



## Base de données technologique d'ITER "orientée entreprises"

**Version 2.0 du 24/05/2006**

Le document joint constitue une première base de données technologiques de la machine expérimentale ITER

Pour une meilleure compréhension, il a été élaboré en français par les ingénieurs et experts du CEA, à partir des documents de référence de la machine (Detail Design Documents, DDD)

Il est composé d'un ensemble de 104 fiches de description technique de chacun des sous-systèmes ou composants machine. Cette description fait référence au WBS actuel (Work Breakdown System) proposé par l'équipe ITER. Il est vraisemblable que le design et le partage des lots seront significativement revus dans la version définitive

Pour chacune des fiches les rubriques suivantes sont renseignées :

Référence WBS (Work Breakdown Structure)
SYSTEME DE BASE
désignation du composant ou de l'opération
N° d'identification dans le WBS
<i>Budget prévisionnel en M€</i>
<i>Planning</i>
<i>Fonction</i>
<i>Description, Technologie</i>
<i>Techniques de fabrication mises en oeuvre</i>
<i>Métiers identifiés</i>
<i>Travaux réalisés sur site</i>

FICHES DESCRIPTIVES TECHNOLOGIE ITER			
WBS	Sous Ensemble Machine	Réf.	Désignation composant ou opération
WBS 1,1	SYSTEME DES AIMANTS	<a href="#">1.1.1-A</a>	Bobinages des bobines du champ toroïdal et plaques radiales (1 proto + 9 bobines)
		<a href="#">1.1.1-B</a>	Bobinages des bobines du champ toroïdal et plaques radiales (9 bobines)
		<a href="#">1.1.2-A</a>	Structures des bobines du champ toroïdal (10 bobines)
		<a href="#">1.1.2-B</a>	Structures des bobines du champ toroïdal (9 bobines)
		<a href="#">1.1.2-C</a>	Supports des bobines (PF+CC+CS+support de gravité V V )
		<a href="#">1.1.3-A</a>	Bobines du champ poloïdal (P1+P6)
		<a href="#">1.1.3-B</a>	Bobines du champ poloïdal (P2-3-4-5)
		<a href="#">1.1.3-C</a>	Bobines de correction
		<a href="#">1.1.4-A</a>	Bobine du Solénoïde Central (4 modules + assemblage sur site)
		<a href="#">1.1.4-B</a>	Bobine du Solénoïde Central (3 modules)
		<a href="#">1.1.5-A</a>	Lignes d'alimentation des Bobines (lignes cryostat + montage sur site)
		<a href="#">1.1.5-B</a>	Lignes d'alimentation des Bobines (capteurs et lignes étanches)
		<a href="#">1.1.6-A</a>	Câble supraconducteur des bobines toroïdales
		<a href="#">1.1.6-B</a>	Câble supraconducteur du solénoïde central
		<a href="#">1.1.6-C</a>	Câble supraconducteur des bobines poloïdales
WBS 1,5	ENCEINTE PRINCIPALE	<a href="#">1.5.1-A</a>	Enceinte à vide du plasma + Collecteurs des modules de couverture + connecteurs hydrauliques
		<a href="#">1.5.1-B</a>	Inserts de blindage neutronique et magnétique
		<a href="#">1.5.2-A</a>	Extensions Fenêtres (équatoriales + injection de neutre)
		<a href="#">1.5.2-B</a>	Extensions Fenêtres (hautes)
		<a href="#">1.5.2-C</a>	Extensions Fenêtres (basses)
WBS 1,6	COUVERTURE INTERNE DE L'ENCEINTE	<a href="#">1.6.1-A</a>	Éléments de première paroi des modules de couverture
		<a href="#">1.6.1-B</a>	Modules massifs de couverture
		<a href="#">1.6.2</a>	Module Fenêtre - Limiteur
		<a href="#">1.6.3</a>	Connexion des modules de couverture (inclus à 1,5,1-A )
WBS 1,7	DIVERTOR	<a href="#">1.7.1</a>	Cassettes du divertor (fabrication, assemblage)
		<a href="#">1.7.2-A</a>	Éléments de protection thermique face au plasma (cible externe)
		<a href="#">1.7.2-B</a>	Éléments de protection thermique face au plasma (cible interne)
		<a href="#">1.7.2-C</a>	Éléments de protection thermique face au plasma (dôme)
		<a href="#">1.7.2-D</a>	tests de réception des éléments de protection thermique
WBS 2,2	ASSEMBLAGE DU TORE	<a href="#">2.2.1</a>	Opérations d'assemblage sur site du Tokamak
		<a href="#">2.2.2-A</a>	Outillages d'assemblage sur site (N°3 à 11)
		<a href="#">2.2.2-B</a>	Outillages d'assemblage sur site (N°1-2-12-13)
WBS 2,3	MAINTENANCE TELEOPEREE	<a href="#">2.3.1</a>	Équipement de maintenance des modules de couverture
		<a href="#">2.3.2</a>	Équipement de manutention des cassettes du divertor

		<a href="#">2.3.3</a>	Système de transfert des modules ou K7 vers cellule
		<a href="#">2.3.4</a>	Système d'inspection et de métrologie des composants internes
		<a href="#">2.3.5</a>	Système de maintenance de l'injection de neutres
		<a href="#">2.3.6</a>	Outils de robotique pour cellule chaude de réparation
<b>WBS 2,4</b>	<b>CRYOSTAT ET SYSTEME DE SURPRESSION</b>	<a href="#">2.4.1-A</a>	Fabrication usine enceinte à vide externe et système surpression
		<a href="#">2.4.1-B</a>	Assemblage sur site enceinte à vide externe et système surpression
<b>WBS 2,6</b>	<b>CIRCUITS D'EAU DE REFRIGERATION</b>	<a href="#">2.6.1-A</a>	Boucles Pressurisées Tore (3 boucles Couverture + boucle Divertor)
		<a href="#">2.6.1-B</a>	Boucles Pressurisées Tore (boucle enceinte + boucle IdN + CVCS + vidange)
		<a href="#">2.6.1-C</a>	Circuits externes au bâtiment réacteur (CCWS)
		<a href="#">2.6.2-A</a>	Système Évacuation chaleur + Composants des boucles (étude + assemblage)
		<a href="#">2.6.2-B</a>	Système Évacuation chaleur + Composants des boucles (fourniture et livraison)
<b>WBS 2,7</b>	<b>SYSTEME DES ÉCRANS THERMIQUES</b>	<a href="#">2.7.1</a>	Écrans thermiques de protection des bobines toroïdales
<b>WBS 3,1</b>	<b>SYSTEMES DE POMPAGE ET D'INJECTION DE MATIERE</b>	<a href="#">3.1.1</a>	Pompes cryogéniques non standard et équipements
		<a href="#">3.1.2</a>	Pompes sèches du circuit primaire
		<a href="#">3.1.3</a>	Stations de détection de fuite des gaz machine
		<a href="#">3.1.4</a>	Composants standard de vide
		<a href="#">3.1.5</a>	Système d'injection de glaçons
		<a href="#">3.1.6</a>	Système d'injection de gaz plasma
		<a href="#">3.1.6 Bis</a>	Système de conditionnement de la paroi
<b>WBS 3,2</b>	<b>USINE TRITIUM</b>	<a href="#">3.2.1</a>	Système d'extraction des gaz du tore
		<a href="#">3.2.2</a>	unité de Stockage du gaz utilisable et réserve
		<a href="#">3.2.3</a>	Séparation isotopique Hydrogène Deutérium Tritium
		<a href="#">3.2.4</a>	Détritiation d'atmosphère
		<a href="#">3.2.5</a>	Traitement de l'eau Tritiée
		<a href="#">3.2.6</a>	Système de contrôle analytique de l'usine Tritium et contrôle commande
<b>WBS 3,4</b>	<b>INSTALLATION CRYOGENIQUE ET CRYODISTRIBUTION</b>	<a href="#">3.4.1</a>	Réfrigérateur / Liquéfacteur
		<a href="#">3.4.2</a>	Lignes de transfert des fluides cryogéniques
		<a href="#">3.4.3</a>	Composants de cryodistribution

<b>WBS 4,1</b>	<b>ALIMENTATIONS DE PUISSANCE ET DISTRIBUTION ELECTRIQUE</b>	<a href="#">4.1.1-A</a>	Poste Haute Tension et Système de distribution courant alternatif (étude et assemblage site)
		<a href="#">4.1.1-B</a>	Poste Haute Tension et Système de distribution courant alternatif (fourniture)
		<a href="#">4.1.2</a>	Convertisseurs alternatif/continu, compensateurs de puissance réactive et filtres harmoniques
		<a href="#">4.1.3</a>	Circuits de commutation, circuit de décharge, distribution courant continu et instrumentation
		<a href="#">4.1.8-A</a>	Réseaux de puissance électrique permanente (groupe électrogènes de secours)
		<a href="#">4.1.8-B</a>	Réseaux de puissance électrique permanente (étude + assemblage + câblage)
		<a href="#">4.1.8-C</a>	Réseaux de puissance électrique permanente (fourniture et approvisionnement)
<b>WBS 5,1</b>	<b>CHAUFFAGE CYCLOTRONIQUE IONIQUE</b>	<a href="#">5.1.1</a>	Antenne et ligne HF de transmission sous vide
		<a href="#">5.1.2</a>	Lignes de transmission et système d'adaptation
		<a href="#">5.1.3</a>	Générateurs haute fréquence et contrôle de la puissance
		<a href="#">5.1.4</a>	Alimentation de puissance
<b>WBS 5,2</b>	<b>CHAUFFAGE CYCLOTRONIQUE ELECTRONIQUE</b>	<a href="#">5.2.1-A</a>	Antenne dans le plan équatorial
		<a href="#">5.2.1-B</a>	Antenne en partie haute du tore
		<a href="#">5.2.2</a>	Lignes de transmission
		<a href="#">5.2.3</a>	Sources de puissance HF et système de contrôle
		<a href="#">5.2.4</a>	Alimentation de puissance
<b>WBS 5,3</b>	<b>CHAUFFAGE PAR INJECTION DE NEUTRE ET FAISCEAU DE NEUTRE DIAGNOSTIC</b>	<a href="#">5.3.1</a>	Assemblage et essais
		<a href="#">5.3.2</a>	Source, Accélérateur et Passage Haute Tension
		<a href="#">5.3.3</a>	Composants des lignes d'injection
		<a href="#">5.3.4</a>	Chambre à Vide (caisson Hyperbare), Manchette et Blindage Magnétique Passif
		<a href="#">5.3.5</a>	Bobines actives de Compensation et de Correction
		<a href="#">5.3.6</a>	Alimentation de puissance du système de chauffage par neutres
		<a href="#">5.3.7</a>	Alimentation de puissance de l'injecteur de neutre Diagnostic
<b>WBS 5,5</b>	<b>DIAGNOSTICS DE PHYSIQUE</b>	<a href="#">5.5-A</a>	Mesures magnétiques
		<a href="#">5.5-B</a>	Mesures Neutroniques
		<a href="#">5.5-C</a>	Systèmes Optiques
		<a href="#">5.5-D</a>	Bolométrie
		<a href="#">5.5-E</a>	Systèmes spectroscopiques
		<a href="#">5.5-F</a>	Systèmes Micro-onde
		<a href="#">5.5-G</a>	Systèmes pour l'Opération Machine
		<a href="#">5.5-N</a>	Ingénierie des diagnostics
<b>WBS 6,2</b>	<b>BATIMENTS</b>	<a href="#">6.2.1</a>	Eléments béton armé et éléments d'infrastructure du site
		<a href="#">6.2.2</a>	Ouvrages en charpente métallique
<b>WBS 6,3</b>	<b>TRAITEMENT DES DECHETS ET ENTREPOSAGE</b>	<a href="#">6.3.1</a>	Traitement des déchets et entreposage
<b>WBS 6,4</b>	<b>PROTECTION RADIOLOGIQUE</b>	<a href="#">6.4.1</a>	Protection radiologique

<b>CODAC</b>	<b>SYSTEME INFORMATIQUE PILOTAGE ET COMMUNICATION</b>	<a href="#">codac</a>	Système de Commande Contrôle et d'Acquisition des Données
<b>HC</b>	<b>"HORS CLOTURE" EQUIPEMENTS A LA CHARGE DU PAYS HOTE</b>	<a href="#">HC1</a>	Travaux routiers
		<a href="#">HC2</a>	Viabilisation du site
		<a href="#">HC3</a>	Bâtiments annexes
		<a href="#">HC4</a>	Alimentation électrique
		<a href="#">HC5</a>	Adaptation pour alimentation en eau

<b>WBS 1,1</b>	
<b>SYSTEME DES AIMANTS</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Bobinages des bobines du champ toroïdal et plaques radiales (1 prototype + 9 bobines)</b>	
<b>1,1,1-A</b>	
<b>Budget prévisionnel : 85,2 kIUA</b>	
<b>Allocation : EU=100%</b>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
<p>18 bobines assurent la création du champ magnétique horizontal de confinement du plasma, il est appelé champ toroïdal, formé d'un assemblage torique de 18 bobines identiques adjacentes.</p> <p>Le champ toroïdal, établi en permanence grâce à l'état supraconducteur des bobinages, est d'une valeur nominale de 5,3 teslas sur l'axe du plasma.</p> <p>Le lot concerne la fabrication d'un bobinage prototype, puis de 9 bobinages complets, destinés à être insérés dans les boîtiers inox, structure mécanique des bobines (WBS 1,1,2)</p>	
<b>Description, Technologie :</b>	
<p>Les bobinages du champ toroïdal sont constitués de câbles supraconducteurs en niobium étain, cirulés en hélium supercritique à une température de 4.5 kelvin.</p> <p>Les conducteurs sont isolés électriquement à l'aide d'un système de tissu de verre-Kapton imprégné sous vide de résine époxyde et sont ensuite insérés pour maintien mécanique entre des plaques épaisses en acier inoxydable 316LN, formant ainsi des galettes. Les galettes sont également isolées électriquement entre elles.</p>	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	
Bobinage à plat de câbles de grande longueur et forte section	31.6C (31.62.12)
Imprégnation sous vide	24.6C (24.62.99 - 24.62.10)
usinage galettes acier inox, très grandes dimensions (17m x 6m)	28.5D (28.52.20)
<b>Métiers identifiés :</b>	
fabricant de bobinages supraconducteurs grande dimension, grande longueur, section et rigidité importantes	31.6C (31.62.12)
usineur acier inoxydable (plaques épaisses)	28,5D (28.52.20)
maîtrise des isolations masse par tissus imprégnés	24.6C (24.62.99 - 24.62.10)
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	
aucun	<b>Codes NAF</b>

<b>WBS 1,1</b>	
<b>SYSTEME DES AIMANTS</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Bobinages des bobines du champ toroïdal et plaques radiales (9 bobines)</b>	
<b>1,1,1-B</b>	
<b>Budget prévisionnel : 82,3 KIUA</b>	
<b>Allocation : JA=100%</b>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
<p>18 bobines assurent la création du champ magnétique horizontal de confinement du plasma, il est appelé champ toroïdal, formé d'un assemblage torique de 18 bobines identiques adjacentes.</p> <p>Le champ toroïdal, établi en permanence grâce à l'état supraconducteur des bobinages, est d'une valeur nominale de 5,3 teslas sur l'axe du plasma.</p> <p>Le lot concerne la fabrication de 9 bobinages complets, destinés à être insérés dans les boîtiers inox, structure mécanique des bobines (WBS 1,1,2)</p>	
<b>Description, Technologie :</b>	
<p>Les bobinages du champ toroïdal sont constitués de câbles supraconducteurs en niobium étain, circulant en hélium supercritique à une température de 4.5 kelvin.</p> <p>Les conducteurs sont isolés électriquement à l'aide d'un système de tissu de verre-Kapton imprégné sous vide de résine époxyde et sont ensuite insérés pour maintien mécanique entre des plaques épaisses en acier inoxydable 316LN, formant ainsi des galettes. Les galettes sont également isolées électriquement entre elles.</p>	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
Bobinage à plat de câbles de grande longueur et forte section	31.6C (31.62.12)
Imprégnation sous vide	24.6C (24.62.99 - 24.62.10)
usinage galettes acier inox, très grandes dimensions (17m x 6m)	28.5D (28.52.20)
<b>Métiers identifiés :</b>	<b>Codes NAF</b>
fabricant de bobinages supraconducteurs grande dimension, grande longueur, section et rigidité importantes	31.6C (31.62.12)
usineur acier inoxydable (plaques épaisses)	28,5D (28.52.20)
maîtrise des isolations masse par tissus imprégnés	24.6C (24.62.99 - 24.62.10)
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	<b>Codes NAF</b>
aucun	

<b>WBS 1,1</b>	
<b>SYSTEME DES AIMANTS</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Structures des bobines du champ toroïdal (10 bobines)</b>	
<b>1,1,2-A</b>	
<b>Budget prévisionnel : 51,4 kIUA</b>	
<b>Allocation : EU=10%, JA=90%</b>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
<p>Ce sont des boîtiers qui assurent la cohésion mécanique du système de champ magnétique, en emprisonnant parfaitement les galettes du bobinage de chacune des 18 bobines.</p> <p>Les boîtiers reprennent les efforts induits par le champ magnétique et leur précision mécanique permet de former un tore le plus parfait possible.</p> <p>Les 18 bobines assemblées constituent ainsi une structure très rigide servant de support aux autres composants de la machine tel que les écrans thermiques, l'enceinte à vide du plasma, les bobines de champ poloïdal et les bobines de correction.</p>	
<b>Description, Technologie :</b>	
<p>Les 18 boîtiers des bobines du champ toroïdal en forme de « D » sont constitués d'un ensemble d'éléments plaques épaisses (ép.=10 cm) en acier inoxydable 316LN, assemblés par soudage TIG et MIG.</p> <p>Chaque boîtier après soudage est usiné pour obtenir la précision millimétrique et angulaire requise (20°).</p> <p>Les dimensions en position transport d'une bobine sont environ : L =17m, l = 9m, h= 5m, pour un poids unitaire de 300 t.</p> <p>Ces bobines sont réalisées en usine, puis transportées sur site.</p>	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
Production des éléments de boîtier par forgeage et usinage.	28.5D (28.52.20) - 27.1Y(27.10.92)
procédés de soudage TIG, MIG, éventuellement FE sur des grandes dimensions	29.4D - 28.3C - 28.5D
contrôle étanchéité hélium	28.3C (28.30.91)
<b>Métiers identifiés :</b>	<b>Codes NAF</b>
maîtrise du soudage automatique procédés TIG, MIG	29.4D - 28.3C - 28.5D
usineur acier inox (haute précision sur grandes dimensions)	28.5D (28.52.20)
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	<b>Codes NAF</b>
divers contrôles et essais de réception des bobines après transport	28.3C (28.30.91)

<b>WBS 1,1</b>	
<b>SYSTEME DES AIMANTS</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Structures des bobines du champ toroïdal (9 bobines)</b>	
<b>1,1,2-B</b>	
<b>Budget prévisionnel : 47,7 KIUA</b>	
<b>Allocation : JA=100%</b>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
<p>Ce sont des boîtiers qui assurent la cohésion mécanique du système de champ magnétique, en emprisonnant parfaitement les galettes du bobinage de chacune des 18 bobines.</p> <p>Les boîtiers reprennent les efforts induits par le champ magnétique et leur précision mécanique permet de former un tore le plus parfait possible.</p> <p>Les 18 bobines assemblées constituent ainsi une structure très rigide servant de support aux autres composants de la machine tel que les écrans thermiques, l'enceinte à vide du plasma, les bobines de champ poloïdal et les bobines de correction.</p>	
<b>Description, Technologie :</b>	
<p>Les 18 boîtiers des bobines du champ toroïdal en forme de « D » sont constitués d'un ensemble d'éléments plaques épaisses (ép.=10 cm) en acier inoxydable 316LN, assemblés par soudage TIG et MIG.</p> <p>Chaque boîtier après soudage est usiné pour obtenir la précision millimétrique et angulaire requise (20°).</p> <p>Les dimensions en position transport d'une bobine sont environ : L =17m, l = 9m, h= 5m, pour un poids unitaire de 300 t.</p> <p>Ces bobines sont réalisées en usine, puis transportées sur site.</p>	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
usinage acier inoxydable (plaques épaisses)	28.5D (28.52.20) - 27.1Y(27.10.92)
procédés de soudage TIG, MIG, éventuellement FE sur des grandes dimensions	29.4D - 28.3C - 28.5D
contrôle étanchéité hélium	28.3C (28.30.91)
<b>Métiers identifiés :</b>	<b>Codes NAF</b>
maîtrise du soudage automatique procédés TIG, MIG	29.4D - 28.3C - 28.5D
usineur acier inox (haute précision sur grandes dimensions)	28.5D (28.52.20)
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	<b>Codes NAF</b>
divers contrôles et essais de réception des bobines après transport	28.3C (28.30.91)

<b>WBS 1,1</b>	
<b>SYSTEME DES AIMANTS</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Supports des bobines (PF+CC+CS+ support de gravité V V )</b>	
<b>1,1,2-C</b>	
<b>Budget prévisionnel : 22,85 kIUA</b>	
<b>Allocation : CN=100%</b>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
Supportage des bobines du champ poloidal (PF), des bobines de correction (CC), du Solénoïde Central (CS) et de l'enceinte interne ou principale (VV). Les supports reprennent les efforts induits par les champs magnétique. Ils permettent également le supportage des bobines ainsi que leur réglage en position. Les supports de gravité de l'enceinte plasma principale autorisent la libre dilatation de l'enceinte à vide (500K) par rapport à la structure de l'aimant toroidal (10K).	
<b>Description, Technologie :</b>	
Ensemble d'éléments massifs forgés ou (et) usinés en acier inoxydable 316LN, assemblés par soudage ou boulonnage. Éléments lames titane assemblés par soudage ou boulonnage pour assurer la flexibilité support gravité de l'enceinte à vide. Ces éléments sont réalisées en usine, puis transportés sur site.	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
forgeage et usinage acier inoxydable et titane	27.1Y(27.10.92) - 28.5D (28.52.20) - 27.4A (27.45.30 - 27.45.99)
procédés de soudage TIG, MIG, éventuellement FE	29.4D - 28.3C - 28.5D
<b>Métiers identifiés :</b>	<b>Codes NAF</b>
maîtrise du soudage inox et titane, procédés TIG, MIG, FE	29.4D - 28.3C - 28.5D
usineur acier inox et titane	27.1Y(27.10.92 - 27.10.99)
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	<b>Codes NAF</b>
ajustage des supports si nécessaire	28.5D (28.52.20)

