorure d'uranium (UF_6)



Les étapes du procédé

Sur le site du Tricastin, deux atomes de fluor (F_2) sont ajoutés à l' UF_4 provenant de Malvésy, pour obtenir de l' UF_6 .

1 Fabrication du fluor

Dans des électrolyseurs contenant de l'acide fluorhydrique (HF), des molécules d'hydrogène (H_2) et des molécules de fluor (F_2) sont libérées. Au fur et à mesure de sa fabrication, le fluor gazeux est acheminé vers l'étape suivante.

2 Fluoruration primaire

Le fluor est injecté dans un réacteur à flamme où il réagit avec l' UF_4 . La réaction entre l' UF_4 et le fluor est instantanée et exothermique (environ $1000^\circ C$). On obtient de l' UF_6 . C'est la fluoruration primaire.

3 Fluoruration secondaire

Cette étape consiste à faire réagir les imbrûlés de la première fluoruration dans un réacteur à plateaux en mouvement où ils se recombinaient avec de l' UF_4 et le fluor en excès. On obtient là-aussi de l' UF_6 gazeux.

4 Piégeage/coulée de l' UF_6

L' UF_6 gazeux est piégé dans des cristallisoirs froids où il se solidifie.

5 Conditionnement de l' UF_6

Les cristallisoirs sont réchauffés pour liquéfier l' UF_6 et remplir par gravité un emballage (cylindre 48Y) situé dans une enceinte étanche de conditionnement. Les cylindres pleins sont déposés dans l'enceinte de refroidissement du bâtiment, afin que l' UF_6 se cristallise pour rejoindre ensuite l'aire d'entreposage.

L' UF_6 naturel obtenu sera enrichi, étape suivante avant la fabrication du combustible nucléaire.

Chiffres-clés
Capacité de Production
Conversion UF_6 Tricastin

4 000 t
de fluor par an

15 000 t
d'uranium sous
forme UF_6 par an

L'enrichissement de l'uranium par centrifugation

Une technologie éprouvée et performante

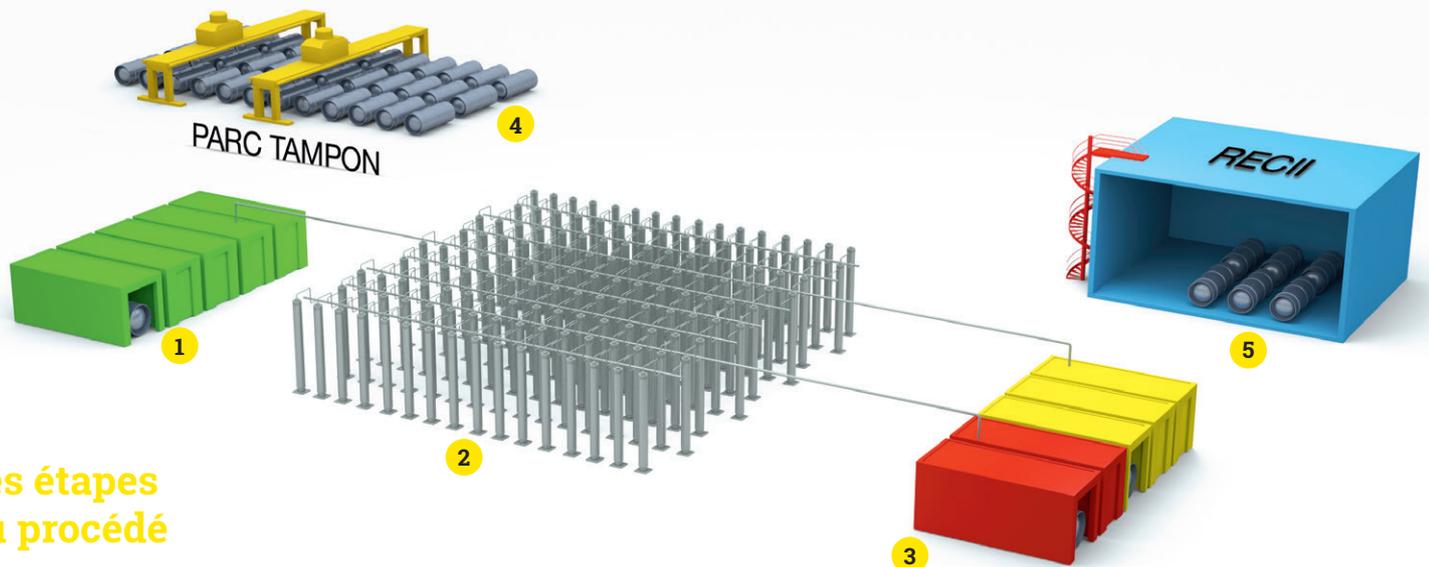
L'enrichissement consiste à rendre l'uranium suffisamment énergétique pour son utilisation dans les centrales nucléaires de production d'électricité. A l'état naturel l'uranium est composé principalement de deux isotopes* : l'uranium 235 (à hauteur de 0.7 %) et l'uranium 238. Pour l'utilisation en réacteur, la proportion d'uranium 235 doit être portée entre 3 et 5 %.