<b>WBS 1,1</b>	
<b>SYSTEME DES AIMANTS</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Bobines du champ poloïdal (P1+P6)</b>	
<b>1,1,3-A</b>	
<b>Budget prévisionnel : 13,6 kIUA</b>	
<b>Allocation : EU=50%, RF=50%</b>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
<p>Les 2 plus petites (haute et basse symétriques) d'un ensemble de 6 bobines horizontales permettant la création d'un champ magnétique vertical.</p> <p>Ces bobines assurent l'équilibre, le contrôle de la forme et de la position du plasma. Ce sont des bobinages qui fonctionnent en mode pulsé et dont le courant varie en permanence au cours d'une décharge. Le champ magnétique maximum atteint 6 teslas.</p> <p>La bobine basse sert également à la déflexion des lignes de champ des particules du plasma pour permettre le confinement des impuretés vers le divertor.</p>	
<b>Description, Technologie :</b>	
<p>Les bobinages du champ poloïdal sont constitués de câbles supraconducteurs en niobium titane, cirulés en hélium à une température de 5 kelvin.</p> <p>Les conducteurs sont isolés électriquement à l'aide d'un système de tissu de verre-Kapton imprégné sous vide à l'aide de résine époxyde.</p> <p>Ces bobine peuvent éventuellement être réalisées sur site ou bien en usine. D'un diamètre inférieur à 10m, elles sont considérées comme transportables.</p>	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
bobinage câble supraconducteur niobium-titane (en usine ou sur site)	31.6C (31.62.12)
usinage acier inoxydable boîtier mince	28.5D (28.52.20)
chaudronnerie tôles minces acier inox	27.1Y(27.10.41)
procédés de soudage TIG sur des grandes dimensions	29.4D - 28.3C - 28.5D
imprégnation résine époxyde sous vide	24.6C (24.62.99 - 24.62.10)
contrôle étanchéité hélium	28.3C (28.30.91)
<b>Métiers identifiés :</b>	<b>Codes NAF</b>
usineur acier inox	28.5D (28.52.20)
bobineur câbles grande longueur, forte rigidité, grandes dimensions	31.6C (31.62.12)
soudage automatique procédé TIG	29.4D - 28.3C - 28.5D
soudage TIG manuel	29.4D - 28.3C - 28.5D
maîtrise des isolations masse par tissus imprégnés sous vide, grandes dimensions	24.6C (24.62.99 - 24.62.10)
<b>Travaux réalisés sur site (si bobines non réalisées en usine) :</b>	<b>Codes NAF</b>
bobinage câble supraconducteur niobium titane	31.6C (31.62.12)
procédés de soudage TIG sur des grandes dimensions	29.4D - 28.3C - 28.5D
imprégnation résine époxyde sous vide	24.6C (24.62.99 - 24.62.10)
contrôle étanchéité hélium, contrôles électriques, essais sous champ ?	28.3C (28.30.91) - 31.6C (31.62.12) - 74.3B

<b>WBS 1,1</b>	
<b>SYSTEME DES AIMANTS</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Bobines du champ poloïdal (P2-3-4-5)</b>	
<b>1,1,3-B</b>	
<b>Budget prévisionnel : 33,6 KIUA</b>	
<b>Allocation : EU=100%</b>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
<p>Les 4 plus grandes d'un ensemble de 6 bobines horizontales permettant la création du champ magnétique vertical. Elles sont disposées symétriquement par rapport au plan équatorial.</p> <p>Ces bobines assurent l'équilibre, le contrôle de la forme et de la position du plasma. Ce sont des bobinages qui fonctionnent en mode pulsé et dont le courant varie en permanence au cours d'une décharge. Le champ magnétique maximum atteint 5 teslas.</p> <p>La plus basse sert également à la déflexion des lignes de champ des particules du plasma pour permettre le confinement des impuretés vers le divertor.</p>	
<b>Description, Technologie :</b>	
<p>Les bobinages du champ poloïdal sont constitués de câbles supraconducteurs en niobium-titane, circulant en hélium liquide à une température de 4.5 Kelvin.</p> <p>Les conducteurs sont isolés électriquement à l'aide d'un système de tissu de verre-Kapton, insérés dans un boîtier, puis imprégné sous vide à l'aide de résine époxyde.</p> <p>Ces bobines d'un diamètre supérieur à 9m (25m pour la plus grande), sont difficilement transportables. De par leur encombrement, Il est envisagé que leur fabrication (bobinage et imprégnation) soit réalisée sur site.</p>	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
bobinage câble supraconducteur niobium-titane (sur site)	31.6C (31.62.12)
usinage acier inoxydable boîtier mince	28.5D (28.52.20)
chaudronnerie tôles minces acier inox	27.1Y(27.10.41)
procédés de soudage TIG sur des grandes dimensions	29.4D - 28.3C - 28.5D
imprégnation résine époxyde sous vide	24.6C (24.62.99 - 24.62.10)
contrôle étanchéité hélium	28.3C (28.30.91)
<b>Métiers identifiés :</b>	<b>Codes NAF</b>
usinier acier inox	28.5D (28.52.20)
bobineur câbles grande longueur, forte rigidité, grandes dimensions	31.6C (31.62.12)
soudage automatique procédé TIG	29.4D - 28.3C - 28.5D
soudage TIG manuel	29.4D - 28.3C - 28.5D
maîtrise des isolations masse par tissus imprégnés sous vide, grandes dimensions	24.6C (24.62.99 - 24.62.10)
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	<b>Codes NAF</b>
bobinage câble supraconducteur niobium-titane	31.6C (31.62.12)
procédés de soudage TIG sur des grandes dimensions	29.4D - 28.3C - 28.5D
imprégnation résine époxyde sous vide	24.6C (24.62.99 - 24.62.10)
contrôle étanchéité hélium, contrôles électriques, essais sous champ ?	28.3C (28.30.91) - 31.6C (31.62.12) - 74.3B

<b>WBS 1,1</b>	
<b>SYSTEME DES AIMANTS</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Bobines de correction</b>	
<b>1,1,3-C</b>	
<b>Budget prévisionnel : 3,6 kIUA</b>	
<b>Allocation : CN=100%</b>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
Petites bobines, assurant la correction des erreurs de champs magnétiques non-axisymétriques engendrées par les tolérances de fabrication des systèmes de champ toroïdal et de champ poloïdal.	
<b>Description, Technologie :</b>	
Les bobinages de correction sont constitués de câbles supraconducteurs en niobium-titane, circulés en hélium à une température de 5 kelvin. Les conducteurs sont isolés électriquement à l'aide d'un système de tissu de verre-Kapton, insérés dans un boîtier, puis imprégnés sous vide à l'aide de résine époxyde. Ces bobines peuvent être réalisées en usine, puis transportées sur site.	
<b>Description, Technologie :</b>	
Les bobinages du champ de correction sont constitués de câbles supraconducteurs en niobium titane, circulés en hélium supercritique à une température de 5 kelvin. Les conducteurs sont isolés électriquement à l'aide d'un système de tissu de verre-Kapton imprégné sous vide à l'aide de résine époxyde. Ces bobines peuvent éventuellement être réalisées sur site ou bien en usine car, d'un diamètre inférieur à 10m, elles sont considérées comme transportables.	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
bobinage câble supraconducteur niobium-titane	31.6C (31.62.12)
usinage acier inoxydable boîtier mince	28.5D (28.52.20)
chaudronnerie tôles minces acier inox	27.1Y(27.10.41)
procédés de soudage TIG sur des grandes dimensions	29.4D - 28.3C - 28.5D
imprégnation résine époxyde sous vide	24.6C (24.62.99 - 24.62.10)
contrôle étanchéité hélium	28.3C (28.30.91)
<b>Métiers identifiés :</b>	<b>Codes NAF</b>
usineur acier inox	28.5D (28.52.20)
bobineur câbles grande longueur, grandes dimensions	31.6C (31.62.12)
soudage automatique procédé TIG	29.4D - 28.3C - 28.5D
soudage TIG manuel	29.4D - 28.3C - 28.5D
maîtrise des isolations masse par tissus imprégnés sous vide, grandes dimensions	24.6C (24.62.99 - 24.62.10)
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	<b>Codes NAF</b>
divers contrôles de réception des bobines après transport	28.3C (28.30.91) - 31.6C

<b>WBS 1,1</b>	
<b>SYSTEME DES AIMANTS</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Bobine du Solénoïde Central (4 modules + assemblage sur site)</b>	
<b>1,1,4-A</b>	
<b>Budget prévisionnel pour 4A + 4B: 39,6 kIUA</b>	
<b>Allocation : US=100%</b>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
Ces bobines sont disposées au centre sur l'axe vertical du tokamak. Empilées, elles forment ainsi un Solénoïde dit Central Elles assurent la création ou « montée » du courant plasma en début de décharge et permettent également son maintien au cours de la décharge. La segmentation du solénoïde en plusieurs bobines permet de contrôler l'équilibre du plasma.	
<b>Description, Technologie :</b>	
Les bobines empilées du solénoïde central sont constituées de conducteurs en niobium étain, circulés en hélium à une température de 5 kelvin. Les conducteurs sont isolés électriquement à l'aide d'un système de tissu de verre-polyimide imprégné sous vide à l'aide de résine époxyde. Ces bobines ou modules sont réalisés en usine, puis assemblées pour former le solénoïde central d'un poids total de l'ordre de 1000t. L'assemblage sur site des 7 modules (montage mécanique et connexions) fait partie du lot.	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
Bobinage de câbles supraconducteur Niobium-étain de grande longueur et forte section (idem bobines TF)	31.6C (31.62.99)
imprégnation sous vide	28.5D (28.52.40)
usinage galettes acier inox	27.1Y (27.10.41) - 28.5D (28.52.20)
<b>Métiers identifiés :</b>	<b>Codes NAF</b>
bobinage supraconducteur section et rigidité importantes	31.6C (31.62.99)
usineur acier inoxydable (plaques épaisses)	28.5D (28.52.20)
maîtrise des isolations masse par tissus imprégnés	24.6C (24.62.99 - 24.62.10)
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	<b>Codes NAF</b>
contrôles d'intégrité des bobinages de chaque module (essais sous champ ?)	31.6C (31.62.99)
contrôles d'isolement électrique	31.6C (31.62.99)
montage mécanique des modules	31.6C (31.62.99)
raccordement électrique des connexions , essais de l'ensemble du CS	31.6C (31.62.99) - 28.3A (28.30.91)

<b>WBS 1,1</b>	
<b>SYSTEME DES AIMANTS</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Bobine du Solénoïde Central (3 modules)</b>	
<b>1,1,4-B</b>	
<b>Budget prévisionnel pour 4A + 4B : 39,6 kIUA</b>	
<b>Allocation : US=100%</b>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
<p>Ces bobines sont disposées au centre sur l'axe vertical du tokamak. Empilées, elles forment ainsi un Solénoïde dit Central.</p> <p>Elles assurent la création ou « montée » du courant plasma en début de décharge et permettent également son maintien au cours de la décharge.</p> <p>La segmentation du solénoïde en plusieurs bobines permet de contrôler l'équilibre du plasma.</p>	
<b>Description, Technologie :</b>	
<p>Les bobines empilées du solénoïde central sont constituées de conducteurs en niobium étain, circulés en hélium à une température de 5 kelvin.</p> <p>Les conducteurs sont isolés électriquement à l'aide d'un système de tissu de verre-polyimide imprégné sous vide à l'aide de résine époxyde.</p> <p>Ces bobines ou modules sont réalisés en usine, puis assemblés pour former le solénoïde central d'un poids total de l'ordre de 1000t. L'assemblage sur site ne fait pas partie de ce lot.</p>	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
Bobinage de câbles supraconducteur Niobium-étain de grande longueur et forte section (idem bobines TF)	31.6C (31.62.99)
imprégnation sous vide	28.5D (28.52.40)
usinage galettes acier inox	27.1Y (27.10.41) - 28.5D (28.52.20)
<b>Métiers identifiés :</b>	<b>Codes NAF</b>
bobinages supraconducteur section et rigidité importantes	31.6C (31.62.99)
usineur acier inoxydable (plaques épaisses)	28.5D (28.52.20)
maîtrise des isolations masse par tissus imprégnés	24.6C (24.62.99 - 24.62.10)
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	<b>Codes NAF</b>
contrôles d'intégrité des bobinages de chaque module (essais sous champ ?)	31.6C (31.62.99)
contrôles d'isolement électrique	31.6C (31.62.99) - 28.3A (28.30.91)

<b>WBS 1,1</b>	
<b>SYSTEME DES AIMANTS</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Lignes d'alimentation des Bobines (lignes du cryostat + montage sur site)</b>	
<b>1,1,5-A</b>	
<b>Budget prévisionnel : 26,15 kIUA</b>	
<b>Allocation : CN=100%</b>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
Ces lignes assurent à l'intérieur du cryostat (enceinte externe), l'alimentation cryogénique (hélium 5K), électrique (80 kA) et l'alimentation de l'instrumentation, des bobines de champs magnétiques Toroïdal et Poloïdal ainsi que du solénoïde central.	
<b>Description, Technologie :</b>	
L'alimentation électrique est réalisée à l'aide de conducteurs supraconducteurs en niobium étain ou niobium titane suivant les types de bobines du Tokamak.	
L'alimentation cryogénique en hélium 5K est réalisée à l'aide de tuyauteries étanches en acier inoxydable.	
L'alimentation de l'instrumentation est réalisée à l'aide de fils isolés et résistants au rayonnement neutronique émis par le plasma.	
Les lignes sont préfabriquées en usine et raccordées aux différentes bobines sur site pour alimenter les aimants de la machine dans le bâtiment réacteur.	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
lignes cryogéniques, transport d'hélium basse température superfluide (5 kelvin)	28.3A (28.30.91)
tuyauterie inox grande longueur, étanchéité au vide	28.3A (28.30.91)
mise en place câble coaxial supraconducteur sous gaine inox avec isolation thermique	31.6C (31.62.99)
connexions de raccordement des câbles supraconducteurs	31.6C (31.62.99)
<b>Métiers identifiés :</b>	<b>Codes NAF</b>
cablier	28.73
chaudronnerie inox (tuyauterie)	28.3A (28.30.91)
cryogénie	28.3A (28.30.91)
isolation thermique	28.3A (28.30.91)
maîtrise étanchéité hélium	28.3A (28.30.91)
connectique câbles forte section, type supraconducteur	31.6C (31.62.99)
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	<b>Codes NAF</b>
réception des longueurs préfabriquées,	31.6C (31.62.99) - 28.3A (28.30.91)
installation des lignes préfabriquées dans le cryostat	28.3A (28.30.91)
raccordement cryogénique et électrique des tronçons aux bobines dans le cryostat du bâtiment réacteur	28.3A (28.30.91)
contrôles étanchéité, continuité électrique, isolement électrique	31.6C (31.62.99) - 28.3A (28.30.91)

<b>WBS 1,1</b>	
<b>SYSTEME DES AIMANTS</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Lignes d'alimentation des Bobines (capteurs et lignes étanches)</b>	
<b>1,1,5-B</b>	
<i>Budget prévisionnel : 18,05 kIUA</i>	
<i>Allocation : FUND=100%</i>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
Ces lignes assurent du bâtiment cryogénique jusqu'au cryostat (enceinte externe), l'alimentation cryogénique (hélium 4K), électrique (80 kA) et l'alimentation de l'instrumentation, des différentes bobines de champs magnétiques Toroidal et Poloïdal ainsi que du Solénoïde Central. Les capteurs ou sondes de température, pression, etc. assurent la surveillance des lignes et des bobines lors du fonctionnement à vide et sous champ.	
<b>Description, Technologie :</b>	
L'alimentation électrique est réalisée à l'aide de conducteurs supraconducteurs en niobium étain ou niobium titane suivant les types de bobines du Tokamak. L'alimentation cryogénique en hélium 4K est réalisée à l'aide de tuyauteries étanches en acier inoxydable. L'alimentation de l'instrumentation est réalisée à l'aide de fils isolés et résistants au rayonnement neutronique émis par le plasma. Les lignes sont préfabriquées en usine et raccordées sur site entre les installations auxiliaires électriques, cryogéniques et le cryostat de la machine dans le bâtiment réacteur.	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
lignes cryogéniques, transport d'hélium basse température superfluide (4 Kelvin)	28.3A (28.30.91)
tuyauterie inox grande longueur, étanchéité au vide	28.3A (28.30.91)
mise en place câble coaxial supraconducteur sous gaine inox avec isolation thermique	31.6C (31.62.99)
connexions de raccordement des câbles supraconducteurs et instrumentation	31.6C (31.62.99)
<b>Métiers identifiés :</b>	<b>Codes NAF</b>
cablier	28.73
chaudronnerie inox (tuyauterie)	28.3A (28.30.91)
cryogénie	28.3A (28.30.91)
isolation thermique	28.3A (28.30.91)
maîtrise étanchéité hélium	28.3A (28.30.91)
connectique câbles forte section supraconducteur et connectique instrumentation	31.6C (31.62.99)
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	<b>Codes NAF</b>
réception des longueur préfabriquées,	31.6C (31.62.99) - 28.3A (28.30.91)
installation des lignes préfabriquées des auxiliaires au cryostat,	28.3A (28.30.91)
raccordement cryogénique et électrique des tronçons,	28.3A (28.30.91)
contrôles étanchéité, continuité électrique, isolement électrique	31.6C (31.62.99) - 28.3A (28.30.91)

<b>WBS 1,1</b>	
<b>SYSTEME DES AIMANTS</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Câble supraconducteur des bobines toroïdales</b>	
<b>1,1,6-A</b>	
<b>Budget prévisionnel : 215 kIUA</b>	
<b>Allocation : EU=20%, JA=25%, RF=20%, CN=7%,KO=20%, US=8%</b>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
Ils permettent la réalisation des bobinages des 19 bobines du champ magnétique toroïdal.	
<b>Description, Technologie :</b>	
<p>Ce sont des câbles conducteurs supraconducteurs réalisés à base de brins en niobium étain. Le câble de section circulaire (diam 40,5mm), est pourvu d'un conduit de refroidissement interne et d'un gainage externe. Le câble est dimensionné pour transporter un courant de 70 kA en continu.</p> <p>Le câble est réalisé à l'aide de brins supraconducteurs torsadés en niobium étain, disposés en pétales et insérés ensuite dans une gaine métallique inoxydable en 316LN, assurant le maintien des brins du conducteur et son étanchéité à l'hélium.</p> <p>Ce conducteur appelé ainsi « câble en conduit » est destiné à être refroidi en permanence par une circulation d'hélium à la température de 5 kelvin.</p> <p><b>Nota :</b> Les conducteurs en niobium étain (contrairement au niobium titane) requièrent un traitement thermique à haute température après bobinage. (650°C)</p>	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
réalisation de brins supraconducteurs en niobium étain	27.4M (27.45.30 - 27.45.99) - 24.4K
fabrication de câbles en conduit, gainés inox, étanches	27.2C (27.22.10 - 27.22.99)
<b>Métiers identifiés :</b>	<b>Codes NAF</b>
métallurgie des supraconducteurs	27.4M (27.45.30 - 27.45.99) - 24.4K
tréfilage, étirage, formage, roulage, traitements thermiques	27.4M (27.45.99) - 24.4K
soudage inox, étanchéité hélium	28.3A (28.30.91) - 29.4D - 28.3C - 28.5D
contrôle caractéristiques du conducteur électrique	31.6C (31.62.99)
contrôle étanchéité hélium	28.3A (28.30.91)
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	<b>Codes NAF</b>
aucun	

<b>WBS 1,1</b>	
<b>SYSTEME DES AIMANTS</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Câble supraconducteur du solénoïde central</b>	
<b>1,1,6-B</b>	
<i>Budget prévisionnel : 90 kIUA</i>	
<i>Allocation : JA=100%</i>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
Ils permettent la réalisation des bobinages des 7 modules du solénoïde central.	
<b>Description, Technologie :</b>	
<p>Ce sont des câbles conducteurs supraconducteurs réalisés à base de brins en niobium étain. Le câble de section circulaire (diam 32,6mm), est pourvu d'un conduit de refroidissement interne et d'un gainage externe. Le câble est dimensionné pour transporter un courant de 40 kA en continu.</p> <p>Le câble est réalisé à l'aide de brins supraconducteurs torsadés en niobium étain, disposés en pétales et insérés ensuite dans une gaine métallique inoxydable en 316LN, assurant le maintien des brins du conducteur et son étanchéité à l'hélium.</p> <p>Ce conducteur appelé ainsi « câble en conduit » est destiné à être refroidi en permanence par une circulation d'hélium supercritique à la température de 5 kelvin.</p> <p><i>Nota :</i> Les conducteurs en niobium étain (contrairement au niobium titane) requièrent un traitement thermique à haute température après bobinage. (650°C)</p>	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
réalisation de brins supraconducteurs en niobium étain	27.4M (27.45.30 - 27.45.99) - 24.4K
fabrication de câbles en conduit, gainés inox, étanches	27.2C (27.22.10 - 27.22.99)
<b>Métiers identifiés :</b>	<b>Codes NAF</b>
métallurgie des supraconducteurs	27.4M (27.45.30 - 27.45.99) - 24.4K
tréfilage, étirage, formage, roulage, traitements thermiques	27.4M (27.45.99) - 24.4K
soudage inox, étanchéité hélium	28.3A (28.30.91) - 29.4D - 28.3C - 28.5D
contrôle caractéristiques du conducteur électrique	31.6C (31.62.99)
contrôle étanchéité hélium	28.3A (28.30.91)
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	<b>Codes NAF</b>
aucun	

<b>WBS 1,1</b>	
<b>SYSTEME DES AIMANTS</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Câble supraconducteur des bobines poloïdales</b>	
<b>1,1,6-C</b>	
<b>Budget prévisionnel : 74,25 kIUA</b>	
<b>Allocation : EU=13%, RF=18%, CN=69%</b>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
Ils permettent la réalisation des bobinages des 6 bobines du champ magnétique poloïdal.	
<b>Description, Technologie :</b>	
<p>Ce sont des câbles conducteurs supraconducteurs réalisés à base de brins en niobium titane. Le câble est pourvu d'un conduit de refroidissement interne et d'un gainage externe. Le câble est dimensionné pour transporter un courant de 40 kA en continu.</p> <p>Le câble est réalisé à l'aide de brins supraconducteurs torsadés en niobium titane, disposés en pétales et insérés ensuite dans une gaine métallique inoxydable en 316LN, assurant le maintien des brins du conducteur et son étanchéité à l'hélium.</p> <p>Ce conducteur appelé ainsi « câble en conduit » est destiné à être refroidi en permanence par une circulation d'hélium à la température de 5 kelvin.</p>	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
réalisation de brins supraconducteurs en niobium titane	27.4M (27.45.30 - 27.45.99) - 24.4K
fabrication de câbles en conduit, gainés inox, étanches	27.2C (27.22.10 - 27.22.99)
<b>Métiers identifiés :</b>	<b>Codes NAF</b>
métallurgie des supraconducteurs	27.4M (27.45.30 - 27.45.99) - 24.4K
tréfilage, étirage, formage, roulage, traitements thermiques	27.4M (27.45.99) - 24.4K
soudage inox, étanchéité hélium	28.3A (28.30.91) - 29.4D - 28.3C - 28.5D
contrôle caractéristiques du conducteur électrique	31.6C (31.62.99)
contrôle étanchéité hélium	28.3A (28.30.91)
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	<b>Codes NAF</b>
aucun	

<b>WBS 1,5</b>	
<b>ENCEINTE PRINCIPALE</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Enceinte à vide du plasma + Collecteurs des modules de couverture + Connecteurs hydroliques</b>	
<b>1,5,1-A</b>	
<b>Budget prévisionnel : 124,2 KIUA</b>	
<b>Allocation : EU=80%, KO=20%</b>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
<p>a) Enceinte ultra-vide destinée à contenir le gaz du plasma et supportant les composants activement refroidis qui font face au plasma pour la protéger.</p> <p>L'enceinte à vide, de forme torique est insérée à l'intérieur de l'aimant du champ toroïdal. Elle doit supporter des efforts importants induits par la circulation de courants de Foucault pouvant circuler dans la paroi de l'enceinte à vide.</p> <p>Elle constitue également la première barrière radiologique de confinement et son blindage interne limite le rayonnement neutronique vers les bobines des champ magnétiques.</p> <p>L'enceinte est étuvable à 230°C grâce à une circulation d'eau chaude pressurisée dans son volume double paroi. Cet étuvage assure le dégazage des parois. En mode fonctionnement plasma, l'enceinte est soumise au rayonnement neutronique. La circulation d'eau à 120°C en continu dans le volume double paroi assure son refroidissement.</p> <p>b) Collecteurs des circuits de refroidissement des modules de couverture installés dans l'enceinte à vide. Les 420 modules couvrant et protégeant l'enceinte seront refroidis par eau pressurisée.</p>	
<b>Description, Technologie :</b>	
<p>L'enceinte à vide est un tore dont la section est en forme de « D », de hauteur 12m, largeur 6m qui s'insère dans celui des bobines de champ toroïdal.</p> <p>La technologie de la chambre est de type chaudronnée tôle épaisse. La structure est constituée d'une enveloppe double paroi réalisée à partir de tôles d'épaisseur 60mm en acier inoxydable 316L(N) reliées par des raidisseurs épaisseur 30 mm. Les tôles sont raboutées entre elles soit par soudage TIG automatique, laser ou faisceau d'électrons (FE). L'étanchéité au vide de l'enceinte plasma et de son volume annulaire double paroi doit être parfaite durant toute la vie de la machine.</p> <p>Le volume double paroi de la chambre est largement occupé d'un empilement de tôles en acier doux qui augmentent son blindage neutronique et permettent d'homogénéiser les lignes de champ magnétique toroïdal (WBS 1,5,1-B).</p> <p>L'enceinte est constituée de 9 secteurs indépendants de 40°, réalisés en usine avec une précision de quelques millimètres et pesant chacun environ 450 tonnes.</p> <p>Les 9 secteurs sont assemblés sur site, par les procédés de soudage décrits ci dessus, afin de constituer avec la même précision, le tore à double étanchéité de l'enceinte à vide.</p> <p>Élaboration de composants et éléments de tuyauterie en acier inoxydable 316. Assemblage par soudage TIG étanche eau pressurisée.</p>	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
chaudronnerie tôles épaisses inox (structure enceinte)	28.3C
chaudronnerie tôles fines acier doux (inserts magnétiques)	28.6D - 28.3B - 28.3C
fabrication et soudage TIG étanche de canalisations inox à eau pressurisée (diamètres 50 à 100mm).	29.4D - 28.3C - 28.5D
procédés de soudage TIG, laser ou FE	29.4D - 28.3C - 28.5D
procédés de contrôle non destructif des soudures	74.3B
Ingenierie, etudes techniques	74.2C
Fabrications de constructions métalliques (outillages, portiques)	28.1A
procédés de contrôle d'étanchéité	74.3B
<b>Métiers identifiés :</b>	<b>Codes NAF</b>
chaudronnerie tôles épaisses et tuyauteries inox	28.3B - 28.3C
usinage de pièces grand gabarit	28.5D - 28.6D
soudage inox forte épaisseur	29.4D - 28.3C - 28.5D
contrôles non destructifs	74.3B
contrôle tridimensionnel des secteurs	61.2Z74.3B
Ingenierie, etudes techniques	74.2C
Fabrications de constructions métalliques (outillages, portiques)	28.1A
manutention, conditionnement	63.1A - 74.8D
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	<b>Codes NAF</b>
tests de réception des secteurs d'enceinte à la livraison (étanchéité, dimensionnel)	74.3B

<b>WBS 1,5</b>	
<b>ENCEINTE PRINCIPALE</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Inserts de blindage neutronique et magnétique</b>	
<b>1,5,1-B</b>	
<i>Budget prévisionnel : 37,3 KIUA</i>	
<i>Allocation : IN=100%</i>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
<p>Le volume double paroi de la chambre est largement occupé d'un empilement de tôles en acier doux et inox qui augmentent son blindage neutronique limitant ainsi le rayonnement vers les bobines des champ magnétiques.</p> <p>Ces tôles en acier doux ont également un rôle d'homogénéisation des lignes de champ magnétique toroïdal (inserts magnétiques). Elles réduisent ainsi l'effet appelé Ripple dans la partie externe grand rayon de la chambre.</p> <p>En mode fonctionnement plasma, l'enceinte est soumise au rayonnement neutronique. La circulation d'eau à 120°C en continu dans le volume double paroi assure son refroidissement. Les tôles de blindage sont disposées en sandwich avec intercalaires pour permettre la circulation de l'eau entre les tôles.</p>	
<b>Description, Technologie :</b>	
<p>Tôles cintrées, épaisseur 10mm en acier doux et acier inox de dimensions variables, assemblées en sandwich.</p> <p>Les tôles sont livrées pour assemblage sur tôles épaisses paroi étanches chez les fabricants des 9 secteurs d'enceinte à vide et fabricants des extensions fenêtres</p>	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
chaudronnerie tôles fines acier doux épaisseur 10mm	28.3C - 28.4A
procédés d'assemblage et découpe laser	29.4D
ingénierie, étude techniques	74.2C
<b>Métiers identifiés :</b>	<b>Codes NAF</b>
chaudronnerie tôles fines	28.3C
Decoupage emboutissage	28.5D - 28.4B
manutention, conditionnement	74.8D
ingénierie, étude techniques	74.2C
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	<b>Codes NAF</b>
aucun	

<b>WBS 1,5</b>	
<b>ENCEINTE PRINCIPALE</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Extensions Fenêtres (équatoriales + injection de neutre)</b>	
<b>1,5,2-A</b>	
<b>Budget prévisionnel : 24,5 kIUA</b>	
<b>Allocation : RF=24%, KO=76%</b>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
<p>Ouvertures protubérantes, de forme rectangulaire, greffées à l'enceinte à vide dans le plan horizontal équatorial de la machine. Ces fenêtres, au nombre de 18, sont utilisées comme portes d'accès pour l'introduction et la maintenance robotisée des éléments modulaires de couverture mais également pour l'introduction des antennes HF de chauffage ou limiteur de démarrage (composants faisant face au plasma).</p> <p>En fonctionnement, ces ouvertures sont obturées par des brides étanches pour permettre la mise sous vide de l'enceinte plasma.</p>	
<b>Description, Technologie :</b>	
<p>Éléments chaudronnés en acier inoxydable 316LN, constitués d'une enveloppe double paroi à partir de tôles d'épaisseur 30mm.</p> <p>La section de ces manchons est d'environ 2 m<sup>2</sup>, pour une longueur qui varie de 3 à 5m.</p> <p>Ces fenêtres protubérantes sont soudées sur site à l'enceinte à vide par procédé TIG, FE ou laser en mode automatique. Les fenêtres injection de neutres sont spéciales, inclinées de 30°</p> <p>Leur fabrication peut être réalisée indépendamment de celle des 9 secteurs d'enceinte à vide</p>	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
chaudronnerie tôles épaisses inox (structure enceinte)	28.3C
chaudronnerie tôles fines acier doux (inserts magnétiques)	28.6D - 28.3B - 28.3C
fabrication et soudage TIG étanche de canalisations inox à eau pressurisée (diamètres 50 à 100mm).	29.4D - 28.3C - 28.5D
procédés de soudage TIG, laser ou FE	29.4D - 28.3C - 28.5D
procédés de contrôle non destructif des soudures	74.3B
Ingenierie, etudes techniques	74.2C
Fabrications de constructions métalliques (outillages, portiques)	28.1A
procédés de contrôle d'étanchéité	74.3B
<b>Métiers identifiés :</b>	<b>Codes NAF</b>
chaudronnerie tôles épaisses et tuyauteries inox	28.3B - 28.3C
usinage de pièces grand gabarit	28.5D - 28.6D
soudage inox forte épaisseur	29.4D - 28.3C - 28.5D
contrôles non destructifs	74.3B
contrôle tridimensionnel des secteurs	61.2Z74.3B
Ingenierie, etudes techniques	74.2C
Fabrications de constructions métalliques (outillages, portiques)	28.1A
manutention, conditionnement	63.1A - 74.8D
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	<b>Codes NAF</b>
tests de réception des extensions fenêtres à la livraison (étanchéité, dimensionnel ?)	74.3B

<b>WBS 1,5</b>	
<b>ENCEINTE PRINCIPALE</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Extensions Fenêtres (hautes)</b>	
<b>1,5,2-B</b>	
<b>Budget prévisionnel : 22,1 kIUA</b>	
<b>Allocation : RF=24%, KO=76%</b>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
<p>Ouvertures protubérantes, de forme triangulaire, greffées à l'enceinte à vide en partie haute de la machine. Ces fenêtres, au nombre de 18, sont utilisées comme portes d'accès pour le passage des canalisations de refroidissement des éléments modulaires de couverture mais également pour y insérer des diagnostics optiques ou autres, d'analyse des caractéristiques physiques du plasma.</p> <p>En fonctionnement, ces ouvertures sont obturées par des brides étanches pour permettre la mise sous vide de l'enceinte plasma.</p>	
<b>Description, Technologie :</b>	
<p>Éléments chaudronnés en acier inoxydable 316LN, constitués d'une enveloppe double paroi à partir de tôles d'épaisseur 30mm.</p> <p>La section de ces manchons est d'environ 1 m<sup>2</sup>, pour une longueur qui varie de 3 à 5m.</p> <p>Ces fenêtres protubérantes sont soudées sur site à l'enceinte à vide par procédé TIG, FE ou laser en mode automatique.</p> <p>Leur fabrication peut être réalisée indépendamment de celle des 9 secteurs d'enceinte à vide</p>	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
chaudronnerie tôles épaisses inox (structure enceinte)	28.3C
chaudronnerie tôles fines acier doux (inserts magnétiques)	28.6D - 28.3B - 28.3C
fabrication et soudage TIG étanche de canalisations inox à eau pressurisée (diamètres 50 à 100mm).	29.4D - 28.3C - 28.5D
procédés de soudage TIG, laser ou FE	29.4D - 28.3C - 28.5D
procédés de contrôle non destructif des soudures	74.3B
Ingenierie, etudes techniques	74.2C
Fabrications de constructions métalliques (outillages, portiques)	28.1A
procédés de contrôle d'étanchéité	74.3B
<b>Métiers identifiés :</b>	<b>Codes NAF</b>
chaudronnerie tôles épaisses et tuyauteries inox	28.3B - 28.3C
usinage de pièces grand gabarit	28.5D - 28.6D
soudage inox forte épaisseur	29.4D - 28.3C - 28.5D
contrôles non destructifs	74.3B
contrôle tridimensionnel des secteurs	61.2Z74.3B
Ingenierie, etudes techniques	74.2C
Fabrications de constructions métalliques (outillages, portiques)	28.1A
manutention, conditionnement	63.1A - 74.8D
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	<b>Codes NAF</b>
tests de réception des extensions fenêtres à la livraison (étanchéité, dimensionnel ?)	74.3B

<b>WBS 1,5</b>	
<b>ENCEINTE PRINCIPALE</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Extensions Fenêtres (basses)</b>	
<b>1,5,2-C</b>	
<b>Budget prévisionnel : 31,91 kIUA</b>	
<b>Allocation : RF=24%, KO=76%</b>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
<p>Ouvertures protubérantes, de forme rectangulaire, greffées à l'enceinte à vide dans le plan horizontal équatorial de la machine. Ces fenêtres, au nombre de 18, sont utilisées comme portes d'accès pour l'introduction et la maintenance robotisée des cassettes de divertor mais également pour l'alimentation et l'entretien des pompes cryogéniques de piégeage du gaz plasma et des impuretés.</p> <p>En fonctionnement, ces ouvertures sont obturées par des brides étanches pour permettre la mise sous vide de l'enceinte plasma.</p>	
<b>Description, Technologie :</b>	
<p>Éléments chaudronnés en acier inoxydable 316LN, constitués d'une enveloppe double paroi à partir de tôles d'épaisseur 30mm.</p> <p>La section de ces manchons rectangulaires est d'environ 1 m<sup>2</sup>, pour une longueur qui varie de 3 à 5m.</p> <p>Ces fenêtres protubérantes sont soudées sur site à l'enceinte à vide par procédé TIG, FE ou laser en mode automatique. Les fenêtres injection de neutres sont spéciales, inclinées de 30°</p> <p>Leur fabrication peut être réalisée indépendamment de celle des 9 secteurs d'enceinte à vide</p>	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
chaudronnerie tôles épaisses inox (structure enceinte)	28.3C
chaudronnerie tôles fines acier doux (inserts magnétiques)	28.6D - 28.3B - 28.3C
fabrication et soudage TIG étanche de canalisations inox à eau pressurisée (diamètres 50 à 100mm).	29.4D - 28.3C - 28.5D
procédés de soudage TIG, laser ou FE	29.4D - 28.3C - 28.5D
procédés de contrôle non destructif des soudures	74.3B
Ingenierie, etudes techniques	74.2C
Fabrications de constructions métalliques (outillages, portiques)	28.1A
procédés de contrôle d'étanchéité	74.3B
<b>Métiers identifiés :</b>	<b>Codes NAF</b>
chaudronnerie tôles épaisses et tuyauteries inox	28.3B - 28.3C
usinage de pièces grand gabarit	28.5D - 28.6D
soudage inox forte épaisseur	29.4D - 28.3C - 28.5D
contrôles non destructifs	74.3B
contrôle tridimensionnel des secteurs	61.2Z74.3B
Ingenierie, etudes techniques	74.2C
Fabrications de constructions métalliques (outillages, portiques)	28.1A
manutention, conditionnement	63.1A - 74.8D
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	<b>Codes NAF</b>
tests de réception des extensions fenêtres à la livraison (étanchéité, dimensionnel ?)	74.3B

<b>WBS 1,6</b>	
<b>COUVERTURE INTERNE DE L'ENCEINTE</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Eléments de première paroi des modules de couverture</b>	
<b>1,6,1-A</b>	
<b>Budget prévisionnel : 87 kIUA</b>	
<b>Allocation : EU=30%, JA=10%, RF=20%, CN=10%, KO=10%. US=20%</b>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
<p>Ces éléments modulaires refroidis au nombre de 2000, recouvrent et protègent les modules massifs de couverture à raison de 4 par module environ. Les panneaux de première paroi protègent le bouclier neutronique d'un contact direct avec le plasma.</p> <p>Ils assurent également la protection de l'enceinte et des modules de couverture en supportant et évacuant le flux thermique rayonné du plasma (flux moyen : 0.5 MW/m<sup>2</sup>).</p>	
<b>Description, Technologie :</b>	
<p>Les panneaux de première paroi (20 à 30mm d'épaisseur) sont réalisés en alliage de cuivre refroidi (CuCrZr), et sont recouverts de tuiles brasées en Béryllium (matériau à bas Z).</p> <p>Les éléments de première paroi sont fixés et raccordés aux conduits de refroidissement des modules. Cette opération est réalisée par le fabricant des modules ou sur site (à définir).</p> <p>Les éléments de première paroi (20 à 30mm d'épaisseur) sont démontables du bouclier thermique et neutronique pour maintenance ou remplacement en cellule par télé opération.</p>	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
<p>usinage, de pièces refroidies en alliage de cuivre (CuCrZr),</p> <p>mise en oeuvre de tuiles en Béryllium</p> <p>soudages TIG et FE sur inox (faisceau d'électrons),</p> <p>technologies d'accrochage spécifiques aux assemblages hétérogènes (Béryllium sur Alliage CuCrZr).</p>	
<b>Métiers identifiés :</b>	27.4M - 28.3B - 28.3C - 28.5D - 27.2C - 74.2C - 74.3B - 28.4C - 29.4D + technologie très spécifique : travail du Béryllium
<p>usinage cuivre, Béryllium</p> <p>liaisons hétérogènes des métaux (brasage, soudage FE...)</p> <p>raccordement soudures étanches de conduites inox pour eau pressurisée (procédés TIG ou laser)</p>	
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	
aucun	

<b>WBS 1,6</b>	
<b>COUVERTURE INTERNE DE L'ENCEINTE</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Modules massifs de couverture</b>	
<b>1,6,1-B</b>	
<b>Budget prévisionnel : 58 kIUA</b>	
<b>Allocation : EU=10%, RF=20%, CN=40%, KO=10%, US=20%</b>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
<p>Ils assurent la protection de l'enceinte à vide et des composants extérieurs (bobines magnétiques) vis à vis du flux neutronique du plasma. Ils sont refroidis par boucle d'eau pressurisée.</p> <p>Ils sont recouverts des éléments faisant face au plasma appelés « panneaux de première paroi » dont la fonction est de supporter le flux thermique du plasma (flux moyen : 0.5 MW/m<sup>2</sup>).</p>	
<b>Description, Technologie :</b>	
<p>La structure générale du module de couverture est réalisée en acier inoxydable 316. La technologie préconisée est la Compression Isostatique à Chaud (HIP) afin de former une structure alvéolée interne permettant la fixation des panneaux de première paroi et le refroidissement en eau.</p> <p>Ces éléments modulaires massifs au nombre de 420, ont une masse unitaire de 4 tonnes, pour un volume de 0.4m<sup>3</sup> en moyenne.</p> <p>Les éléments de première paroi sont démontables du bouclier thermique et neutronique pour maintenance ou remplacement. Ils font l'objet d'un lot séparé (WBS 1,6,1-A)</p>	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
<p>compression isostatique à chaud de pièces inox de grande dimension (HIP),</p> <p>soudages TIG et FE sur inox (faisceau d'électrons),</p>	
<b>Métiers identifiés :</b>	
<p>HIP inox</p> <p>usinage inox</p> <p>liaisons hétérogènes des métaux (brasage, FE...)</p> <p>raccordement soudures étanches de conduites inox pour eau pressurisée (procédés TIG ou laser)</p>	<p>27.4M - 28.3B - 28.3C - 28.5D - 27.2C - 74.2C - 74.3B - 28.4C - 29.4D</p>
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	
<p>contrôles de réception sur site des 420 modules de couverture (étanchéité, dimensions...)</p> <p>assemblages des panneaux de première paroi sur modules (à définir ?)</p>	

<b>WBS 1,6</b>	
<b>COUVERTURE INTERNE DE L'ENCEINTE</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Module Fenêtre - Limiteur</b>	
<b>1,6,2</b>	
<b>Budget prévisionnel : 7,4 kIUA</b>	
<b>Allocation : US=100%</b>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
Fonction identique aux éléments de couverture. Les contraintes en flux thermique convecté sont cependant plus importantes : 8 MW/m <sup>2</sup> pendant les phases transitoires de démarrage et d'arrêt du plasma :	
Rôle modulaire de protection "avancée" dans les phases de démarrage et d'arrêt du plasma (2 limiteurs).	
Rôle de protection des antennes Haute Fréquence (HF) de chauffage, vis à vis d'un contact direct avec le flux convecté du plasma.	
Les 2 modules limiteurs sont implantés dans des fenêtres médianes horizontales, au niveau du plan équatorial.	
<b>Description, Technologie :</b>	
Les 2 limiteurs peuvent se déplacer radialement (+/- 20 mm) et couvrent chacun la surface d'une fenêtre médiane horizontale (1.5 m <sup>2</sup> ).	
La technologie mis en œuvre est identique à celle des panneaux de première paroi (CuCrZr + béryllium).	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
compression isostatique à chaud de pièces inox de grande dimension (HIP),	
mise en œuvre de tuiles en Béryllium	
soudages TIG et FE sur inox et CuCrZr (faisceau d'électrons),	
technologies d'accrochage spécifiques aux assemblages hétérogènes (Béryllium sur Alliage CuCrZr).	
<b>Métiers identifiés :</b>	
HIP inox	27.4M - 28.3B - 28.3C - 28.5D - 27.2C - 74.2C - 74.3B - 28.4C - 29.4D + technologie très spécifique : travail du Béryllium
usinages inox, cuivre, Béryllium	
liaisons hétérogènes des métaux (brasage, FE...)	
raccordement soudures étanches de conduites inox pour eau pressurisée (procédés TIG ou laser)	
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	
contrôles de réception sur site des 2 modules limiteurs (étanchéité, dimensions...)	

<b>WBS 1,6</b>	
<b>COUVERTURE INTERNE DE L'ENCEINTE</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Connexions des modules de couverture (inclus à 1,5,1-A)</b>	
<b>1,6,3</b>	
<b>Budget prévisionnel : 10 kIUA</b>	
<b>Allocation : RF=100%</b>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
Les 420 modules de couvertures sont connectés à l'enceinte à vide par un système de supports flexibles permettant de tenir les efforts mécaniques, tout en autorisant les dilatations thermiques. Des clavettes implantées sur l'enceinte assurent le positionnement précis de chacun des modules.  Les modules étant remplaçables, les connexions doivent pouvoir être démontées par télé manipulation robotisée.	
<b>Description, Technologie :</b>	
Support flexible : métallurgie alliage Titane,  L'isolation électrique pour limiter la circulation des courants est réalisée par projection plasma de céramique,  Les Connexions hydrauliques des modules sont des éléments de tuyauteries en acier inoxydable 316. Chacun des 420 modules est alimenté en eau pressurisée 30 bar, Haute Pression (HP) et Basse Pression (BP).	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
mise en oeuvre et usinage d'alliage titane  dépôt céramique par procédé plasma  réalisation de tuyauteries acier inox  soudages procédés TIG ou laser	
<b>Métiers identifiés :</b>	
mis en forme, usinage titane  dépôt plasma  soudage TIG ou laser  chaudronnerie, tuyauterie inox	27.4M - 28.3B - 28.3C - 28.5D - 27.2C - 74.2C - 74.3B - 28.4C - 29.4D
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	
pré montage équipement des support flexibles sur les 420 modules de couverture  pré montage des éléments tuyauteries de refroidissement	

<b>WBS 1,7</b>	
<b>DIVERTOR</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Cassettes du divertor (fabrication, assemblage)</b>	
<b>1,7,1</b>	
<b>Budget prévisionnel : 11,2 kIUA</b>	
<b>Allocation : EU=100%</b>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
<p>La fonction principale du divertor est l'évacuation d'une partie de la puissance thermique du plasma, la collection et le pompage des impuretés produites par le plasma (cendres hélium). Le divertor est constitué de 54 éléments identiques et adjacents appelés « cassettes », qui constituent ainsi un conduit semi-annulaire axisymétrique. Le divertor est disposé en partie basse de l'enceinte à vide.</p> <p>Les cassettes sont interchangeables par télé manipulation, à travers les fenêtres radiales basses de l'enceinte à vide.</p> <p>Elles assurent la tenue mécanique des protections thermiques à haut flux qui reçoivent le flux convecté du plasma pouvant atteindre une valeur de 20 MW/m<sup>2</sup> et la canalisation des particules extraites du plasma. La distribution de l'eau de refroidissement de ces protections est assurée par les cassettes.</p>	
<b>Description, Technologie :</b>	
<p>Structure monobloc forgée ou moulée par compression isostatique à chaud (HIP), en forme de oméga, de grande précision géométrique obtenue par usinage afin d'assurer l'alignement parfait des 54 cassettes dans le tore.</p> <p>Les cassettes sont en acier inoxydable 316 ou éventuellement en inconel, comprenant un réseau d'eau intégré à haute pression pour alimenter les protections thermiques (composants face au plasma).</p> <p>Les 54 cassettes sont identiques et pèsent environ 12t pièce (L=2m, l=0.5m, h=1m).</p>	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
compression isostatique à chaud de pièces inox de grande dimension (HIP),	27.5C
soudages étanches par procédés TIG ou FE sur inox ou inconel,	29.4D - 28.3C - 28.5D
usinages de grande précision des pièces (qq. dixièmes de mm).	28.5D
<b>Métiers identifiés :</b>	<b>Codes NAF</b>
HIP	27.5C
usinages inox ou inconel	28.5D
raccordement soudures étanches de conduites inox pour eau pressurisée (procédés TIG ou laser)	29.4D - 28.3C - 28.5D
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	<b>Codes NAF</b>
Éventuellement, assemblage des éléments de protection thermique (WBS1,7,2) sur les cassettes	
contrôles de réception sur site des 54 cassettes de Divertor (étanchéité, dimensionnel...)	74.3B
maintenance des cassettes sur site en phase exploitation (télé opération)	