*Isotopes : atomes d'un même élément présentant une différence sur le nombre de neutrons contenus dans le noyau

Après 50 ans d'expérience dans l'enrichissement par diffusion gazeuse, l'enrichissement se poursuit sur le Tricastin, dans les deux nouvelles usines « Georges Besse II » utilisant la technologie de centrifugation. Ces usines peuvent enrichir de l'uranium naturel, de l'uranium appauvri et de l'uranium recyclé.

Le procédé par centrifugation

La centrifugation consiste à séparer l'uranium 235 de l'uranium 238 en jouant sur la masse des molécules d'uranium et la vitesse de rotation des centrifugeuses (forme de bol cylindrique).



Les étapes du procédé

1 Alimentation de l'usine

Un cylindre d' UF_6 naturel (produit par l'usine de Conversion) est chauffé à basse température dans une station. L' UF_6 est sublimé* et introduit par des collecteurs dans des centrifugeuses en rotation à très grande vitesse.

* sublimer : passer de l'état solide à l'état gazeux

2 Séparation isotopique

Sous l'effet de la force centrifuge, les molécules d' $U_{238}-F_6$ (les plus lourdes) se concentrent en périphérie tandis que les plus légères ($U_{235}-F_6$) migrent vers le centre. Cette étape élémentaire de séparation isotopique est répétée dans un ensemble de centrifugeuses connectées en série : c'est une cascade.

3 Extraction de l' UF_6

En sortie de cascade, l' UF_6 enrichi est extrait directement dans un cylindre adapté, refroidi dans une station dédiée, afin de le solidifier. L' UF_6 appauvri est extrait dans un autre cylindre, refroidi également dans une station dédiée.

4 Parc Tampon

Après une pesée de contrôle, les cylindres sont déposés sur le parc tampon jouxtant l'usine, en attente de transport vers l'étape suivante.

5 Contrôle Qualité et conditionnement pour expédition

La production d' UF_6 enrichi est échantillonnée à l'atelier RECII** (contrôle qualité) puis conditionnée dans des emballages (cylindres 30B) pour expédition vers le fabricant de combustible.