<b>WBS 1,7</b>	
<b>DIVERTOR</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Éléments de protection thermique face au plasma (cible externe)</b>	
<b>1,7,2-A</b>	
<b>Budget prévisionnel : 28,5 kIUA</b>	
<b>Allocation : JA=100%</b>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
<p>Composant majeur face au plasma, recevant un flux thermique convectif important de 10 MW/m<sup>2</sup>, pouvant atteindre en transitoire 20 MW/m<sup>2</sup>. Ces éléments sont susceptibles d'être réparés ou remplacés au cours de la vie de la machine. Les éléments sont fixés sur les cassettes inox. Chaque cassette (54) comporte une cible verticale externe, constituée de 16 éléments</p> <p>Le flux est induit par la déflexion volontaire des lignes de champ du plasma vers ces éléments cibles thermiques.</p> <p>Les particules du plasma (impuretés de bord) sont neutralisées au contact du divertor, puis extraites par pompage à travers des ouvertures (ou baffles) aménagés dans les cassettes inox support des protections thermiques.</p>	
<b>Description, Technologie :</b>	
<p>La protection thermique externe est constituée d'un grand nombre d'éléments cuivre refroidis , 864 (16 éléments cibles par cassette, 54 cassettes)</p> <p>La structure refroidie de chaque élément de protection est en alliage de cuivre à durcissement structural (CuCrZr), recouverte de tuiles en Tungstène (W) et en Composite à Fibres de Carbone (CFC). Les tuiles ( type "Macro bloc") sont intimement liées au support refroidi afin d'assurer un transfert thermique optimum.</p> <p>Les protections thermiques externes sont fixées par goupillage sur les cassettes inox et raccordées par soudage TIG aux collecteurs d'amenée d'eau des cassettes.</p> <p><b>Nota :</b> Les technologies d'assemblages entre tuiles et structure refroidie sont complexes. La fiabilité des joints brasés est primordiale pour assurer le parfait échange thermique entre tuiles recevant le flux et le circuit d'eau.</p>	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
mise en oeuvre, usinage, forage du CuCrZr	28.5D
technique de compression Isostatique à chaud (HIP) des alliages de cuivre (CuCrZr) avec cuivre OFHC	27.5C
usinage du tungstène (W) et composite à fibre de carbone (CFC)	28.5D
liaisons hétérogènes cuivre/W ou cuivre/CFC (soudage, brasage...)	29.4D - 28.3C - 28.5D
soudage FE des liaisons hydrauliques étanches et hétérogènes CuCrZr/inox, cuivre/cuivre	29.4D - 28.3C - 28.5D
contrôle qualité des caractéristiques thermiques des composants (Infra-rouge, autres...)	74.3B
<b>Métiers identifiés :</b>	<b>Codes NAF</b>
métallurgie	27.**
traitement thermique	28.5A
usinage cuivre, W et CFC	28.5D
HIP, soudage FE, brasage	29.4D - 28.3C - 28.5D - 27.5C
contrôle CND	74.3B
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	<b>Codes NAF</b>
éventuellement assemblage des éléments de protection thermique sur les cassettes (WBS1,7,1)	
maintenance des éléments sur site en phase exploitation	

<b>WBS 1,7</b>	
<b>DIVERTOR</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Éléments de protection thermique face au plasma (cible interne)</b>	
<b>1,7,2-B</b>	
<b>Budget prévisionnel : 20,2 kIUA</b>	
<b>Allocation : EU=100%</b>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
<p>Composant majeur face au plasma, recevant un flux thermique convecté important de 10 MW/m<sup>2</sup>, pouvant atteindre en transitoire 20 MW/m<sup>2</sup>. Ces éléments sont susceptibles d'être réparés ou remplacés au cours de la vie de la machine. Les éléments sont fixés sur les cassettes inox. Chaque cassette (54) comporte une cible verticale interne constituée de 16 éléments</p> <p>Le flux est induit par la déflexion volontaire des lignes de champ du plasma vers ces éléments cibles thermiques.</p> <p>Les particules du plasma (impurétés de bord) sont neutralisées au contact du divertor, puis extraites par pompage à travers des ouvertures (ou baffles) aménagés dans les cassettes inox support des protections thermiques.</p>	
<b>Description, Technologie :</b>	
<p>La protection thermique interne est constituée d'un grand nombre d'éléments cuivre refroidis , 864 (16 éléments cibles par cassette, 54 cassettes)</p> <p>La structure refroidie de chaque élément de protection est en alliage de cuivre à durcissement structural (CuCrZr), recouverte de tuiles en Tungstène (W) et en Composite à Fibres de Carbone (CFC). Les tuiles ( type "Macro bloc") sont intimement liées au support refroidi afin d'assurer un transfert thermique optimum.</p> <p>Les protections thermiques internes sont fixées par goupillage sur les cassettes inox et raccordées par soudage TIG aux collecteurs d'amenée d'eau des cassettes.</p> <p><b>Nota :</b> Les technologies d'assemblages entre tuiles et structure refroidie sont complexes. La fiabilité des joints brasés est primordiale pour assurer le parfait échange thermique entre tuiles recevant le flux et le circuit d'eau.</p>	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
mise en oeuvre, usinage, forage du CuCrZr	28.5D
technique de compression Isostatique à chaud (HIP) des alliages de cuivre (CuCrZr) avec cuivre OFHC	27.5C
usinage du tungstène (W) et composite à fibre de carbone (CFC)	28.5D
liaisons hétérogènes cuivre/W ou cuivre/CFC (soudage, brasage...)	29.4D - 28.3C - 28.5D
soudage FE des liaisons hydrauliques étanches et hétérogènes CuCrZr/inox, cuivre/cuivre	29.4D - 28.3C - 28.5D
contrôle qualité des caractéristiques thermiques des composants (Infra-rouge, autres...)	74.3B
<b>Métiers identifiés :</b>	<b>Codes NAF</b>
métallurgie	27.**
usinage cuivre, W et CFC	28.5D
HIP, soudage FE, brasage	29.4D - 28.3C - 28.5D - 27.5C
contrôle CND	74.3B
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	<b>Codes NAF</b>
éventuellement assemblage des éléments de protection thermique sur les cassettes (WBS1,7,1)	
maintenance des éléments sur site en phase exploitation	

<b>WBS 1,7</b>	
<b>DIVERTOR</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Éléments de protection thermique face au plasma (dôme)</b>	
<b>1,7,2-C</b>	
<b>Budget prévisionnel : 15 KIUA</b>	
<b>Allocation : RF=100%</b>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
<p>Composant majeur face au plasma, recevant un flux thermique convecté de 5 MW/m<sup>2</sup> en moyenne. Ces éléments sont susceptibles d'être réparés ou remplacés au cours de la vie de la machine. Les éléments sont fixés sur les cassettes inox. Chaque cassette (54) comporte une cible centrale en forme de dôme, constituée de 16 éléments.</p> <p>Le flux est induit par le recyclage local des particules ionisées vers ces éléments cibles thermiques.</p> <p>Les particules du plasma (impuretés de bord) sont neutralisées au contact du divertor, puis extraites par pompage à travers des ouvertures (ou baffles) aménagés dans les cassettes inox support des protections thermiques.</p>	
<b>Description, Technologie :</b>	
<p>La protection thermique centrale est constituée d'un grand nombre d'éléments cuivre refroidis , 864 (16 éléments cibles par cassette, 54 cassettes)</p> <p>La structure refroidie de chaque élément de protection est en alliage de cuivre à durcissement structural (CuCrZr), recouverte de tuiles en Tungstène (W). Les tuiles sont brasées ou soudées sur le support refroidi en forme de dôme.</p> <p>Les protections thermiques dômes sont fixées par goupillage sur les cassettes inox et raccordées par soudage TIG aux collecteurs d'amenée d'eau des cassettes.</p> <p><b>Nota :</b> Les technologies d'assemblages entre tuiles et structure refroidie sont complexes. La fiabilité des joints brasés est primordiale pour assurer le parfait échange thermique entre tuiles recevant le flux et le circuit d'eau.</p>	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
mise en oeuvre, usinage, forage du CuCrZr	28.5D
technique de compression Isostatique à chaud (HIP) des alliages de cuivre (CuCrZr) avec cuivre OFHC	27.5C
usinage du tungstène (W)	28.5D
liaisons hétérogènes cuivre/W (soudage, brasage...)	29.4D - 28.3C - 28.5D
soudage FE des liaisons hydrauliques étanches et hétérogènes CuCrZr/inox	29.4D - 28.3C - 28.5D
contrôle qualité des caractéristiques thermiques des composants (Infra-rouge, autres...)	74.3B
<b>Métiers identifiés :</b>	<b>Codes NAF</b>
métallurgie	27.**
usinage cuivre et W	28.5D
HIP, soudage FE, brasage	29.4D - 28.3C - 28.5D - 27.5C
contrôle CND	74.3B
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	<b>Codes NAF</b>
éventuellement assemblage des éléments de protection thermique sur les cassettes (WBS1,7,1)	
maintenance des éléments sur site en phase exploitation	

<b>WBS 1,7</b>	
<b>DIVERTOR</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>tests de réception des éléments de protection thermique</b>	
<b>1,7,2-D</b>	
<b>Budget prévisionnel : 8 KIUA</b>	
<b>Allocation : RF=100%</b>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
<p>Composant majeur face au plasma, recevant un flux thermique convecté important, pouvant atteindre en transitoire 20 MW/m<sup>2</sup>, susceptible d'être réparés ou remplacés. 2592 éléments au moins sont à contrôler.</p> <p>Le but des tests de réception est de contrôler de manière non destructive les caractéristiques thermiques et étanchéité des éléments de protection thermique, interne, externe et dôme, soit 864 x 3 éléments.</p>	
<b>Description, Technologie :</b>	
<p>Les technologies d'assemblages entre tuiles W ou CFC et la structure refroidie en CuCrZr sont complexes. La fiabilité des joints brasés est primordiale pour assurer le parfait échange thermique entre tuiles recevant le flux et le circuit d'eau. La structure refroidie de chaque protection est en alliage de cuivre à durcissement structural (CuCrZr). Le test de réception de base consiste en un contrôle par procédé infrarouge de la réponse thermique de l'élément à partir de critères d'acceptation préalablement définis. L'élément unitaire présentant des tuiles W ou CFC ne répondant pas aux critères sont rejetés.</p> <p>Les protections thermiques sont testées également en étanchéité Hélium et en cyclage thermique</p>	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
contrôle des caractéristiques d'évacuation thermiques des composants	74.3B
contrôle étanchéité	74.3B
<b>Métiers identifiés :</b>	<b>Codes NAF</b>
thermomécanique	74.3B
contrôle CND	74.3B
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	<b>Codes NAF</b>
éventuellement contrôles CND étanchéité après assemblage sur les cassettes	74.3B
contrôle CND des éléments sur site en phase exploitation	

<b>WBS 2,2</b>	
<b>ASSEMBLAGE DU TORE</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Opérations d'assemblage sur site du Tokamak</b>	
<b>2,2,1</b>	
<b>Budget prévisionnel : 50,3 kIUA</b>	
<b>Allocation : FUND=100%</b>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
Ensemble des opérations d'accostage, réglage, positionnement, boulonnage et soudage des différents composants constituant le réacteur expérimental ITER (bobines poloïdales et toroïdales, enceinte à vide, éléments de couverture et de première paroi)	
<b>Description, Technologie :</b>	
Les bobines du champ poloïdal sont les premiers composants disposés dans le bâtiment réacteur, en partie basse. Les 9 secteurs de 40° de l'enceinte à vide sont un à un équipés sur site d'écrans thermiques en acier inoxydable, de protection des 18 bobines du champ toroïdal vis à vis du rayonnement de l'enceinte étuvée à 230°C. La machine est constituée de 9 modules adjacents de 40° afin de former le tore de 360°.	
Chaque module est composé par assemblage dans le hall de montage d'un secteur d'enceinte à vide de 40° (poids 450t) équipé des écrans thermiques, autour duquel sont positionnées avec précision 2 bobines de champ magnétique toroïdal (2x300t). L'enceinte est accrochée aux 2 bobines. Les 6 extensions des fenêtres sont soudées TIG au secteur de 40° de chambre à vide après mise en place des 2 bobines. Chaque module ainsi équipé est déposé dans le puit réacteur à l'aide d'un pont roulant de 1500t.	
L'assemblage successif des 9 modules adjacents de 40° permet de constituer le tore. Il est réalisé par soudage TIG, FE ou laser au niveau des 9 plans de joint des secteurs d'enceinte à vide (tôles ajustables de 60mm d'épaisseur). Les bobines toroïdales sont boulonnées entre elles. Les bobines hautes du champ poloïdal et bobines de compensation complètent l'assemblage global.	
Les 420 éléments de couverture de l'enceinte à vide et les 54 cassettes du divertor sont ensuite installés dans la chambre à vide et connectés aux circuits de refroidissement. Cette opération de mise en place des éléments de première paroi est effectuée en utilisant les outils de télé-opération dédiés.	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
procédés de soudage in-situ de toles et tuyauteries en acier inoxydable en mode automatique (TIG, laser, FE).	29.4D - 28.3C - 28.5D - 29.4C - 28.3C
manutention de pièces lourdes et volumineuses	
contrôles non destructif en cours d'assemblage (dimensionnel optique, rayons X, ultrasons, étanchéité hélium...)	74.3B
<b>Métiers identifiés :</b>	<b>Codes NAF</b>
manutention pièces lourdes	
ajustages, assemblages par boulonnage	28.5D - 28.7G - 29.4C - 28.3B
soudage inox automatique (TIG, laser, FE)	29.4D - 28.3C - 28.5D
tuyauterie inox	28.3C - 28.3B
soudage inox manuel (TIG)	29.4D - 28.3C - 28.5D
métrologie optique, laser	74.3B
contrôle non destructif des soudures	74.3B - 28.3B
contrôle étanchéité hélium	74.3B - 28.3B
autres...	
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	<b>Codes NAF</b>
préparation des outillages	28.5D - 29.4C - 29.5R
assemblages partiels de composants (écrans thermiques, éléments de première paroi)	28.5D
manutentions lourdes	
Soudage standard inox des canalisation de refroidissement	29.4D - 28.3C - 28.5D
Suivi et Maintenance soudage automatique	29.4D - 28.3C - 28.5D - 29.4C
Travaux de tuyauterie associés	28.3C - 28.3B
Réglage et Usinage en local de pièces à adapter	28.5D
Contrôles métrologiques	74.3B
Contrôles CND	74.3B
Contrôles d'étanchéité	74.3B
Gestion du chantier, organisation	74.3B
Aléas, réparations ...	

<b>WBS 2,2</b>	
<b>ASSEMBLAGE DU TORE</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Outillages d'assemblage sur site (N°3 à 11)</b>	
<b>2,2,2-A</b>	
<b>Budget prévisionnel : 22 kIUA</b>	
<b>Allocation : KO=100%</b>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
<p>Ensemble des outillages lourds permettant d'effectuer les opérations d'habillage des bobines de champ magnétique toroïdal, le retournement en position verticale de ces bobines (300t) et des secteurs de 40° de chambre à vide (450t). Un portique permet l'installation des bobines autour du secteur d'enceinte en position verticale. Des palonniers spécifiques permettent la mise en place des modules dans le hall tore ainsi que celle des grandes bobines circulaires de champ poloïdal. Des vérins hydrauliques permettent de positionner les bobines basses après construction du tore.</p> <p><b>Nota :</b> Les outillages de télé opération permettant le montage des éléments de couverture face au plasma (WBS1,6 et WBS1,7) ne font pas partie de ce lot.</p>	
<b>Description, Technologie :</b>	
<p>Outillages en construction mécano-soudée (aciers au carbone) permettant la manutention le positionnement et le maintien de pièces lourdes (300 à 1000 t) de très grand gabarit (jusqu'à 25m) durant les phases d'assemblage de la machine. Les outillages doivent permettre un positionnement et réglage très précis des pièces (1 à qq. mm) et la limitation des déformations durant les opérations de soudage.</p> <p>Les composants sont positionnés entre eux en mettant en œuvre des systèmes par vérins hydrauliques asservis</p>	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
technologie mécano soudée aciers au carbone	29.4D - 28.3C - 28.5D - 28.6D
épreuve sous charge des outillages	74.3B
techniques oléo-hydrauliques (vérins), systèmes asservis	29.1D - 29.2D
<b>Métiers identifiés :</b>	<b>Codes NAF</b>
mécano-soudure	29.4D - 28.3C - 28.5D
oléo-hydraulique	29.1D
manutention pièces lourdes	29.2D
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	<b>Codes NAF</b>
préparation et épreuves de réception des outillages	74.3B

<b>WBS 2,2</b>	
<b>ASSEMBLAGE DU TORE</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Outillages d'assemblage sur site (N°1-2-12-13)</b>	
<b>2,2,2-B</b>	
<b>Budget prévisionnel : 20,4 kIUA</b>	
<b>Allocation : FUND=100%</b>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
Ensemble des outillages lourds permettant d'effectuer les opérations d'habillage des bobines de champ magnétique toroïdal, le retournement en position verticale de ces bobines (300t) et des secteurs de 40° de chambre à vide (450t). Un portique permet l'installation des bobines autour du secteur d'enceinte en position verticale. Des palonniers spécifiques permettent la mise en place des modules dans le hall tore ainsi que celle des grandes bobines circulaires de champ poloïdal. Des vérins hydrauliques permettent de positionner les bobines basses après construction du tore. <b>Nota :</b> Les outillages de télé opération permettant le montage des éléments de couverture face au plasma (WBS1,6 et WBS1,7) ne font pas partie de ce lot.	
<b>Description, Technologie :</b>	
Outillages en construction mécano-soudée (aciers au carbone) permettant la manutention le positionnement et le maintien de pièces lourdes (300 à 1000 t) de très grand gabarit (jusqu'à 25m) durant les phases d'assemblage de la machine. Les outillages doivent permettre un positionnement et réglage très précis des pièces (1 à qq. mm) et la limitation des déformations durant les opération de soudage.  Les composants sont positionnés entre eux en mettant en œuvre des systèmes par vérins hydrauliques asservis	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
technologie mécano soudée aciers au carbone	29.4D - 28.3C - 28.5D - 28.6D
épreuve sous charge des outillages	74.3B
techniques oléo-hydrauliques (vérins), systèmes asservis	29.1D - 29.2D
<b>Métiers identifiés :</b>	<b>Codes NAF</b>
mécano-soudure	29.4D - 28.3C - 28.5D
oléo-hydraulique	29.1D
manutention pièces lourdes	29.2D
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	<b>Codes NAF</b>
préparation et épreuves de réception des outillages	74.3B

<b>WBS 2,3</b>	
<b>MAINTENANCE TELEOPEREE</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Équipement de maintenance des modules de couverture</b>	
<b>2,3,1</b>	
<b>Budget prévisionnel : 27,9 kIUA</b>	
<b>Allocation : JA=100%</b>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
<p>Système permettant la maintenance télé opérée des 420 modules de couverture de protection de l'enceinte à vide tel que décrit en WBS 1,6/2-1 (4 t par module, positionnement au mm.).</p> <p>Le fonctionnement de la machine en phase Deutérium-tritium interdit toute intervention humaine pour entreprendre des opérations de maintenance.</p> <p>Ce type d'intervention peut être la conséquence d'un phénomène non contrôlé du plasma endommageant un module. Il est donc envisagé comme possible au cours de la vie de la machine d'avoir à effectuer une opération de maintenance ou remplacement de l'un des 420 modules.</p>	
<b>Description, Technologie :</b>	
<p>Le concept est basé sur un système de rail circulaire se déployant automatiquement à l'intérieur de l'enceinte à vide sur l'axe plasma (au niveau du plan équatorial). Le système de mono-rail déployable est introduit par 4 fenêtres médianes réparties autour de la machine.</p> <p>Ce rail, une fois déployé permet l'introduction et la circulation pilotée d'un véhicule muni d'un manipulateur satellite capable d'aller déconnecter ou reconnecter un module de couverture endommagé (reprise d'effort) et de découper ou souder les canalisations de refroidissement alimentant le module et la première paroi associée face au plasma du module.</p> <p>Cette technologie doit être opérationnelle à la construction de la machine pour permettre l'installation des modules dans l'enceinte plasma et durant toute la phase d'exploitation d'ITER.</p>	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
<p>systèmes automatiques motorisés à retour d'effort important,</p> <p>télé-opération, télé-manipulation</p> <p>matériaux et composants (moteurs, capteurs, électronique, visualisation) supportant le rayonnement gamma ambiant</p>	<p>31.1A - 31.1B - 31.1C - 29.1D</p> <p>31.2A - 31.2B - 33.2B - 33.3Z</p> <p>cf cases ci-dessus avec spécificité résistance aux rayons gamma</p>
<b>Métiers identifiés :</b>	<b>Codes NAF</b>
<p>Robotique,</p> <p>Construction mécanique de précision,</p> <p>Métallurgie des composants soumis au rayonnement,</p> <p>Intégration système</p>	<p>29.5Q - 28.5D + cases ci dessus</p>
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	<b>Codes NAF</b>
<p>Assemblage et essai de l'ensemble complet sur plate-forme d'essai</p> <p>Intégration, mise en service de l'ensemble complet sur ITER pendant la phase assemblage des modules</p> <p>Utilisation et maintenance de l'équipement durant la vie de la machine</p> <p>Évolutions et adaptations en fonction du programme d'expérimentation</p>	<p>74.2C - 74.3B - 72.3Z + cases ci dessus</p>

<b>WBS 2,3</b>	
<b>MAINTENANCE TELEOPEREE</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Équipement de manutention des cassettes du divertor</b>	
<b>2,3,2</b>	
<b>Budget prévisionnel : 12 kIUA</b>	
<b>Allocation : EU=100%</b>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
<p>Système permettant dans l'enceinte à vide, la maintenance télé opérée des 54 cassettes constituant le divertor tel que décrit en WBS 1,7/1 (12 t par cassette).</p> <p>Le fonctionnement de la machine en phase Deutérium-tritium interdit toute intervention humaine dans la machine pour les opérations de maintenance des cassettes.</p> <p>Compte tenu des sollicitations imposées en fonctionnement aux composants de première paroi du divertor, ce type d'intervention est plus que probable au cours de la vie de la machine pour maintenance ou évolution.</p>	
<b>Description, Technologie :</b>	
<p>Le concept repose sur l'extraction des cassettes de divertor via 3 accès spécifiques répartis à 120° en partie basse du tore.</p> <p>Le chariot à technologie hydraulique à l'eau est capable de translater, soulever puis extraire une cassette en la manutentionnant en porte à faux. Un outil spécifique doit est capable de découper ou souder les canalisations de refroidissement alimentant la cassette avant son extraction.</p> <p>Cette technologie doit être opérationnelle à la construction de la machine pour la mise en place des 54 cassettes, et probablement le raccordement hydraulique de refroidissement des cassettes.</p> <p>Ce système de maintenance est utilisé durant toute la phase d'exploitation d'ITER.</p>	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
<p>systèmes automatiques motorisés à retour d'effort important,</p> <p>télé-opération, télé-manipulation</p> <p>matériaux et composants (moteurs, capteurs, électronique, visualisation) supportant le rayonnement neutronique ambiant</p>	<p>31.1A - 31.1B - 31.1C - 29.1D</p> <p>31.2A - 31.2B - 33.2B - 33.3Z</p> <p>cf cases ci-dessus avec spécificité résistance aux rayons gamma</p>
<b>Métiers identifiés :</b>	<b>Codes NAF</b>
<p>Robotique,</p> <p>Construction mécanique de précision,</p> <p>Métallurgie des composants soumis au rayonnement,</p> <p>Intégration système</p>	<p>29.5Q - 28.5D + cases ci dessus</p>
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	<b>Codes NAF</b>
<p>Assemblage et essai de l'ensemble complet sur plate-forme d'essai</p> <p>Assemblage et utilisation de l'ensemble complet sur ITER pendant la phase assemblage des cassettes</p> <p>Utilisation et maintenance de l'équipement durant la vie de la machine</p> <p>Évolutions et adaptations en fonction du programme d'expérimentation</p>	<p>74.2C - 74.3B - 72.3Z + cases ci dessus</p>

<b>WBS 2,3</b>	
<b>MAINTENANCE TELEOPEREE</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Système de transfert des modules ou K7 vers cellule</b>	
<b>2,3,3</b>	
<b>Budget prévisionnel : 16,4 kIUA</b>	
<b>Allocation : EU=50% CN=50%</b>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
<p>Système permettant le transfert automatique des modules de couverture ou K7 de première paroi vers la cellule chaude de maintenance des composants activés, située dans un bâtiment annexe attenant au bâtiment réacteur.</p> <p>Le conteneur se déplace sur un véhicule de transfert piloté à distance et peut emprunter les ascenseurs dédiés pour changer de niveau.</p>	
<b>Description, Technologie :</b>	
<p>Sept éléments principaux sont concernés par ce système :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>le conteneur,</li> <li>le système de porte étanche,</li> <li>le véhicule de transfert (déplacement sur coussin d'air),</li> <li>les outils de manutention robotisés à l'intérieur du conteneur,</li> <li>la télé-opération du conteneur,</li> <li>la télé-opération des outils robotisés à l'intérieur du conteneur,</li> <li>les interfaces conteneur/cellule chaude et conteneur/machine.</li> </ul> <p>Ce système complet doit être opérationnel en fin de construction de la machine pour simulation sur site au 2 niveaux de maintenance (niveau bas cassettes, niveau médian modules).</p>	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
Systèmes automatiques et autonomes motorisés sur coussins d'air, autoguidage	31.1A - 31.1B - 31.1C - 29.1D
Télé-opération, télé-manipulation , systèmes autonomes (batteries)	31.2A - 31.2B - 33.2B - 33.3Z
Matériaux et composants (capteurs, électronique) supportant les conditions radiologiques ambiantes	cf cases ci-dessus avec spécificité résistance aux rayons gamma
<b>Métiers identifiés :</b>	<b>Codes NAF</b>
<p>Robotique,</p> <p>Construction mécanique de précision,</p> <p>Métallurgie des composants soumis au rayonnement,</p> <p>Intégration système</p>	29.5Q - 28.5D + cases ci dessus
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	<b>Codes NAF</b>
<p>Assemblage et essai de l'ensemble complet sur plate-forme d'essai divertor</p> <p>Utilisation de l'ensemble complet sur ITER pendant la phase assemblage des modules et cassettes</p> <p>Utilisation et maintenance de l'équipement durant la vie de la machine</p> <p>Évolutions et adaptations en fonction du programme d'expérimentation</p>	74.2C - 74.3B - 72.3Z + cases ci dessus

<b>WBS 2,3</b>	
<b>MAINTENANCE TELEOPEREE</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Système d'inspection et de métrologie des composants internes</b>	
<b>2,3,4</b>	
<b>Budget prévisionnel : 6,8 kIUA</b>	
<b>Allocation : EU=100%</b>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
Système permettant la visualisation et la métrologie des composants face au plasma à l'intérieur de l'enceinte à vide ainsi que d'éventuelles applications dédiées à la maintenance des composants face aux plasma.	
<b>Description, Technologie :</b>	
<p><u>Éléments principaux :</u></p> <p>le bras poly articulé avec chariot, de déploiement et portage des outils,  outil de visualisation et d'inspection des composants face au plasma (caméra balayage laser de reconstruction du profil) fonctionnant sous vide, T&lt;240°C, en environnement contaminé (Be, poussières, activation 700 Gy/h) et éventuellement sous champ magnétique 6 Tesla (à définir),</p> <p>robot aspirateur de poussière au niveau du divertor,</p> <p>robot renifleur en cas de fuite d'eau sur composant face au plasma.</p>	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
systèmes automatiques motorisés à reprise d'effort, télé-opération à distance, matériaux et composants (moteurs, capteurs, électronique, visualisation) supportant le rayonnement gamma ambiant	31.1A - 31.1B - 31.1C - 29.1D 31.2A - 31.2B - 33.2B - 33.3Z cf cases ci-dessus avec spécificité résistance aux rayons gamma
<b>Métiers identifiés :</b>	<b>Codes NAF</b>
Robotique, Construction mécanique de précision, Métallurgie des composants soumis au rayonnement, Intégration système	29.5Q - 28.5D + cases ci dessus
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	<b>Codes NAF</b>
Assemblage et essai de l'ensemble complet sur plate-forme d'essai Assemblage et utilisation de l'ensemble complet sur ITER pendant la phase assemblage des cassettes Utilisation et maintenance de l'équipement durant la vie de la machine Évolutions et adaptations en fonction du programme d'expérimentation	74.2C - 74.3B - 72.3Z + cases ci dessus

<b>WBS 2,3</b>	
<b>MAINTENANCE TELEOPEREE</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Système de maintenance de l'injection de neutres</b>	
<b>2,3,5</b>	
<b>Budget prévisionnel : 6 kIUA</b>	
<b>Allocation : EU=100%</b>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
Système permettant la maintenance des injecteurs de neutres et en particulier de la source d'ions (remplacement des filaments, nettoyage...)	
<b>Description, Technologie :</b>	
Plusieurs outils à définir; qui pourraient s'orienter principalement vers un télémanipulateur télescopique pouvant être équipé de différents outils pour le remplacement des filaments, sources, la visualisation, le nettoyage...	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
<p> systèmes automatiques motorisés à reprise d'effort,</p> <p> télé-opération à distance,</p> <p> matériaux et composants (capteurs, électronique) supportant le rayonnement neutronique ambiant</p>	<p>31.1A - 31.1B - 31.1C - 29.1D</p> <p>31.2A - 31.2B - 33.2B - 33.3Z</p> <p>cf cases ci-dessus avec spécificité résistance aux rayons gamma</p>
<b>Métiers identifiés :</b>	<b>Codes NAF</b>
<p>Robotique,</p> <p>Construction mécanique de précision,</p> <p>Métallurgie des composants soumis au rayonnement,</p> <p>Intégration système</p>	<p>29.5Q - 28.5D</p> <p>+ cases ci dessus</p>
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	<b>Codes NAF</b>
<p>Assemblage et essai du système complet sur plate-forme d'essai</p> <p>Assemblage et essais de l'ensemble complet sur ITER</p> <p>Utilisation et maintenance de l'équipement durant la vie de la machine</p> <p>Évolutions et adaptations en fonction du programme d'expérimentation</p>	<p>74.2C - 74.3B - 72.3Z</p> <p>+ cases ci dessus</p>

<b>WBS 2,3</b>	
<b>MAINTENANCE TELEOPEREE</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Outils de robotique pour cellule chaude de réparation</b>	
<b>2,3,6</b>	
<b>Budget prévisionnel : 44,3 kIUA</b>	
<b>Allocation : FUND=100%</b>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
Ensemble d'outils pilotés de manière automatisée, permettant d'entreprendre des opérations de maintenance effectuées à l'intérieur de la cellule chaude : réparation et évolution des 54 cassettes de divertor et des 400 modules de couverture principalement. Les composants internes sont déposés hors de la machine par les systèmes dédiés (WBS231, WBS232, WBS233). Ils sont ensuite transférés dans la cellule chaude de maintenance	
<b>Description, Technologie :</b>	
Pour info : pas de DDD disponible actuellement. Les opérations techniques télé opérées de remise en état ou de remplacement des composants, devraient être principalement : découpe inox canalisations de refroidissement, démontage, remontage des composants actifs face au plasma (voir WBS 1621 et WBS 172), soudage conduites de refroidissement, tests étanchéités, contrôle dimensionnel.	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
systèmes automatiques motorisés à reprise d'effort,	31.1A - 31.1B - 31.1C - 29.1D
télé-opération à distance des opérations diverses,	31.2A - 31.2B - 33.2B - 33.3Z
matériaux et composants (capteurs, électronique) supportant les conditions radiologiques ambiantes	cf cases ci-dessus avec spécificité résistance aux rayons gamma
<b>Métiers identifiés :</b>	<b>Codes NAF</b>
Robotique,	
Construction mécanique de précision,	29.5Q - 28.5D
Métallurgie des composants soumis au rayonnement,	+ cases ci dessus
Intégration système	
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	<b>Codes NAF</b>
Assemblage des sous systèmes dans la cellule	
Utilisation et maintenance des équipements durant la vie de la machine	74.2C - 74.3B - 72.3Z
Évolutions et adaptations	+ cases ci dessus

<b>WBS 2,4</b>	
<b>CRYOSTAT ET SYSTEME DE SURPRESSION</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Fabrication en usine enceinte à vide externe et système surpression</b>	
<b>2,4,1-A</b>	
<b>Budget prévisionnel : 60 kIUA</b>	
<b>Allocation : IN=100%</b>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
<p><b>Cryostat :</b> Enceinte double paroi, permettant une mise sous vide globale de la machine afin d'assurer l'isolement des composants cryogéniques maintenus à très basse température tels que les bobines de champ poloïdal et toroïdal, les conduites cryogéniques ainsi que les écrans thermiques des bobines.</p> <p>L'enceinte à vide, de forme cylindrique (diamètre 40m, hauteur 40m environ) est construite à l'intérieur du bâtiment réacteur (puits). Elle doit supporter la pression atmosphérique.</p> <p>Elle constitue également la seconde barrière radiologique de confinement.</p> <p><b>Système surpression vapeur :</b> Ce système est destiné à assurer l'évacuation de la vapeur pouvant être produite dans l'enceinte à vide en cas de fuite d'eau pressurisée d'un composant interne face au plasma. Cette conduite est greffée sur les caissons à vide d'injection de neutres directement connectés à l'enceinte principale Tore Plasma.</p>	
<b>Description, Technologie :</b>	
<p>Le cryostat consiste en un ensemble cylindrique, à double paroi concentriques, espacées de 20cm et munies de nervures radiales de renforts entre parois.</p> <p>Le cryostat est constitué de tôles en acier inoxydable 304 de 2 cm d'épaisseur. Les tôles pré cintrées sont à pré fabriquer en modules double paroi par procédés de soudage TIG et MIG automatisés.</p> <p>La conduite surpression vapeur est d'un diamètre de l'ordre de 1.2m, en tôle chaudronnée inoxydable, d'une longueur de plusieurs dizaines de mètres. Elle est équipée de membranes passives de sécurité surpression enceinte de qq. centaines de hPa.</p>	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
chaudronnerie tôle épaisses préfabriquées en modules doubles paroi	28.3C - 28.1A - 28.3B - 28.4B
chaudronnerie tubes grande dimensions étanches à 2 bar en inox et membranes de sécurité surpression	28.3C - 28.1A - 28.3B - 28.4B
contrôles non destructif des soudures (rayons X, ultrasons, courants de Foucault, étanchéité...)	74.3B - 28.3C - 27.3E
<b>Métiers identifiés :</b>	<b>Codes NAF</b>
soudage inox automatisé	29.4D - 28.3C - 28.5D
contrôle CND des soudures	28.3C - 74.3B
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	<b>Codes NAF</b>
aucun	

<b>WBS 2,4</b>	
<b>CRYOSTAT ET SYSTEME DE SURPRESSION</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Assemblage sur site enceinte à vide externe et système surpression</b>	
<b>2,4,1-B</b>	
<b>Budget prévisionnel : 17 kUA</b>	
<b>Allocation : IN=100%</b>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
<p><b>Cryostat :</b> Enceinte double paroi, permettant une mise sous vide globale de la machine afin d'assurer l'isolement des composants cryogéniques maintenus à très basse température tels que les bobines de champ poloidal et toroidal, les conduites cryogéniques ainsi que les écrans thermiques des bobines.</p> <p>L'enceinte à vide, de forme cylindrique (diamètre 40m, hauteur 40m environ) est construite à l'intérieur du bâtiment réacteur (puits). Elle doit supporter la pression atmosphérique.</p> <p>Elle constitue également la seconde barrière radiologique de confinement.</p> <p><b>Système surpression vapeur :</b> Ce système est destiné à assurer l'évacuation de la vapeur pouvant être produite dans l'enceinte à vide en cas de fuite d'eau pressurisée d'un composant interne face au plasma. Cette conduite est greffée sur les caissons à vide d'injection de neutres directement connectés à l'enceinte principale Tore Plasma.</p>	
<b>Description, Technologie :</b>	
<p>Le <b>cryostat</b> consiste en un ensemble cylindrique, à double parois concentriques, espacées de 20cm et munies de nervures radiales de renfort entre parois.</p> <p>Le cryostat est constitués de tôles en acier inoxydable 304 de 2 cm d'épaisseur. Les modules de tôles double paroi, préfabriqués en usine, sont assemblés sur site par procédés de soudage TIG et MIG les plus automatisés possibles.</p> <p>Plusieurs postes de soudage en parallèle sont envisagés. La durée de construction sur site du cryostat est un élément critique de l'opération de construction de la machine</p> <p>La <b>conduite surpression vapeur</b> est d'un diamètre de l'ordre de 1.2m, en tôle chaudronnée inoxydable, d'une longueur de plusieurs dizaines de mètres. Elle est équipée de membranes passives de sécurité surpression enceinte de qq centaines de hPa</p>	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
procédés de soudage in-situ d'acier inoxydable en mode automatique (TIG, MIG, autre ?).	29.4D - 28.3C - 28.5D - 28.3B - 28.1A - 45.2T - 74.2C
contrôles non destructif en cours d'assemblage (dimensionnel optique, rayons X, ultrasons, étanchéité hélium...)	74.3B
<b>Métiers identifiés :</b>	<b>Codes NAF</b>
soudage inox automatisé, assemblage mécanique	29.4D - 28.3C - 28.5D - 28.3B - 28.1A - 45.2T - 74.2C - 74.3B
manutention	
contrôle CND des soudures	
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	<b>Codes NAF</b>
assemblage des tôles ou tubes, manutention	29.4D - 28.3C - 28.5D - 28.3B - 28.1A - 45.2T - 74.2C - 74.3B
soudage inox TIG, FE ou laser automatisé	
contrôle CND des soudures d'étanchéité	

<b>WBS 2,6</b>	
<b>CIRCUITS D'EAU DE REFRIGERATION</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Boucles Pressurisées Tore (3 boucles Couverture + boucle Divertor)</b>	
<b>2,6,1-A</b>	
<b>Budget prévisionnel : 33,7 kIUA</b>	
<b>Allocation : US=100%</b>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
Assure le conditionnement à 230°C des composants face au plasma (modules de couverture, divertor) à une pression d'environ 20 bar. Le dégazage à haute température s'effectue avec un débit réduit dans les 4 boucles.	
Assure l'évacuation de la puissance déposée sur les composants internes face au plasma au cours des décharges, à une température d'entrée de 120°C et ce sous grand débit. La pression de la boucle est de 30 bar afin de limiter les risques d'ébullition interne sous flux thermique.	
<b>Description, Technologie :</b>	
4 boucles identiques dans leur conception et leur mode fonctionnement : Eau AVT (All Ventiled Treatment) afin de limiter les risques de corrosion à haute température (contrôle du pH, taux d'oxygène, résistivité, impuretés...) Les boucles sont situées dans le bâtiment réacteur .	
Les 4 boucles sont indépendantes. Elles sont chacune constituées d'une pompe primaire, d'un pressuriseur, d'un réchauffeur, de vannes d'isolement ou de barrage vis à vis de la machine.	
Chacune des boucle est couplée à un échangeur de chaleur associé à une boucle secondaire permettant d'évacuer l'énergie extraite du plasma à l'extérieur du bâtiment réacteur.	
La perte de charge est de l'ordre de 7 bar, la température de sortie à pleine puissance est limitée à 200°C durant les décharges plasma, afin de maintenir la boucle en régime sous-saturé.	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
pompes primaires haute pression, haut débit, 35 bar	29.1B
fabrication pressuriseur, réchauffeur, chaudronnerie, construction métallique (supports)	28.3C
système de régulation et de sécurité, contrôle commande, construction électrique, électromécanique	29.1F
assemblage canalisations inox HP et BP avec isolation thermique	45.3C
<b>Métiers identifiés :</b>	<b>Codes NAF</b>
fabrication de pompes, pressuriseur, réchauffeur, échangeur	29.1B - 28.3C
Tuyauteurs, soudeurs, électromécaniciens, électriciens, calorifugeurs	29.4D - 28.3C - 28.5D - 45.3C
fabrication de vannes de barrage et soupapes de sécurité	29.1F
instrumentiste, automaticien	33.2B
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	<b>Codes NAF</b>
installation des équipements, assemblage des canalisations HP, BP, calorifugeage	45.3C
cablage électrique, instrumentation sur site, contrôles essais	45.3A - 74.3B
mise en service	

<b>WBS 2,6</b>	
<b>CIRCUITS D'EAU DE REFRIGERATION</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Boucles Pressurisées Tore (boucle enceinte + boucle IdN + CVCS + vidange)</b>	
<b>2,6,1-B</b>	
<i>Budget prévisionnel : 27,4 kIUA</i>	
<i>Allocation : US=100%</i>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
<p><b>Boucle enceinte</b> : Assure le conditionnement à 200°C de l'enceinte à vide plasma (circulation dans l'espace double paroi de l'enceinte) à une pression d'environ 20 bar. La boucle de refroidissement de l'enceinte est maintenue à 120°C durant les décharges plasma.</p> <p><b>Boucle IdN</b> : Assure le refroidissement des composants des lignes d'injection de neutres (IdN) à une température d'entrée de 75°C maximum. La pression de la boucle est de 20 bar afin de limiter les risques d'ébullition interne sous flux thermique en particulier au niveau du calorimètre ou cible de tir pour conditionnement du faisceau de neutres. Les autres composants de la ligne, source, accélérateur, neutraliser sont refroidis avec des températures d'entrée de 20°C à 50°C.</p> <p><b>CVCS : Système de traitement d'eau déminéralisée de type AVT (All Ventiled Treatment). Les boucles sont constituées de parties en acier au carbone et de parties en acier inoxydable. Le traitement de l'eau limite les risques de corrosion à haute température</b></p> <p><b>Vidange</b> : Système permettant la vidange des 4 boucles du tore, de la boucle enceinte et boucle IdN</p>	
<b>Description, Technologie :</b>	
<p>Les 2 boucles Enceinte et IdN sont indépendantes. Elles sont chacune constituées d'une pompe primaire, d'un pressuriseur, d'un réchauffeur, de vannes d'isolement ou de barrage vis à vis de la machine. Chacune des boucle est couplée à un échangeur de chaleur associé à une boucle secondaire permettant d'évacuer l'énergie extraite du plasma. Les boucles sont situées dans le bâtiment réacteur</p> <p>CVCS : système permettant le traitement de l'eau AVT (All Ventiled Treatment) afin de limiter les risques de corrosion à haute température (contrôle du pH, taux d'oxygène, résistivité, impuretés...)</p> <p>Le système de vidange est constitué de vannes de décharge pouvant fonctionner avant ou après dépressurisation de la boucle, d'un système annexe de circulation sous gaz azote à 10 bar, permettant de pousser l'eau et d'assécher les canalisations, d'un système de tirage au vide des circuits avant phase de remplissage</p>	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
pompes primaires haute pression, haut débit, 20 bar	29.1B
pressuriseur, réchauffeur,	28.3C
Canalisations inox HP et BP de raccordement au Tore	28.3C - 45.3C
système de régulation et de sécurité, commande contrôle, instrumentation	29.1F
traitement d'eau	41.0Z
circuit azote + système de mise sous vide primaire	
<b>Métiers identifiés :</b>	<b>Codes NAF</b>
fabrication de pompes, pressuriseur, réchauffeur, composants de boucle pressurisée, vannes	29.1B - 28.3C
Tuyauteurs, soudeurs, électromécaniciens, électriciens, calorifugeurs	29.4D - 28.3C - 28.5D - 45.3C - 45.3A
instrumentistes, automaticiens	33.2B
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	<b>Codes NAF</b>
installation des composants, assemblage des canalisations HP, BP, calorifugeage	28.3C - 45.3C
cablage électrique, instrumentation sur site, contrôles essais	74.3B - 45.3A
mise en service	

<b>WBS 2,6</b>	
<b>CIRCUITS D'EAU DE REFRIGERATION</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Circuits externes au bâtiment réacteur (CCWS)</b>	
<b>2,6,1-C</b>	
<i>Budget prévisionnel : 12,5 KIUA</i>	
<i>Allocation : FUND=100%</i>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
Fourniture de l'eau de qualité souhaitée pour les boucles primaires. Fourniture d'eau glacée.	
<b>Description, Technologie :</b>	
Réseau de tubes en acier inoxydable, avec équipements standards (pompe, échangeur, pressuriseur, pompes à vide, vannes...). Systèmes de traitement de l'eau, instrumentation et équipements de contrôle . Systèmes de climatisation et de production d'eau glacée	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
Tuyauterie, chaudronnerie, constructions métalliques (supports)	28.3C
Electro-mécanique, instrumentation, contrôle-commande, Construction électrique. Réalisation de chaîne de contrôle et de mesures.	45.3A - 74.3B - 33.3Z - 33.2B
<b>Métiers identifiés :</b>	<b>Codes NAF</b>
Bureau d'études, calculs thermomécaniques, sismiques,	74.2C
Tuyauteurs, soudeurs, électromécaniciens, électriciens	29.4D - 28.3C - 28.5D
instrumentistes, automaticiens, chimistes (traitement de l'eau), frigoristes	33.2B - 41.0Z
Calorifugeurs	45.3C
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	<b>Codes NAF</b>
Construction des réseaux dans les bâtiments et implantation des équipements.	45.3E - 45.3F
Calorifuge, Câblage électrique et instrumentation, Réalisation des essais de réception des installations	45.3C - 45.3A - 74.3B

<b>WBS 2,6</b>	
<b>CIRCUITS D'EAU DE REFRIGERATION</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Système Évacuation chaleur + Composants des boucles (étude + assemblage)</b>	
<b>2,6,2-A</b>	
<b>Budget prévisionnel : 38,5 kIUA</b>	
<b>Allocation : IN=100%</b>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
Boucles secondaires assurant l'échange de chaleur et d'énergie avec les boucles primaires du TOKAMAK et du système de chauffage par injection de neutres. Assurent le refroidissement des boucles primaires. Ces circuits externes sont situés dans des bâtiments auxiliaires et sont connectés à des tours d'évacuation de la chaleur extérieures et à des bassins de stockage qui assurent le refroidissement de l'eau des boucles secondaires à une température de 25°C environ.	
<b>Description, Technologie :</b>	
Boucles d'eau décarbonatée, construites en acier au carbone. Elles sont chacune constituées de pompes et d'échangeurs de chaleur par échange forcé avec les boucles primaires. Les boucles sont raccordées aux 5 boucles primaires situées dans le bâtiment réacteur. Chacune des boucles secondaires est couplée à une ou plusieurs tours échangeur eau-air.	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
étude du design des différents composants :	74.2C
pressuriseur, échangeur,	28.3C
capacités de stockage eau décarbonatée	
étude système de régulation et de sécurité, étude et installation traitement eau décarbonatée	74.2C
assemblage sur site des composants des boucles secondaires, d'évacuation de la chaleur et des tours	28.3C
<b>Métiers identifiés :</b>	<b>Codes NAF</b>
étude de dimensionnement boucles , Bureau d'études, calculs thermomécaniques, sismiques,	74.2C
manutention, assemblage, soudage, electro-mécaniciens, électriciens	29.4D - 28.3C - 28.5D - 45.3A
instrumentaliste, automaticiens, traitement eau, chimiste	24.1* - 29.5Q - 41.0Z
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	<b>Codes NAF</b>
assemblage, intégration des boucles, bassins, tours	28.3C
essais, contrôles	74.3B
mise en service, réception des installations	