** RECII = Réception Echantillonnage Conditionnement

Chiffres-clés Centrifugation Tricastin

2
usines

Capacité de production
7.5 MUTS*
par an

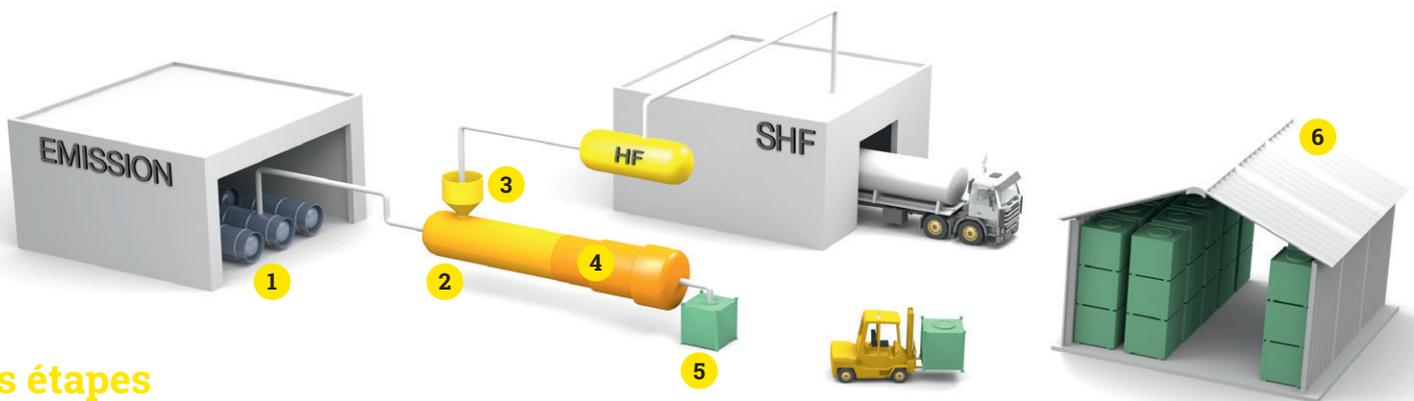
*Millions d'Unités de Séparation

Défluoration, Dénitration : des procédés chimiques pour recondi

Le procédé de défluoration

Au cours de l'enrichissement de l'uranium, de l'uranium appauvri en isotope 235 (contenant trois fois moins d'isotope U235 que l'uranium naturel) est généré. Matière valorisable, celle-ci est acheminée vers l'usine de défluoration (usine W) pour y être transformée et reconditionnée en oxyde d'uranium (U_3O_8).

L' U_3O_8 est incombustible, insoluble dans l'eau, non corrosif et parfaitement stable permettant un entreposage dans les meilleures conditions de sûreté et dans l'attente de sa réutilisation ultérieure.



Les étapes du procédé

- 1 Introduction UF_6**
Un cylindre d' UF_6 appauvri est mis en chauffe dans une étuve afin de sublimer l' UF_6 .*
* sublimer : passer de l'état solide à l'état gazeux
- 2 Hydrolyse**
L' UF_6 gazeux est injecté dans un four chauffé à $300^\circ C$, simultanément avec de la vapeur d'eau \rightarrow l'hydrolyse : réaction instantanée libérant de l'acide fluorhydrique (HF) et de l'oxyfluorure d'uranium (UO_2F_2).
- 3 Extraction et traitement HF**
L'HF gazeux est immédiatement libéré et s'échappe vers le haut du four : filtré, puis évacué vers un condenseur, il est liquéfié puis transféré dans une cuve d'entreposage pour enlèvement par nos clients chimistes.
- 4 Pyrohydrolyse**
Suite de la réaction dans le four : l' UO_2F_2 est mis en contact avec de la vapeur d'eau surchauffée (à contrecourant) et de l'hydrogène complémentaire \rightarrow la pyrohydrolyse : formation d'HF et d'oxyde U_3O_8 .

Chiffres-clés

Capacité de Production Défluoration Tricastin

13 000 t
d'uranium sous forme
d' U_3O_8 /an

9 000 t
d'acide
fluorhydrique

- 5 Conditionnement U_3O_8**
L' U_3O_8 sort du four puis est acheminé, par transport pneumatique, vers la zone de remplissage des conteneurs adaptés (DV 70). Un DV 70 contient 12 tonnes d'oxyde.
- 6 Parc d'entreposage**
Les DV 70 sont ensuite entreposés sur parc en attente de réutilisation ultérieure.

Des nouvelles installations pour répondre aux normes de sûreté les plus exigeantes

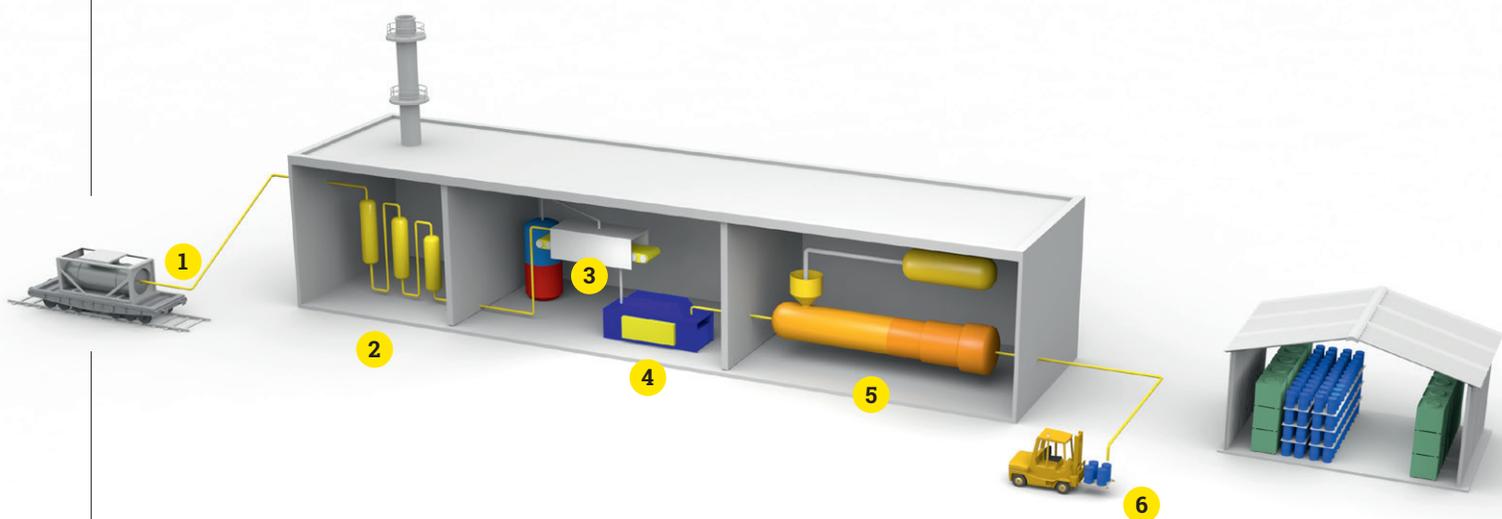
SHF3 : mise en service en février 2015, cette nouvelle installation permet de stocker l'acide fluorhydrique (HF) produit lors du procédé de défluoration de l'usine W.