<b>WBS 2,6</b>	
<b>CIRCUITS D'EAU DE REFRIGERATION</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Système Évacuation chaleur + Composants des boucles (fourniture et livraison)</b>	
<b>2,6,2-B</b>	
<b>Budget prévisionnel : 36,2 kIUA</b>	
<b>Allocation : FUND=100%</b>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
Boucles secondaires assurant l'échange de chaleur et d'énergie avec les boucles primaires du TOKAMAK et du système de chauffage par injection de neutres. Assurent le refroidissement des boucles primaires. Ces circuits externes sont situés dans des bâtiments auxiliaires et sont connectés à des tours d'évacuation de la chaleur extérieures assurant le refroidissement de l'eau des boucles secondaires à une température de 25°C environ.	
<b>Description, Technologie :</b>	
Boucles d'eau décarbonatée, construites en acier au carbone. Elles sont chacune constituées de pompes et d'échangeurs de chaleur par échange forcé avec les boucles primaire. Les boucles comprennent également les circuits de raccordement au 5 boucles primaires situées dans le bâtiment réacteur.  Chacune des boucles secondaires est couplée à une ou plusieurs tours de réfrigération et bassins de stockage  Groupes électro-pompe, composants des boucles (tubes, brides, échangeurs de chaleur, robinets et vannes, réchauffeurs électriques, groupes de production d'eau glacée, instrumentation thermique et hydraulique). Armoires électriques	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
fabrication des différents composants :  pressuriseur, échangeur, canalisations  capacités de stockage eau décarbonatée  système de régulation et de sécurité, système de traitement eau décarbonatée  système d'évacuation de la chaleur, tours de réfrigération, bassins, génie civil	28.3C    74.2C - 41.0Z
<b>Métiers identifiés :</b>	<b>Codes NAF</b>
fabrication tours de réfrigération, bassins, génie civil  fabrication composants boucles secondaires (échangeur, pressuriseur, capacités, canalisations)  manutention, fabrication des réseaux	   28.3C
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	<b>Codes NAF</b>
livraison, réception	

<b>WBS 2,7</b>	
<b>SYSTEME DES ÉCRANS THERMIQUES</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Écrans thermiques de protection des bobines toroïdales</b>	
<b>2,7,1</b>	
<b>Budget prévisionnel : 28,8 KIUA</b>	
<b>Allocation : KO=100%</b>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
<p>Élément intercalé entre l'enceinte à vide et les bobines toroïdales, refroidies à la température de 80 à 100 Kelvin dans le but de réduire les pertes thermiques par rayonnement sur les parties à très basses températures des bobines.</p> <p>Les 9 secteurs de 40° de l'enceinte à vide sont un à un équipés sur site des écrans thermiques en acier inoxydable, de protection des 18 bobines du champ toroïdal vis à vis du rayonnement de l'enceinte étuvée à 230°C</p>	
<b>Description, Technologie :</b>	
<p>Sandwich tube-tôles fines en acier inoxydable 316, refroidi activement par une circulation d'hélium gazeux à 80K.</p> <p>Les parois inox des écrans thermiques sont polies ou argentées pour améliorer l'émissivité.</p> <p>Les secteurs d'enceinte à vide sont équipées des écrans sur site. Les écrans sont livrés en plusieurs morceaux à assembler entre eux autour des secteurs d'enceinte. Le montage des écrans fait partie des opérations d'assemblage sur site.</p>	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
procédés de soudage TIG de tubes et tôles fines (3 à 5 mm) en acier inoxydable	29.4D - 28.3C - 28.5D - 28.4B - 74.2C
polissage électrolytique ou argentage de la paroi des écrans thermique.	28.5A - 27.3E - 28.1A
<b>Métiers identifiés :</b>	<b>Codes NAF</b>
mise en forme, chaudronnerie tôles fines, grandes dimensions	28.3C - 28.4B
soudage tôles fines acier inoxydable	29.4D - 28.3C - 28.5D
soudage étanche hélium de tubes de refroidissement des écrans	29.4D - 28.3C - 28.5D
polissage électrolytique	28.5A
nickelage, argentage	28.5A
contrôle étanchéité hélium	74.3B
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	<b>Codes NAF</b>
manutention des éléments d'écrans	45.2T
assemblage, soudage des écrans (voir WBS 2,2/1)	29.4D - 28.3C - 28.5D
contrôle étanchéité après construction des écrans autour des secteurs d'enceinte	74.3B

<b>WBS 3,1</b>	
<b>SYSTEMES DE POMPAGE ET D'INJECTION DE MATIERE</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Pompes cryogéniques non standard et équipements</b>	
<b>3,1,1</b>	
<i>Budget prévisionnel : 11,2 kIUA</i>	
<i>Allocation : EU=88%, FUND=12%</i>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
Pompage du gaz recyclé du plasma (hydrogène, deutérium, tritium), ainsi que des cendres du plasma (hélium). La pompe cryogénique à charbon actif, spécifiquement conçue pour ITER est refroidie à l'hélium supercritique à 4 Kelvin. 18 pompes équipent les manchons horizontaux situés en partie basse de l'enceinte à vide.  Les pompes sont alimentées en fluide cryogénique par l'intermédiaire de boîtes à vannes cryo	
<b>Description, Technologie :</b>	
Les ailettes ou chevrons en cuivre de la pompe sont recouvertes de charbon actif afin d'augmenter sensiblement la capacité de piégeage de la pompe, en particulier l'hélium.  Des barrières à 300K (refroidissement eau) puis 80K (refroidissement hélium gazeux) permettent l'écrantage de la pompe vis à vis des pertes par rayonnement et la thermalisation du gaz pompé initialement à 500K à la sortie du divertor.  La pompe est isolable du tore par l'intermédiaire d'une vanne d'obturation du conduit de pompage. La vanne est partie intégrante de la pompe, coaxiale, obturant le conduit par translation du clapet.  Vanne fermée, la pompe est isolée du système de refroidissement cryogénique et est étuvable à 100K pour régénération (désorption des gaz piégés à basse température).	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
formage et soudage de tôles fines en cuivre (ailettes),	29.4D - 28.3C - 28.5D
fixation de charbon actif sur cuivre ,	28.5A - 28.4C - 24.6C - 26.8C
cryogénie (boîte à vannes, canalisations d'aménées des fluides cryogéniques)	28.3C - 28.4B
barrières thermiques (refroidissement hélium 80K, 4K, eau pressurisée)	29.2F - 45.3F
mécanique (clapet de vanne) fonctionnant à basse température	28.5D - 29.1F
<b>Métiers identifiés :</b>	<b>Codes NAF</b>
chaudronnerie du cuivre	28.3C
soudage cuivre étanche hélium, circuit de thermalisation	29.4D - 28.3C - 28.5D
soudage inox étanche eau pressurisée	29.4D - 28.3C - 28.5D
cryogénie	29.2F - 45.3F
intégration, instrumentation	33.2B
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	<b>Codes NAF</b>
réception et installation des pompes	45.3E
raccordement des pompes aux boîtes à vannes via les lignes de fluides cryogéniques 4K, 80K	45.3E - 28.3C
tests étanchéité,	74.3B
essais de fonctionnement mécanique et cryogénique	74.3B

<b>WBS 3,1</b>	
<b>SYSTEMES DE POMPAGE ET D'INJECTION DE MATIERE</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Pompes sèches du circuit primaire</b>	
<b>3,1,2</b>	
<i>Budget prévisionnel : 6,7 kIUA</i>	
<i>Allocation : US=88%, FUND=12%</i>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
Pompes destinées à la régénération des pompes cryogéniques. Pompage des gaz désorbés tels que hydrogène, deutérium, hélium, tritium et quelques impuretés carbonées) Les pompes permettent également d'assurer le pré vidage et entretien du vide de l'enceinte plasma (volume de l'enceinte 700 m <sup>3</sup> )	
<b>Description, Technologie :</b>	
Pompes Roots secs adaptées au pompage du tritium et du deutérium (4 groupes de 4000 m <sup>3</sup> /h) Le pompage du tritium nécessite un contrôle permanent de son inventaire, en limitant au maximum la rétention du gaz dans les matériaux composant la pompe . Désorption du tritium piégé dans les pompes sèches par dégazage à haute température Les pompes sont protégées vis à vis du champ magnétique environnant (environ 0.5 Tesla en fonctionnement)	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
fabrication pompes à vide de type Roots sec	29.1B
adaptation de la technologie classique au milieu spécifique nucléaire et environnement magnétique	28.3B
installation, raccordement aux pompes cryogéniques	45.3E - 28.3C
<b>Métiers identifiés :</b>	<b>Codes NAF</b>
vidiste	28.3B
fabrication pompe à vide primaires d'entretien	29.1B
désorption des gaz	28.3B - 45.3E
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	<b>Codes NAF</b>
tests de réception des pompes Roots sur site	74.3B
installation, raccordement aux pompes cryogéniques	45.3E - 28.3C
maintenance des pompes en cours de fonctionnement	29.1B (29.12.92)

<b>WBS 3,1</b>	
<b>SYSTEMES DE POMPAGE ET D'INJECTION DE MATIERE</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Stations de détection de fuite des gaz machine</b>	
<b>3,1,3</b>	
<b>Budget prévisionnel : 5 kIUA</b>	
<b>Allocation : EU=88%, FUND=12%</b>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
Détection de fuite sur enceintes à vide plasma, cryostat et sur circuits de refroidissement (eau), de gaz ou circuits de vide primaires. La détection peut concerner des fuites d'air, des fuites d'eau, mais aussi de gaz tels que Azote, Hélium, Hydrogène, Deutérium, Tritium, Argon, autres...	
<b>Description, Technologie :</b>	
Matériel de détection du commerce (fournisseurs de matériel de détection de fuite sur systèmes de vide). Équipements spécifiques devant être développés en fonction des fluides véhiculés et des conditions de détection semi automatique ou automatique, imposées par la maintenance télé opérée de la machine. Le principe de base consiste à équiper d'un système de reniflage chacune des brides ou piquages de la machine équipée d'un système à double joint d'étanchéité avec espace annulaire.	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
spectrométrie de masse	33.2B
systèmes automatisés (automates, vannes,...)	33.3Z
conduites et systèmes de reniflage	45.3E
<b>Métiers identifiés :</b>	<b>Codes NAF</b>
vidiste	
chaudronnerie inox, petite tuyauterie	28.3C
fabrication, développement de spectromètres de masse	33.2B
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	<b>Codes NAF</b>
installation, raccordement des canalisations de reniflage	45.3E
tests de fonctionnement des automatismes,	74.3B - 33.3Z
gestion du système en cours d'exploitation,	74.3B
maintenance des systèmes de détection de fuite (spectros, pompes, circuits)	29.1B (29.12.92)

<b>WBS 3,1</b>	
<b>SYSTEMES DE POMPAGE ET D'INJECTION DE MATIERE</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Composants standard de vide</b>	
<b>3,1,4</b>	
<b>Budget prévisionnel : 5,3 kIUA</b>	
<b>Allocation : US=88%, FUND=12%</b>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
systèmes de pompage annexe de vide associés à tous les auxiliaires machine tels que enceintes, systèmes cryogéniques, systèmes de réfrigération, injection de gaz, récupération des gaz.	
<b>Description, Technologie :</b>	
Ces systèmes mettent en œuvre des pompages de type primaire (pompes roots secs, pompes à palettes de type standard (matériel du commerce avec adaptation aux gaz pompés éventuellement) Le pompage secondaire est assuré par des pompes turbo moléculaires, moléculaires, ioniques ou cryogéniques en fonction des applications.	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
fabrication pompes à vide primaire (roots secs, autres...)	29.1B
fabrication de pompes secondaires standard (turbo moléculaires, moléculaires, hybrides, ioniques, cryogéniques)	29.1B
installation, raccordement aux différents circuits de vide	45.3E
<b>Métiers identifiés :</b>	<b>Codes NAF</b>
vidiste	
fabrication pompes à vide primaires et secondaires	29.1B
fabrication, intégration bancs de pompage automatisés	29.1B - 45.3E
automatismes	33.3Z
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	<b>Codes NAF</b>
installation, raccordement des bancs de pompage, mise en service	45.3E
maintenance des pompes en cours de fonctionnement	29.1B (29.12.92)

<b>WBS 3,1</b>	
<b>SYSTEMES DE POMPAGE ET D'INJECTION DE MATIERE</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Système d'injection de glaçons</b>	
<b>3,1,5</b>	
<b>Budget prévisionnel : 5 KIUA</b>	
<b>Allocation : US=88%, FUND=12%</b>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
<p>système d'alimentation du plasma par injection de gaz deuterium-tritium sous forme solide pour un dépôt plus profond au cœur du plasma par rapport à l'injection de gaz classique</p>	
<b>Description, Technologie :</b>	
<p>Actuellement jusqu'à 6 injecteurs sont envisagés sur ITER, basés sur la fabrication de la glace à 10-20 K par extrusion à vis (brevet PELIN Lab, St Petersburg, Russie) et l'utilisation d'un lanceur centrifuge à développer, permettant l'accélération du glaçon et son expulsion.</p> <p>Les injecteurs sont montés par groupe de deux dans un compartiment étanche. Les glaçons sont ensuite transportés vers le plasma dans des tubes guide sous vide, par expulsion à grande vitesse.</p>	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
montage double étanchéité compatible tritium	23.3Z
motorisation sous vide à grande vitesse (20000 tours/min), centrifugation	29.1A - 29.1B
fabrication glace à partir d'un gaz	45.3E - 29.2F
fabrication de glaçons calibrés	29.2F
<b>Métiers identifiés :</b>	<b>Codes NAF</b>
cryo mécanicien	28.5D - 29.2F
électronicien	32.1D
vide	33.2B
automaticien	33.3Z
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	<b>Codes NAF</b>
montage et intégration sur la machine, essais	74.3B - 33.3Z - 33.2B

<b>WBS 3,1</b>	
<b>SYSTEMES DE POMPAGE ET D'INJECTION DE MATIERE</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Système d'injection de gaz plasma</b>	
<b>3,1,6</b>	
<b>Budget prévisionnel concernant 6 et 6bis: 7,7 kIUA</b>	
<b>Allocation : CN=88%, FUND=12%</b>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
Système permettant d'injecter le gaz qui sert à créer le plasma par confinement de ce dernier (gaz injectés dans l'enceinte : Deutérium, Hélium, hydrogène, tritium, autres...).	
L'injection de gaz doit être parfaitement contrôlée en temps, débit et taux d'impuretés	
<b>Description, Technologie :</b>	
Ensembles répartis en différents points de la machine, constitués de vannes d'isolement au vide enceinte plasma, vannes piézo électriques de régulation du débit ou vannes d'injection supersonique, débitmètre et pompage pour purge des lignes et ballons	
Alimentation des vannes piézo électriques ou vannes injection supersonique	
lignes de distribution des gaz, de très grande longueur en acier inoxydable qualité nucléaire reliées au bâtiment tritium	
ballons de stockage capacitif placés à proximité des points d'injection, permettant d'assurer le débit continu durant la décharge plasma	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
chaudronnerie, tuyauterie grande longueur	28.3C
soudage TIG étanche au vide	29.4D - 28.3C - 28.5D
matériel ultra vide et injection de gaz, barométrie, spectrométrie de masse	
alimentation électriques (HF et continu), pilotage automatisé	33.3Z
<b>Métiers identifiés :</b>	<b>Codes NAF</b>
fabrication chaudronnée, soudage	29.4D - 28.3C - 28.5D
usinage mécanique, vidiste	28.5D
automatisme	33.3Z
alimentation électriques (HF et continu), câblage	45.3A - 31.6D
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	<b>Codes NAF</b>
montage, installation, soudage	29.4D - 28.3C - 28.5D
câblage	45.3A
tests étanchéité et essais	74.3B

<b>WBS 3,1</b>	
<b>SYSTEMES DE POMPAGE ET D'INJECTION DE MATIERE</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Système de conditionnement de la paroi</b>	
<b>3,1,6 bis</b>	
<b>Budget prévisionnel concernant 6 et 6bis: 7,7 kIUA</b>	
<b>Allocation : CN=88%, FUND=12%</b>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
Conditionnement (dégraissage, dégazage) de la première paroi métallique (Beryllium) et carbonée du tokamak placée en interaction avec le plasma. Le conditionnement s'effectue en enceinte sous vide, d'une durée de plusieurs jours en continu. L'enceinte est étuvée à 200°C en parallèle	
<b>Description, Technologie :</b>	
Électrodes de nettoyage introduites temporairement dans l'enceinte à vide, constituées de résistances alimentées en courant (qq ampères) permettant de ioniser (qq ampères) le gaz injecté dans l'enceinte à vide plasma du tokamak durant la phase de conditionnement (gaz injecté dans l'enceinte :Deutérium, Hélium, Diborane, autres...)	
Alimentation HF et courant continu des électrodes	
Isolation des électrodes vis à vis de la masse enceinte (1 kV sous vide)	
refroidissement des électrodes (eau pressurisée) durant leur fonctionnement en ambiance 200°C	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
électrodes acier inoxydable (chaudronnerie grande longueur système d'isolement	28.3C
système de déploiement et retrait automatisé dans la chambre à vide	33.3Z
technique d'isolement haute tension (céramique) sous vide et à 200°C	26.2E - 26.2G
alimentation électriques (HF et continu)	32.1D - 31.1C - 31.6D
<b>Métiers identifiés :</b>	<b>Codes NAF</b>
fabrication chaudronnée	28.3C - 28.3B
usinage mécanique	28.5D
automatisation	
alimentation électriques (HF et continu)	32.1D - 31.1C - 31.6D
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	<b>Codes NAF</b>
installation	45.3E
cablage	45.3A
essais	74.3B

<b>WBS 3,2</b>	
<b>USINE TRITIUM</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Système d'extraction des gaz du tore</b>	
<b>3,2,1</b>	
<i>Budget prévisionnel : 13 kIUA</i>	
<i>Allocation : US=88%, FUND=12%</i>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
Système assurant le pompage des gaz du Tore en vue d'assurer leur évacuation après utilisation dans le TOKAMAK	
<b>Description, Technologie :</b>	
Système constitué par des groupes de pompage à haut débit (Roots secs) associés aux pompes cryogéniques standard ( Canalisations inox; vannes de gros diamètre et pompes cryogéniques )	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
fabrication pompes cryogéniques standard - usinage et assemblage	29.1B - 28.5D
Réalisation des canalisations et circuits soudage TIG automatique	29.4D - 28.3C - 28.5D
installation, raccordement aux différents circuits de vide	74.2C - 28.3C
Réalisation des canalisations et circuits	74.2C - 28.3C
Intégration en enceinte de confinement	
<b>Métiers identifiés :</b>	<b>Codes NAF</b>
Mécanique de précision	28.5D
Chaudronnerie blanche	28.3C
Tuyauterie	28.3C
Génie Cryogénique	
Connaissance du vide et des appareils à pression	
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	<b>Codes NAF</b>
installation, raccordement des bancs de pompage, mise en service	74.2C - 28.3C - 74.3B
Tuyautages	28.3C

<b>WBS 3,2</b>	
<b>USINE TRITIUM</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>unité de Stockage du gaz utilisable et réserve</b>	
<b>3,2,2</b>	
<b>Budget prévisionnel : 14,5 KIUA</b>	
<b>Allocation : KO=88%, FUND=12%</b>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
Unité permettant d'entreposer les gaz en attente d'utilisation dans la boucle Tore/Unité de purification et réserve de gaz	
<b>Description, Technologie :</b>	
Réservoirs de stockage composé d'une enveloppe INOX et d'un contenant à base d'hydrure métallique ZrCo par exemple, un système de chauffage permettant de désorber le gaz du lit hydrure	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
Réalisation mécaniques à base d'INOX	27.**
Soudage ; Traitement thermiques ;assemblage et contrôle radio	29.4D - 28.3C - 28.5D
Intégration en enceinte de confinement type boite à gants	
Mise en place de résistances chauffantes et capteurs débits température	33.2B
<b>Métiers identifiés :</b>	<b>Codes NAF</b>
Mécanique appliquée	28.5D
Soudage et assemblage	29.4D - 28.3C - 28.5D
Contrôles associés	74.3B
Thermique	
Connaissance du vide et des appareils à pression	
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	<b>Codes NAF</b>
Installation ( raccordement mécanique et électrique)	74.2C - 28.3C - 74.3B
Montage	74.2C - 28.3C - 74.3B
Tests de fonctionnement	74.3B

<b>WBS 3,2</b>	
<b>USINE TRITIUM</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Séparation isotopique Hydrogène Deutérium Tritium</b>	
<b>3,2,3</b>	
<b>Budget prévisionnel : 6,2 KIUA</b>	
<b>Allocation : EU=88%, FUND=12%</b>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
Unité de séparation isotopique des gaz issu du Tore qui contiennent un mélange HDT ( Isolement des entités Tritium et deutérium)	
<b>Description, Technologie :</b>	
Unité de génie chimique basée soit sur la chromatographie en phase gazeuse sur une colonne de palladium, soit sur la distillation cryogénique de l'hydrogène,	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
Réalisation mécanique avec finalité cryogénique	28.5D
Usinage; assemblage ; contrôle et tests	28.5D
Mise en place de capteurs de suivi de fonctionnement	74.3B
Intégration en Boite à gants ou enceinte de confinement	
<b>Métiers identifiés :</b>	<b>Codes NAF</b>
Mécanique de précision	28.5D
Génie chimique	
Cryogénie	
Soudage et montage	29.4D - 28.3C - 28.5D
Chaudronnerie blanche	28.3C
Connaissance du vide et des appareils à pression	
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	<b>Codes NAF</b>
Installation ( raccordement mécanique et électrique)	74.2C - 28.3C - 74.3B
Montage	74.2C - 28.3C - 74.3B
Tests de fonctionnement	74.3B

<b>WBS 3,2</b>	
<b>USINE TRITIUM</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Détritiation d'atmosphère</b>	
<b>3,2,4</b>	
<b>Budget prévisionnel : 30,2 kIUA</b>	
<b>Allocation : JA=50%, FUND=50%</b>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
Système permettant de récupérer le tritium dans les atmosphères de Boite à gants ou de cellule afin de limiter les rejets tritium en particulier en cas d'incidents	
<b>Description, Technologie :</b>	
Système composé par une turbine assurant la circulation du gaz, un réacteur d'oxydation permettant de transformer le tritium gaz en eau tritiée suivi par un piège à eau à base de tamis moléculaire ou à base de piège cryogénique,	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
Réalisation mécanique avec tuyautage et intégration de composants	28.3C - 28.5D
Usinage; assemblage ; contrôle et tests étanchéité	28.5D - 74.3B
Mise en place de capteurs de suivi de fonctionnement	74.3B
Intégration en Boite à gants ou enceinte de confinement	
Développement et réalisation du système de contrôle commande et alimentation électrique	
<b>Métiers identifiés :</b>	<b>Codes NAF</b>
Génie chimique	
Mécanique et chaudronnerie	28.5D - 28.3C
Assemblage et soudage	29.4D - 28.3C - 28.5D
Électricité et contrôle commande	33.2B - 33.3Z - 45.3A
Connaissance du vide et des appareils à pression	
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	<b>Codes NAF</b>
Installation ( raccordement mécanique et électrique)	74.2C - 28.3C - 74.3B
Montage	74.2C - 28.3C - 74.3B
Tests de fonctionnement	74.3B

<b>WBS 3,2</b>	
<b>USINE TRITIUM</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Traitement de l'eau Tritiée</b>	
<b>3,2,5</b>	
<b>Budget prévisionnel : 14,5 kiUA</b>	
<b>Allocation : EU=88%, FUND=12%</b>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
Systeme permettant d'extraire le tritium gazeux de l'eau tritiée pour le réintroduire dans le cycle et pour permettre l'évacuation de l'eau résiduelle comme déchet,	
<b>Description, Technologie :</b>	
Unité de réduction de l'eau basée sur l'électrolyse,	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
Réalisation mécanique avec tuyautage et intégration de composants	28.3C - 28.5D
Usinage; assemblage ; contrôle et tests étanchéité	28.5D - 74.3B
Intégration en Boite à gants ou enceinte de confinement	
Réalisation de l'alimentation électrique	45.3A
<b>Métiers identifiés :</b>	<b>Codes NAF</b>
Génie chimique	
Mécanique et chaudronnerie	28.3C - 28.5D
Assemblage et soudage	29.4D - 28.3C - 28.5D
Électricité et contrôle commande	33.2B - 33.3Z - 45.3A
Connaissance du vide et des appareils à pression	
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	<b>Codes NAF</b>
Installation ( raccordement mécanique et électrique)	74.2C - 28.3C - 74.3B
Montage	74.2C - 28.3C - 74.3B
Tests de fonctionnement	74.3B

<b>WBS 3,2</b>	
<b>USINE TRITIUM</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Système de contrôle analytique de l'usine Tritium et contrôle commande</b>	
<b>3,2,6</b>	
<b>Budget prévisionnel : 3,5 KIUA</b>	
<b>Allocation : FUND=100%</b>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
Système intégré de mesure permettant de connaître la composition et la quantité de gaz en cours de traitement ( l'objectif étant à la fois la conduite du procédé et le suivi de la matière nucléaire). Système automatique permettant la conduite des procédés de traitement des gaz et de l'eau tritiée.	
<b>Description, Technologie :</b>	
Ce système est composé par une prise d'échantillon suivi par des appareils d'analyse type chromatographe ou spectromètre de masse, Système de conduite basé sur des automates assurant les séquences de fonctionnement (ouverture de vanne, réglage de température) complété par un superviseur informatisé.	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
Réalisation d'un réseau de tuyau capillaire	
Installation d'appareils de mesure physico chimique	33.2B
Intégration en enceinte de confinement type boite à gants	
Superviseur informatique	
Réalisation d'un réseau de surveillance informatique dédiée	33.2B
<b>Métiers identifiés :</b>	<b>Codes NAF</b>
Tuyautage	28.3C
Assemblage	
Installation d'appareil de mesure physico chimique	33.2B
Mesure physiques	33.2B
Informatique industrielle et réseau de terrain	
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	<b>Codes NAF</b>
Installation ( raccordement mécanique et électrique)	74.2C - 28.3C - 74.3B
Montage	74.2C - 28.3C - 74.3B
Tests de fonctionnement	74.3B

<b>WBS 3,4</b>	
<b>INSTALLATION CRYOGENIQUE ET CRYODISTRIBUTION</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Réfrigérateur / Liquéfacteur</b>	
<b>3,4,1</b>	
<b>Budget prévisionnel : 63 kUA</b>	
<b>Allocation : EU=50%, FUND=50%</b>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
systèmes fournissant les puissances frigorifiques nécessaires aux températures exigées par les composants à refroidir (hélium 4K et 80K principalement). Les composants machines à alimenter sont principalement les aimants, pompes, écrans...	
<b>Description, Technologie :</b>	
Ensemble fonctionnant suivant un cycle thermodynamique hélium produisant les puissances frigorifiques adaptées aux besoins,	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
cryogénie mécanique, thermique, compression détente de gaz hélium	
<b>Métiers identifiés :</b>	
industriels spécialisés en cryogénie et instrumentation associée, vidiste	28.3C - 28.5D - 74.2C - 74.3B - 29.2F - 33.2B - 33.3Z - 45.3A - 29.1A - 29.1C - 29.1E - 29.4D - 40.2C - 24.1A
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	
raccordements soudés TIG inox, tests d'étanchéité au spectromètre hélium,	

<b>WBS 3,4</b>	
<b>INSTALLATION CRYOGENIQUE ET CRYODISTRIBUTION</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Lignes de transfert des fluides cryogéniques</b>	
<b>3,4,2</b>	
<b>Budget prévisionnel : 17,6 kIUA</b>	
<b>Allocation : IN=100%</b>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
Acheminer les frigories jusqu'au point d'utilisation de celles-ci, c'est à dire du réfrigérateur aux composants cryogéniques (aimants, pompes, écrans...)	
<b>Description, Technologie :</b>	
Ensemble en acier inoxydable qui comprend plusieurs canalisations véhiculant des fluides cryogéniques à diverses températures. Ces canalisations sont insérées dans une même grosse canalisation sous vide d'isolement. Les canalisations qui véhiculent l'hélium liquide ou les vapeurs à très basses températures sont protégées du rayonnement thermique par un écran 80K refroidi à l'azote liquide ou hélium gaz. L'écran thermique 80K est lui même protégé du rayonnement thermique par des couches de super isolant.	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
travail de tubes en acier inoxydable,  mise en oeuvre de couches de super isolation en automatique,  soudage TIG étanche hélium	
<b>Métiers identifiés :</b>	
chaudronniers inox  soudage TIG étanche hélium	28.3C - 28.5D - 74.2C - 29.2F - 29.1E - 40.2C
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	
Soudures de raccordement des différents tronçons entre eux,  tests de pertes de charge,  tests d'étanchéité au spectromètre hélium,	

<b>WBS 3,4</b>	
<b>INSTALLATION CRYOGENIQUE ET CRYODISTRIBUTION</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>composants de cryodistribution</b>	
<b>3,4,3</b>	
<b>Budget prévisionnel : 16,2 kIUA</b>	
<b>Allocation : IN=100%</b>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
assurer la distribution des frigories afin de réfrigérer dans de bonnes conditions les aimants supraconducteurs ou les cryopompes,	
<b>Description, Technologie :</b>	
Enceintes en acier inoxydable sous vide d'isolement, comportant un écran thermique à 80K et contenant soit des vannes cryogéniques soit les équipements permettant de réfrigérer les composants devant être portés à très basse température.	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
travail de tubes en acier inoxydable, fabrication de vannes, soupapes et autres composants cryogéniques, mise en oeuvre de couches de super isolation en automatique, soudage TIG étanche hélium	28.3C - 28.5D - 74.2C - 29.2F - 33.2B - 33.3Z - 45.3A - 29.1A - 29.1E - 29.4D - 40.2C - 29.1C - 74.3B - 24.1A
<b>Métiers identifiés :</b>	
chaudronniers inox soudage TIG étanche hélium	
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	
Soudures de raccordement des différents tronçons entre eux, tests de pertes de charge, tests d'étanchéité au spectromètre hélium,	

<b>WBS 4,1</b>	
<b>ALIMENTATIONS DE PUISSANCE ET DISTRIBUTION ELECTRIQUE</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Poste Haute Tension et Système de distribution courant alternatif (étude et assemblage sur site)</b>	
<b>4,1,1-A</b>	
<i>Budget prévisionnel : 6 KIUA</i>	
<i>Allocation : EU=100%</i>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
Connecté au réseau public à 400kV, ce système de distribution alimente les charges pulsées d' ITER : les convertisseurs d'alimentation des champs magnétiques et les systèmes de chauffages additionnels	
<b>Description, Technologie :</b>	
Il s'agit d'un système conventionnel, composé de transformateurs haute / moyenne tension, de disjoncteurs, de sectionneurs, de jeux de barres et supports associés. Le système comprend également les appareils de mesure et protection correspondant ainsi que tout le contrôle/commande.	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
Les équipements sont entièrement montés en usine; pour les plus gros, certaines parties sont livrées séparément et assemblées sur place. Travail important de génie civil ( fosses transfo et massifs supports), de mise en place, de raccordement haute et basse tension	45.1A - 45.1B - 74.2B - 74.2C 45.3A - 45.2F
<b>Métiers identifiés :</b>	<b>Codes NAF</b>
Génie civil : terrassement, béton armé, clôtures. Mécanique : petites charpentes métallique, mise en œuvre jeux de barres. Tirage de câbles. Contrôle-commande. Levage et manutention	45.1A - 45.1B - 45.2V - 45.3H 45.2L - 45.4D - 45.3A - 45.2F 72.3Z - 45.2T
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	<b>Codes NAF</b>
L'ensemble des travaux d'installation, de raccordement et de câblage. Tests et mise en service. Contrôle de conformité	45.3A - 74.3B

<b>WBS 4,1</b>	
<b>ALIMENTATIONS DE PUISSANCE ET DISTRIBUTION ELECTRIQUE</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Poste Haute Tension et Système de distribution courant alternatif (fourniture)</b>	
<b>4,1,1-B</b>	
<b>Budget prévisionnel : 21 KIUA</b>	
<b>Allocation : CN=100%</b>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
Connecté au réseau public à 400kV, ce système de distribution alimente les charges pulsées d' ITER : les convertisseurs d'alimentation des champs magnétiques et les systèmes de chauffages additionnels	
<b>Description, Technologie :</b>	
Il s'agit d'un système conventionnel, composé de transformateurs haute / moyenne tension, de disjoncteurs, de sectionneurs, de jeux de barres et supports associés. Le système comprend également les appareils de mesure et protection correspondant ainsi que tout le contrôle/commande.	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
Les équipements sont entièrement montés en usine; pour les plus gros, certaines parties sont livrées séparément et assemblées sur place. Travail important de génie civil ( fosses transfo et massifs supports), de mise en place, de raccordement haute et basse tension	31.1A - 31.1B - 31.2A - 31.2B - 31.6D - 32.1A - 32.1C
<b>Métiers identifiés :</b>	<b>Codes NAF</b>
Génie civil : terrassement, béton armé, clôtures. Mécanique : petites charpentes métallique, mise en œuvre jeux de barres. Tirage de câbles. Contrôle-commande.	45.1A - 45.1B - 45.2V - 45.3H 45.2L - 45.4D - 45.3A - 45.2F 72.3Z - 45.2T
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	<b>Codes NAF</b>
L'ensemble des travaux d'installation, de raccordement et de câblage. Tests et mise en service. Contrôle de conformité	45.3A - 74.3B

<b>WBS 4,1</b>	
<b>ALIMENTATIONS DE PUISSANCE ET DISTRIBUTION ELECTRIQUE</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Convertisseurs alternatif/continu, compensateurs de puissance réactive et filtres harmoniques</b>	
<b>4,1,2</b>	
<b>Budget prévisionnel : 82,2 KIUA</b>	
<b>Allocation : CN=62%, KO=38%</b>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
<p>Les convertisseurs de puissance fournissent le courant continu pour l'alimentation des champs magnétiques.  Les compensateurs de puissance réactive et les filtres d'harmoniques sont destinés à réduire l'impact du fonctionnement des convertisseurs sur le réseau public d'alimentation.</p>	
<b>Description, Technologie :</b>	
<p>Convertisseurs de puissance à thyristors avec leur transformateurs et leurs systèmes de mesure et protection. Systèmes de capacités, filtres RLC et inductances contrôlées par thyristors. Les schémas adoptés sont des schémas connus et éprouvés. La spécificité du système propre à ITER réside dans la très grande puissance, qui dépasse très largement celle de systèmes conventionnels. Elle nécessite une mise en parallèle délicate des semi conducteurs et une implantation de l'ensemble des composants et des jeux de barres soigneusement optimisée.  Les courants mis en jeux sont de l'ordre de 50 à 60 kA, les puissances unitaires de l'ordre de 100MW.</p>	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
Parties actives fabriquées en usine livrées sur châssis	31.1A - 31.1B - 31.2A - 31.2B - 31.6D - 32.1A - 32.1C
<b>Métiers identifiés :</b>	<b>Codes NAF</b>
Mécanique : Mise en œuvre jeux de barres. Tirage de câbles. Contrôle-commande. Hydraulique : circuits de refroidissement à eau	45.3A - 45.2F - 72.3Z 28.3C
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	<b>Codes NAF</b>
L'ensemble des travaux d'installation, de raccordement et de câblage. Tests et mise en service. Contrôle de conformité	45.3A - 74.3B

<b>WBS 4,1</b>	
<b>ALIMENTATIONS DE PUISSANCE ET DISTRIBUTION ELECTRIQUE</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Circuits de commutation, circuit de décharge, distribution courant continu et instrumentation</b>	
<b>4,1,3</b>	
<b>Budget prévisionnel : 69 KIUA</b>	
<b>Allocation : RF=100%</b>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
Ces circuits ont une double rôle : - rôle fonctionnel : ils assurent la commutation du courant dans les différents circuits d'alimentation du champ magnétique, en fonction des phases de fonctionnement de la machine. - rôle de protection : ils assurent la décharge rapide et contrôlée de l'énergie magnétique de la machine en cas de disfonctionnement des aimants ou de leur auxiliaires.	
<b>Description, Technologie :</b>	
Le système comprend des jeux de barres et des résistances conventionnels, excepté les grandes puissance mise en jeu. Il comprend aussi des disjoncteurs et interrupteurs très rapides développés spécialement pour cette application. Les courants mis en jeux sont de l'ordre de 50 à 60 kA	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
Composants principaux fabriqués en usine	31.2B - 31.2A - 31.6C - 31.3Z
<b>Métiers identifiés :</b>	<b>Codes NAF</b>
Mécanique : Mise en œuvre jeux de barres. Tirage de câbles. Contrôle-commande. Hydraulique : circuits de refroidissement à eau	45.3A - 45.2F - 72.3Z 28.3C
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	<b>Codes NAF</b>
L'ensemble des travaux d'installation, de raccordement et de câblage. Tests et mise en service. Contrôle de conformité	45.3A - 74.3B

<b>WBS 4,1</b>	
<b>ALIMENTATIONS DE PUISSANCE ET DISTRIBUTION ELECTRIQUE</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Réseaux de puissance électrique permanente (groupe électrogènes de secours)</b>	
<b>4,1,8-A</b>	
<i>Budget prévisionnel : 5,7 KIUA</i>	
<i>Allocation : EU=100%</i>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
Assure l'alimentation électrique de secours en cas de défaillance de l'alimentation normale connectée au réseau public de distribution	
<b>Description, Technologie :</b>	
Le système est constitué de 2 groupes diesels et de tous les périphériques correspondant	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
équipements principaux fabriqués en usine	31.1A - 31.1B
<b>Métiers identifiés :</b>	<b>Codes NAF</b>
Génie civil. Tirage de câbles. Contrôle-commande. Hydraulique : circuits de refroidissement à eau. Diésélistes	45.3A - 45.2F - 72.3Z 28.3C
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	<b>Codes NAF</b>
L'ensemble des travaux d'installation, de raccordement et de câblage. Tests et mise en service. Contrôle de conformité	45.3A - 74.3B

<b>WBS 4,1</b>	
<b>ALIMENTATIONS DE PUISSANCE ET DISTRIBUTION ELECTRIQUE</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Réseaux de puissance électrique permanente (étude + assemblage + câblage)</b>	
<b>4,1,8-B</b>	
<b>Budget prévisionnel : 14,3 kIUA</b>	
<b>Allocation : EU=100%</b>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
Connecté au réseau public à 400kV, ce système de distribution alimente les auxiliaires d'ITER : systèmes de pompage, de refroidissement, de cryogénie, de ventilation, etc....	
<b>Description, Technologie :</b>	
Il s'agit d'un système conventionnel, composé de transformateurs haute / moyenne tension, de disjoncteurs, de sectionneurs, de jeux de barres et supports associés. Le système comprend également les appareils de mesure et protection correspondant ainsi que tout le contrôle/commande. Le schéma est conçu de telle façon que la fiabilité de fonctionnement soit optimale.	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
Fabrication et fourniture des équipements principaux exclues de ce poste	45.1A - 45.1B - 74.2B - 74.2C 45.3A - 45.2F
<b>Métiers identifiés :</b>	<b>Codes NAF</b>
Bureau d'études électriques.	45.1A - 45.1B - 45.2V - 45.3H
Génie civil : terrassement, béton armé, clôtures. Mécanique : petites charpentes métallique, mise en œuvre jeux de barres. Tirage de câbles. Contrôle-commande.	45.2L - 45.4D - 45.3A - 45.2F 72.3Z - 45.2T
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	<b>Codes NAF</b>
L'ensemble des travaux d'installation, de raccordement et de câblage. Tests et mise en service. Contrôle de conformité	45.3A - 74.3B

<b>WBS 4,1</b>	
<b>ALIMENTATIONS DE PUISSANCE ET DISTRIBUTION ELECTRIQUE</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Réseaux de puissance électrique permanente (fourniture et approvisionnement)</b>	
<b>4,1,8-C</b>	
<b>Budget prévisionnel : 20 kIUA</b>	
<b>Allocation : EU=25%, US=75%</b>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
Connecté au réseau public à 400kV, ce système de distribution alimente les auxiliaires d'ITER : systèmes de pompage, de refroidissement, de cryogénie, de ventilation, etc....	
<b>Description, Technologie :</b>	
Il s'agit d'un système conventionnel, composé de transformateurs haute / moyenne tension, de disjoncteurs, de sectionneurs, de jeux de barres et supports associés. Le système comprend également les appareils de mesure et protection correspondant ainsi que tout le contrôle/commande. Le schéma est conçu de telle façon que la fiabilité de fonctionnement soit optimale.	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
équipements fabriqués en usine (industrie électromécanique) et livrés sur site	
<b>Métiers identifiés :</b>	
Électromécanique. Contrôles	
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	
Tests et mise en service. Contrôle de conformité	
	Pour le moment, les négociations entre les US et l'Europe n'ont pas apporté de précisions quant au partage de ce lot. Les codes NAF correspondant font partie de la gamme 31.*

<b>WBS 5,1</b>	
<b>CHAUFFAGE CYCLOTRONIQUE IONIQUE</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Antenne et lignes HF de transmission sous vide</b>	
<b>5,1,1</b>	
<b>Budget prévisionnel : 4,5 kIUA</b>	
<b>Allocation : EU=88%, FUND=12%</b>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
pour assurer le transfert de la puissance électromagnétique à travers les accès de la machine vers le plasma	
<b>Description, Technologie :</b>	
lignes coaxiales HF de transmission sous vide à des fréquences de 40 à 60 MHz	
structure mécanique (antenne) équipées de composants face au plasma activement refroidis	
capacités d'accord en fréquence sous vide, refroidies à l'eau	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
technologie des composants Haute Fréquence : lignes, capacités d'accord, antenne	32.2A
technologie des composants sous vide et refroidis (cuivre, acier inoxydable)	29.5R - 28.3B
technologie des composants face au plasma activement refroidis	
<b>Métiers identifiés :</b>	<b>Codes NAF</b>
spécialiste des hautes fréquences, contacts HF	23.2A
fabrication mécano-soudée qualité nucléaire	28.5D
assemblage mécanique de précision,	28.5D
soudage TIG étanche au vide	29.4D - 28.3C - 28.5D
dépôts isolants électriques et anti-corrosion sous vide	28.5A
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	<b>Codes NAF</b>
intégration antenne sur le Tokamak	45.3A
Telemanipulation, réglage a distance	33.2B - 29.5R

<b>WBS 5,1</b>	
<b>CHAUFFAGE CYCLOTRONIQUE IONIQUE</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Lignes de transmission et système d'adaptation</b>	
<b>5,1,2</b>	
<b>Budget prévisionnel : 4,8 KIUA</b>	
<b>Allocation : US=88%, FUND=12%</b>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
pour assurer le transfert de la puissance des générateurs (Hall HF) vers le système d'antennes (tokamak)	
<b>Description, Technologie :</b>	
lignes coaxiales HF et composants HF de puissance	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
technologie des composants Haute Fréquence : lignes coaxiales, contacts HF	31.1B - 31.2B - 31.** - 31.6C
lignes coaxiales tubulaires (aluminium, cuivre)	31.3Z
systèmes de supportage des lignes	45.3A
contacts HF argentés	28.5A
<b>Métiers identifiés :</b>	<b>Codes NAF</b>
fabrication mécano-soudée tubes HF (aluminium, cuivre)	29.4D - 28.3C - 28.5D
assemblage mécanique de précision,	28.5D
soudage TIG étanche au vide aluminium, cuivre	29.4D - 28.3C - 28.5D
dépôts isolants et électriques	28.5A
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	<b>Codes NAF</b>
installation des lignes entre hall HF et Hall réacteur	45.3A

<b>WBS 5,1</b>	
<b>CHAUFFAGE CYCLOTRONIQUE IONIQUE</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Générateurs haute fréquence et contrôle de la puissance</b>	
<b>5,1,3</b>	
<b>Budget prévisionnel : 18 KIUA</b>	
<b>Allocation : IN=100%</b>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
pour convertir l'énergie électrique du réseau en énergie électromagnétique haute fréquence	
<b>Description, Technologie :</b>	
tubes à grilles et cavité HF, système de contrôle de la puissance par électronique bas niveau et électrotechnique	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
technologie des composants Haute Fréquence : tubes, générateurs, capacités systèmes électroniques associés	32.1A - 32.1C - 31.6C - 31.1A - 31.1B - 32.1D
<b>Métiers identifiés :</b>	<b>Codes NAF</b>
fabrication générateurs électromagnétiques HF	31.1A - 31.1B - 31.6C
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	<b>Codes NAF</b>
installation des générateurs, hall HF	45.3A
tests de réception	74.3B

<b>WBS 5,1</b>	
<b>CHAUFFAGE CYCLOTRONIQUE IONIQUE</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Alimentation de puissance</b>	
<b>5,1,4</b>	
<b>Budget prévisionnel : 6,9 KIUA</b>	
<b>Allocation : IN=100%</b>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
pour convertir l'énergie électrique du réseau industriel en énergie compatible avec les générateurs	
<b>Description, Technologie :</b>	
transformateurs, régulation, redresseurs et protection ;	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
alimentations de puissance	31.** - 31.1B - 31.2B
<b>Métiers identifiés :</b>	<b>Codes NAF</b>
électrotechnique	31.** - 31.1B - 31.2B
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	<b>Codes NAF</b>
installation des alimentations	45.3A

<b>WBS 5,2</b>	
<b>CHAUFFAGE CYCLOTRONIQUE ELECTRONIQUE</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Antenne dans le plan équatorial</b>	
<b>5,2,1-A</b>	
<b>Budget prévisionnel : 7,3 KIUA</b>	
<b>Allocation : JA=88%, FUND=12%</b>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
Assure le chauffage du plasma, la génération de courant sur l'axe et hors axe, l'allumage de la décharge et l'entretien des décharges de nettoyage, par émission d'ondes à la fréquence de 140 GHz.	
<b>Description, Technologie :</b>	
Composée principalement de guides d'onde cylindriques corrugués en acier inoxydable, de miroirs en cuivre, d'écran en inox, de fenêtre en diamant, le tout refroidi par circulation d'eau.	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
technologie des composants Haute Fréquence : tubes corrugués en acier inoxydable technologie des composants sous vide et refroidis (cuivre, acier inoxydable) technologie des composants face au plasma activement refroidis à eau pressurisée technologie fabrication fenêtres diamants étanche au vide	32.1C - 28.5D
<b>Métiers identifiés :</b>	<b>Codes NAF</b>
spécialiste des hautes fréquences, tubes HF fabrication mécano-soudée qualité nucléaire assemblage mécanique de précision, miroirs cuivre poli soudage TIG étanche au vide et eau pressurisée miroirs cuivre et écrans inox	31.6D - 31.6C - 29.4D - 28.3C - 28.5D - 32.1C
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	<b>Codes NAF</b>
intégration antenne sur le Tokamak	

<b>WBS 5,2</b>	
<b>CHAUFFAGE CYCLOTRONIQUE ELECTRONIQUE</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Antenne en partie haute du tore</b>	
<b>5,2,1-B</b>	
<b>Budget prévisionnel : 8,9 KIUA</b>	
<b>Allocation : EU=88%, FUND=12%</b>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
Assure la génération de courant hors axe du plasma pour stabilisation des NTM (modes de déchirement néoclassiques)	
<b>Description, Technologie :</b>	
Utilise la technique du réglage déporté. Composée principalement de guides d'onde cylindriques corrugués en acier inoxydable, de miroirs en cuivre, d'écran en inox, de fenêtre en diamant, le tout refroidi par circulation d'eau.	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
technologie des composants Haute Fréquence : tubes corrugués en acier inoxydable technologie des composants sous vide et refroidis (cuivre, acier inoxydable) technologie des composants face au plasma activement refroidis à eau pressurisée technologie fabrication fenêtres diamants étanche au vide	32.1C - 28.5D
<b>Métiers identifiés :</b>	<b>Codes NAF</b>
spécialiste des hautes fréquences, tubes HF fabrication mécano-soudée qualité nucléaire assemblage mécanique de précision, miroirs cuivre poli soudage TIG étanche au vide et eau pressurisée miroirs cuivre et écrans inox	31.6D - 31.6C - 29.4D - 28.3C - 28.5D - 32.1C
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	<b>Codes NAF</b>
intégration antenne sur le Tokamak	