Dans la continuité de SHF3, un nouvel atelier d'émission UF_6 a été construit, il s'agit du projet EM3. Cet atelier est destiné à préparer et alimenter en UF_6 gazeux les fours de défluoration de l'usine W. Ces nouvelles installations répondent aux standards renforcés de sûreté (résistance au séisme, confinement, aléas climatiques...).

tionner l'uranium en oxyde

Le procédé de dénitruration

Après 3 à 4 ans passés en réacteurs, les combustibles usés sont traités à l'usine Orano La Hague. Les opérations effectuées permettent de recycler 96 % de matières valorisables. L'uranium ainsi récupéré sous forme de nitrate d'uranyle est acheminé dans des conteneurs appelés LR65 à l'usine de dénitruration (TU5) du Tricastin pour y être reconditionné sous une forme d'oxyde d'uranium (U_3O_8). Là-aussi cette forme d'oxyde permet un entreposage dans les meilleures conditions de sûreté avant réutilisation ultérieure.



Les étapes du procédé

- 1 Alimentation de l'installation**
Le Nitrate d'Uranyle d'une citerne LR65 est transféré vers une cuve de préparation.
- 2 Précipitation**
Le Nitrate d'Uranyle (NU) est ensuite précipité avec de l'eau oxygénée en une pulpe d'uranium.
- 3 Filtration**
Cette pulpe est lavée et filtrée sur un filtre à bande, d'où les eaux-mères sont recyclées en tête de procédé. Le NU récupéré rejoint le procédé en aval (dénitruration thermique) pour être transformé en UO_3 .
- 4 Séchage**
La pâte d'uranium est séchée jusqu'à obtenir une poudre UO_4 .

Chiffres-clés Capacité de Production Dénitruration Tricastin

1400 t
d'uranium sous forme
d' U_3O_8 /an

- 5 Calcination**
La poudre UO_4 (et l' UO_3 issu de l'étape filtration) alimentent un four de calcination pour être convertis en U_3O_8 (Oxyde d'Uranium). Avant enfûtage la poudre est homogénéisée et échantillonnée.
- 6** Les fûts sont transportés sur parc d'entrepasage dédié, en attente de réutilisation ultérieure.

Business Unit Chimie-Enrichissement

Orano valorise les matières nucléaires afin qu'elles contribuent au développement de la société, en premier lieu dans le domaine de l'énergie.

Le groupe propose des produits et services à forte valeur ajoutée sur l'ensemble du cycle du combustible nucléaire des matières premières au traitement des déchets. Ses activités, de la mine au démantèlement en passant par la conversion, l'enrichissement, le recyclage, la logistique et l'ingénierie, contribuent à la production d'une électricité bas carbone.

Orano et ses 16 000 collaborateurs mettent leur expertise, leur recherche permanente d'innovation, leur maîtrise des technologies de pointe et leur exigence absolue en matière de sûreté et de sécurité au service de leurs clients en France et à l'international.

Orano, donnons toute sa valeur au nucléaire.

www.orano.group

Adresse : BP 16 – 26701 Pierrelatte Cedex

Tél 04 75 50 54 00

Twitter : @oranotricastin

L'énergie est notre avenir, économisons-là !