<b>WBS 5,2</b>	
<b>CHAUFFAGE CYCLOTRONIQUE ELECTRONIQUE</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Lignes de transmission</b>	
<b>5,2,2</b>	
<b>Budget prévisionnel : 17,9 kIUA</b>	
<b>Allocation : US=88%, FUND=12%</b>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
Assure la transmission de l'énergie hyperfréquence depuis les sources HF jusqu'aux antennes.	
<b>Description, Technologie :</b>	
Guides d'ondes cylindriques corrugués en aluminium, sous vide, comprenant des sections droites, des coudes en cuivre refroidis par circulation d'eau et divers éléments de mesure.	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
technologie des composants Haute Fréquence : guides d'ondes corrugués en aluminium systèmes de supportage des lignes étanchéité au vide, joints métalliques, refroidissement eau	32.1C - 28.5D
<b>Métiers identifiés :</b>	<b>Codes NAF</b>
fabrication mécano-soudée lignes HF (aluminium) assemblage mécanique de précision, soudage TIG étanche au vide aluminium des lignes	32.1C - 29.4D - 28.3C - 28.5D
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	<b>Codes NAF</b>
installation des lignes entre hall HF et Hall réacteur alignement, tests d'étanchéité	74.3B

<b>WBS 5,2</b>	
<b>CHAUFFAGE CYCLOTRONIQUE ELECTRONIQUE</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Sources de puissance HF et système de contrôle</b>	
<b>5,2,3</b>	
<b>Budget prévisionnel : 32,5 kIUA</b>	
<b>Allocation : EU=31%, JA=31%, RF=31%, IN=8%</b>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
Composants convertissant l'énergie électrique fournie par l'alimentation électrique en énergie HF, et tous les éléments nécessaires à leur fonctionnement.	
<b>Description, Technologie :</b>	
Il s'agit principalement d'un tubes électroniques de type gyrotron, avec toutes ses alimentations électriques auxiliaires et ses systèmes de contrôle et de pilotage. Fréquence de référence 140 GHz.	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
technologie des composants Haute Fréquence de type Gyrotron	
systèmes électroniques associés	32.1C - 28.5D
systèmes cryogéniques associé	
<b>Métiers identifiés :</b>	<b>Codes NAF</b>
fabrication composants HF tel que Gyrotrons	32.1C - 28.5D
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	<b>Codes NAF</b>
installation des tubes électroniques, hall HF	
tests de réception	74.3B

<b>WBS 5,2</b>	
<b>CHAUFFAGE CYCLOTRONIQUE ELECTRONIQUE</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Alimentation de puissance</b>	
<b>5,2,4</b>	
<b>Budget prévisionnel : 13,9 kIUA</b>	
<b>Allocation : EU=92%, IN=8%</b>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
Composants convertissant l'énergie électrique du réseau en énergie utilisable par la source HF	
<b>Description, Technologie :</b>	
Principaux éléments d'une alimentation électrique: transformateur, pont redresseur, thyristor, filtre, pont de mesure, court-circuiteur rapide	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
fabrication électrotechnique d'alimentations de puissance	32.1C - 28.5D
<b>Métiers identifiés :</b>	<b>Codes NAF</b>
électrotechnique	32.1C - 28.5D
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	<b>Codes NAF</b>
installation des alimentations	74.3B

<b>WBS 5,3</b>	
<b>CHAUFFAGE PAR INJECTION DE NEUTRE ET FAISCEAU DE NEUTRE DIAGNOSTIC</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Assemblage et essais</b>	
<b>5,3,1</b>	
<b>Budget prévisionnel : 3,8 KIUA</b>	
<b>Allocation : EU=100%</b>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
<p>Le système de chauffage par injection de neutres permet d'injecter au coeur du plasma 35 MW d'atomes de deutérium énergétiques à 1MeV. Il aide également à la génération de courant du plasma. L'injection se fait tangentiellement au plasma, dans le plan équatorial.</p> <p>Le faisceau de neutres diagnostic est un faisceau très calibré, de faible puissance (quelques MW), destiné au contrôle du profil de courant du plasma par le biais de diagnostics optiques. L'injection se fait perpendiculairement (radialement), dans le plan équatorial</p>	
<b>Description, Technologie :</b>	
<p>L'assemblage et les essais de fonctionnement du système d'injection concerne principalement les opérations ci dessous. Les outillages de montage associés sont à développer et à réaliser.</p> <p>Implantation et positionnement des 2 grands caissons de chauffage (nota : un troisième caisson envisagé à plus long terme) et du petit caisson faisceau diagnostic</p> <p>Installation bobines actives de compensation et blindage magnétique enveloppe autour des caissons</p> <p>Installation des cibles calorimètre pour essais de tir du faisceau (une par Caisson)</p> <p>Installation des pompes cryogéniques et système cryo associé (une par caisson)</p> <p>Installation ensemble ligne injecteur de neutres et source associée (un par caisson)</p> <p>Installation alimentation électrique 1MV en partie arrière de chaque caisson</p> <p>raccordement fluides de refroidissement (eau, cryo) et pompage caisson. Raccordements électriques</p> <p>installation et raccordement instrumentation diverse</p> <p>essais de fonctionnement sous vide: tirs sur cible, pompage, refroidissement, conditionnement des injecteurs</p>	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
Opération de manutention , d'alignement et d'assemblage de gros composants (15m de long)	
Cryogénie, raccordement des lignes cryo, étanchéité au vide	
Chaudronnerie, tuyauterie de refroidissement à l'eau et pompage au vide	28.3C
Installation composants électrotechniques haute tension (1MV), contrôles des isolements	31.** - 32.**
Pilotage et essais de démarrage, mise en service d'équipements intégrés	74.3B
<b>Métiers identifiés :</b>	<b>Codes NAF</b>
Mécanique, cryogénie, vide	28.5D
Manutention	
Électrotechnique	31.** - 32.**
Réfrigération eau	29.2F
pilotage, commande contrôle, barométrie, instrumentation	33.2B - 33.3Z
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	<b>Codes NAF</b>
tous travaux relatifs aux opérations décrites ci dessus	

<b>WBS 5,3</b>	
<b>CHAUFFAGE PAR INJECTION DE NEUTRE ET FAISCEAU DE NEUTRE DIAGNOSTIC</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Source, Accélérateur et Passage Haute Tension</b>	
<b>5,3,2</b>	
<b>Budget prévisionnel : 9,5 KIUA</b>	
<b>Allocation : EU=50%, JA=50%</b>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
<p>Le système de chauffage par injection de neutres permet d'injecter au coeur du plasma 35 MW d'atomes de deutérium énergétiques à 1MeV. La puissance délivrée au plasma par injecteur est de 16.5 MW. Le système aide également à la génération de courant du plasma. L'injection se fait tangentiellement au plasma, dans le plan équatorial.</p> <p>Le système source, accélérateur doit être capable de produire et d'accélérer sous vide un courant de 40 A d'ions négatifs (D-) à 1MeV sur des temps longs (&lt; 3600s). Le faisceau d'ions négatifs est produit par ionisation d'un gaz de Deutérium dans la source. Puissance totale du faisceau en sortie de l'accélérateur de l'ordre de 40 MW. La densité de courant d'ions négatifs accéléré est de 200 A/m2.</p>	
<b>Description, Technologie :</b>	
<p>L'ensemble source, grilles d'accélération et passage haute tension fait appel à des technologies de pointe en mécanique et Électrotechnique avec maîtrise des isolements sous vide sous très haute tension pour éviter les claquages à 1MV.</p> <p>Technologie des isolants sous vide avec pièces massives en céramique, dépôts céramique,</p> <p>systèmes de refroidissement à l'eau, étanchéité au vide</p> <p>systèmes d'injection régulée de gaz au niveau de la source</p> <p>technologie des passages haute tension étanches au vide</p>	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
Mise en oeuvre des céramiques et dépôts céramique	26.2E - 26.2G - 26.2L
Isolation haute tension	
vide, gaz, injection	28.3C - 28.5D
fabrication mécanique, acier inoxydable, cuivre, chaudronnerie	
Contrôles d'isolation et d'étanchéité	
<b>Métiers identifiés :</b>	<b>Codes NAF</b>
Électrotechnique	31.** - 32.**
Mécanique, chaudronnerie	28.3C - 28.5D
Vide, injection de gaz purs sous vide	
Réfrigération eau	29.2F
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	<b>Codes NAF</b>
Les sources, accélérateurs et passages haute tension sont testés sur banc d'essai avant installation sur les caissons dans le Bâtiment réacteur	74.3B

<b>WBS 5,3</b>	
<b>CHAUFFAGE PAR INJECTION DE NEUTRE ET FAISCEAU DE NEUTRE DIAGNOSTIC</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Composants des lignes d'injection</b>	
<b>5,3,3</b>	
<b>Budget prévisionnel : 3,9 KIUA</b>	
<b>Allocation : EU=50%, JA=50%</b>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
<p>Le système de chauffage par injection de neutres permet d'injecter au coeur du plasma 35 MW d'atomes de deutérium énergétiques à 1MeV. La puissance délivrée au plasma par injecteur est de 16.5 MW. Le système aide également à la génération de courant du plasma. L'injection se fait tangentiellement au plasma, dans le plan équatorial.</p> <p>Les composants des lignes d'injection sont assemblés et alignés dans les caissons de neutre. L'ensemble de la ligne d'injection se compose d'une accélérateur, d'une chambre de neutralisation, d'un déflecteur pour la récupération des ions résiduels (non neutralisés).</p> <p>Les autres composants présents dans le caisson sont des pompes cryogéniques disposées contre les parois des caissons, destinées à pomper le gaz dans le caisson qui diffuse de l'injecteur, ainsi qu'une cible en V ou calorimètre, placée en bout de ligne d'injection et destinée à supporter une grande partie de la puissance du faisceau pour tirs d'essais. La cible s'ouvre lors des tirs sur plasma. La cible permet également de diagnostiquer le faisceau : mesure de l'optique du faisceau et de sa puissance (calométrie)</p>	
<b>Description, Technologie :</b>	
<p>L'ensemble neutraliseur récupérateur d'ions et calorimètre est compact sur chariot, d'une longueur de 15m environ .</p> <p>La cible en V ou calorimètre est en alliage de cuivre (CuCrZr) refroidie par eau pressurisée. Technologie comparable à celle des composants face au plasma. Instrumentation associée avec thermocouples et débitmètres pour calorimétrie</p> <p>Un obturateur rapide est associée au caisson pour isolement du caisson par rapport à la machine pour les phases de conditionnement et en cas d'incident de tir ou entrée d'air.</p> <p>La pompe cryogénique de chaque caisson est cylindrique, refroidie à l'hélium supercritique à 4K, hélium gaz à 80K et eau. Chaque pompe est associée à un pompage à vide primaire de régénération de la pompe cryogénique</p>	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
Mise en oeuvre des grilles de neutralisation, chaudronnerie et usinage mécanique cuivre	28.5D - 28.3C
Technologie des composants à haut flux thermiques (cuivre refroidi eau pressurisée)	
mécanique sous vide (obturateur), Isolation haute tension	28.5D - 26.2E - 26.2G - 26.2L
vide, cryogénie, réfrigération eau pressurisée et sous vide	29.2F
Contrôles d'isolation et d'étanchéité au vide	74.3B
<b>Métiers identifiés :</b>	<b>Codes NAF</b>
Électrotechnique	31.** - 32.**
Mécanique, chaudronnerie,	28.5D - 28.3C
Vide, cryogénie	
Réfrigération eau	29.2F
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	<b>Codes NAF</b>
Les lignes d'injection sont testées sur banc d'essai avant installation sur les caissons dans le Bâtiment réacteur	74.3B

<b>WBS 5,3</b>	
<b>CHAUFFAGE PAR INJECTION DE NEUTRE ET FAISCEAU DE NEUTRE DIAGNOSTIC</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Chambre à Vide (caisson Hyperbare), Manchette et Blindage Magnétique Passif</b>	
<b>5,3,4</b>	
<i>Budget prévisionnel : 11,9 kIUA</i>	
<i>Allocation : EU=50%, JA=50%</i>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
Caissons destinés à contenir sous vide les composants de l'injecteur et à recevoir la source et l'amenée de puissance électrique à 1MV (bushing). Le caisson Hyperbare doit être capable de supporter une surpression vapeur en cas de fuite d'eau accidentelle sur un composant face au plasma. La vapeur est ensuite évacuée vers un tank de décharge après rupture d'une membrane de sécurité. Le caisson comprend une manchette de raccordement au tore.	
<b>Description, Technologie :</b>	
Caisson à vide en acier inoxydable longueur 17m, diamètre 3.5m équipé de brides d'accès aux 2 extrémités avant et arrière.  Manchette de forme rectangulaire en acier inoxydable recevant l'obturateur rapide.  Blindage magnétique passif en acier doux, sous forme de plaques rapportées boulonnées au caisson et démontables par télé opération pour accéder à la source.	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
chaudronnerie acier inoxydable et acier doux, soudage TIG étanche au vide	28.5D - 28.3C - 29.4D
Contrôles d'étanchéité au vide et de tenue en pression du caisson	33.2B - 33.3Z - 74.3B
<b>Métiers identifiés :</b>	<b>Codes NAF</b>
Mécanique, chaudronnerie, soudage	28.3C - 28.5D - 29.4D
Vide	
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	<b>Codes NAF</b>
aucun	

<b>WBS 5,3</b>	
<b>CHAUFFAGE PAR INJECTION DE NEUTRE ET FAISCEAU DE NEUTRE DIAGNOSTIC</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Bobines actives de Compensation et de Correction</b>	
<b>5,3,5</b>	
<i>Budget prévisionnel : 6,1 KIUA</i>	
<i>Allocation : EU=100%</i>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
Bobines actives de Compensation et de Correction en cuivre refroidi, destinées à compenser le champ magnétique de fuite des champs Poloidal et Toroidal durant les chocs plasma dans l'environnement des caissons. Ces bobines associées au blindage doivent permettre d'éviter des déviations intempestives du faisceau de neutres	
<b>Description, Technologie :</b>	
Bobinages planaires de forme D, carrée ou oblongues, de grande longueur en cuivre refroidi à l'eau durant les pulses. longueur 10m, largeur : 3.5m. Section 200x200mm environ, nombre 6.	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
bobinage cuivre OFHC, isolation masse des conducteurs	
tests de continuité électrique et d'isolement	
<b>Métiers identifiés :</b>	<b>Codes NAF</b>
Mécanique, bobinage, isolation masse	
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	<b>Codes NAF</b>
tests de réception des bobines	74.3B

<b>WBS 5,3</b>	
<b>CHAUFFAGE PAR INJECTION DE NEUTRE ET FAISCEAU DE NEUTRE DIAGNOSTIC</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Alimentation du système de chauffage par neutres (5,3,6)</b>	
<b>5,3,6</b>	
<i>Budget prévisionnel : 62,5 kIUA</i>	
<i>Allocation : EU=38%, JA=62%</i>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
Composants convertissant l'énergie électrique du réseau en énergie utilisable par la source d'ions, alimentée avec un courant de 40A.	
<b>Description, Technologie :</b>	
Principaux éléments d'une alimentation électrique: transformateur, pont redresseur, thyristor, filtre, pont de mesure, court-circuiteur rapide	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
fabrication électrotechnique d'alimentations de puissance	31.** - 32.**
<b>Métiers identifiés :</b>	<b>Codes NAF</b>
électrotechnique	31.** - 32.**
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	<b>Codes NAF</b>
installation des alimentations	45.3A

<b>WBS 5,3</b>	
<b>CHAUFFAGE PAR INJECTION DE NEUTRE ET FAISCEAU DE NEUTRE DIAGNOSTIC</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Alimentation de l'injection de neutre Diagnostic</b>	
<b>5,3,7</b>	
<i>Budget prévisionnel : 21,1 kIUA</i>	
<i>Allocation : IN=100%</i>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
Composants convertissant l'énergie électrique du réseau en énergie utilisable par la source d'ions, alimentée avec un courant de 40A.	
<b>Description, Technologie :</b>	
Principaux éléments d'une alimentation électrique: transformateur, pont redresseur, thyristor, filtre, pont de mesure, court-circuiteur rapide	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
fabrication électrotechnique d'alimentations de puissance	31.** - 32.**
<b>Métiers identifiés :</b>	<b>Codes NAF</b>
électrotechnique	31.** - 32.**
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	<b>Codes NAF</b>
installation des alimentations	45.3A

<b>WBS 5,5</b>	
<b>DIAGNOSTICS DE PHYSIQUE</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Mesures magnétiques</b>	
<b>5,5-A</b>	
<b>Budget prévisionnel : 3,3 kIUA</b>	
<b>Allocation : EU=25.0%, JA=14.2%, RF=13.5%, CN=3.3%, KO=3.3%, US=16%,IN=3.2%, FUND=21.5%</b>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
Caractérisation de la configuration électromagnétique du plasma (forme, position, courant, magnétohydrodynamique)	
<b>Description, Technologie :</b>	
ensemble de capteurs constitués de boucles de flux et bobines, et électronique d'intégration stable sur des temps longs (3600 s)	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
bobinage de précision	
électronique (intégrateurs)	31.2Z - 32.1C
<b>Métiers identifiés :</b>	<b>Codes NAF</b>
conception/fabrication de capteurs, connectique, électronique	33.2B - 33.2Z - 32.1C
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	<b>Codes NAF</b>
montage, alignement	
câblage	45.3H - 74.3B - 74.2C

<b>WBS 5,5</b>	
<b>DIAGNOSTICS DE PHYSIQUE</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Mesures Neutroniques</b>	
<b>5,5-B</b>	
<b>Budget prévisionnel : 10,1 kIUA</b>	
<b>Allocation : EU=25.0%, JA=14.2%, RF=13.5%, CN=3.3%, KO=3.3%, US=16%,IN=3.2%, FUND=21.5%</b>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
Caractérisation du flux de neutron, de la puissance fusion, de la densité de puissance et de la concentration en particules alpha	
<b>Description, Technologie :</b>	
caméras neutroniques, spectromètres gamma, chambres à micro fission, détecteurs d'alphas	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
caméras, détecteurs à neutrons	33.3Z - 33.2B
fabrication de spectromètres gamma	
<b>Métiers identifiés :</b>	<b>Codes NAF</b>
conception/fabrication d'instrumentation pour les mesures neutroniques	74.2C - 33.3Z - 33.2B
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	<b>Codes NAF</b>
montage, alignement	45.3H - 74.3B - 74.2C
câblage	

<b>WBS 5,5</b>	
<b>DIAGNOSTICS DE PHYSIQUE</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Systemes Optiques</b>	
<b>5,5-C</b>	
<b>Budget prévisionnel : 25,7 kIUA</b>	
<b>Allocation : EU=25.0%, JA=14.2%, RF=13.5%, CN=3.3%, KO=3.3%, US=16%,IN=3.2%, FUND=21.5%</b>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
Diagnosics actifs à base de laser, mesurant la densité et la température du plasma	
<b>Description, Technologie :</b>	
mesures par diffusion Thomson et interférométrie/polarimétrie, systèmes optiques basés sur des lasers (1 à 10 microns)	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
instrumentation optique infra-rouge et visible	32.1C - 33.2B - 33.4B
<b>Métiers identifiés :</b>	<b>Codes NAF</b>
opticiens laséristes electronique	32.1C - 33.2B - 33.4B
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	<b>Codes NAF</b>
montage, alignement, étalonnage câblage	45.3H - 74.3B - 74.2C

<b>WBS 5,5</b>	
<b>DIAGNOSTICS DE PHYSIQUE</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Bolométrie</b>	
<b>5,5-D</b>	
<i>Budget prévisionnel : 6,7 kIUA</i>	
<i>Allocation : EU=25.0%, JA=14.2%, RF=13.5%, CN=3.3%, KO=3.3%, US=16%,IN=3.2%, FUND=21.5%</i>	
<i>Planning :</i>	
<i>Fonction :</i>	
Mesure de la puissance rayonnée	
<i>Description, Technologie :</i>	
bolomètres optiques mesurant la lumière émise par effet de recyclage	
<i>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</i>	<b>Codes NAF</b>
optique	32.1C - 33.2B - 33.4B
électronique	
<i>Métiers identifiés :</i>	<b>Codes NAF</b>
conception/fabrication d'instrumentation spécifique de mesure du rayonnement (caméras bolométriques) (détecteurs, câblage, électronique)	32.1C - 33.2B - 33.4B
<i>Travaux réalisés sur site :</i>	<b>Codes NAF</b>
montage, alignement	45.3H - 74.3B - 74.2C
câblage	

<b>WBS 5,5</b>	
<b>DIAGNOSTICS DE PHYSIQUE</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Systèmes spectroscopiques</b>	
<b>5,5-E</b>	
<i>Budget prévisionnel : 22,5 kIUA</i>	
<i>Allocation : EU=25.0%, JA=14.2%, RF=13.5%, CN=3.3%, KO=3.3%, US=16%,IN=3.2%, FUND=21.5%</i>	
<i>Planning :</i>	
<i>Fonction :</i>	
Mesure des impuretés dans le plasma et caractérisation isotopique	
<i>Description, Technologie :</i>	
spectroscopie dans les domaines visible, UV, VUV et X; analyseurs de neutres par échange de charge	
<i>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</i>	<b>Codes NAF</b>
instrumentation spécifique de spectroscopie	
gallettes de micro canaux	32.1C - 33.2B - 33.4B
<i>Métiers identifiés :</i>	<b>Codes NAF</b>
optique spectroscopique, du visible au rayonnement X	
imagerie, traitement du signal	32.1C - 33.2B - 33.4B
<i>Travaux réalisés sur site :</i>	<b>Codes NAF</b>
montage, alignement	
câblage	
étalonnage, mise en service	45.3A - 74.3B - 74.2C

<b>WBS 5,5</b>	
<b>DIAGNOSTICS DE PHYSIQUE</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Systemes Micro-onde</b>	
<b>5,5-F</b>	
<b>Budget prévisionnel : 17,7 kIUA</b>	
<b>Allocation : EU=25.0%, JA=14.2%, RF=13.5%, CN=3.3%, KO=3.3%, US=16%,IN=3.2%, FUND=21.5%</b>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
Diagnosics dans le domaine micro-onde, mesurant la densité et la température du plasma	
<b>Description, Technologie :</b>	
mesure de l'émission cyclotronique électronique et réflectométrie radar par technologies micro-onde	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
composants micro-onde	32.2A - 32.1C
<b>Métiers identifiés :</b>	<b>Codes NAF</b>
liés à la technologie micro-onde, radaristes traitement du signal	32.1C - 32.2A - 33.2B
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	<b>Codes NAF</b>
montage, alignement câblage	45.3A - 74.3B - 74.2C

<b>WBS 5,5</b>	
<b>DIAGNOSTICS DE PHYSIQUE</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Systèmes pour l'Opération Machine</b>	
<b>5,5-G</b>	
<i>Budget prévisionnel : 11 KIUA</i>	
<i>Allocation : EU=25.0%, JA=14.2%, RF=13.5%, CN=3.3%, KO=3.3%, US=16%, IN=3.2%, FUND=21.5%</i>	
<i>Planning :</i>	
<i>Fonction :</i>	
Diagnosics liés à l'opération et la protection de la machine	
<i>Description, Technologie :</i>	
thermographie infra-rouge, sondes de Langmuir, jauges de pression, thermocouples, analyseurs de gaz résiduel	
<i>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</i>	<b>Codes NAF</b>
caméras et optique de transmission infra-rouge	
instrumentation de base, adaptée à l'environnement tokamak (flux de neutrons)	32.1C - 33.4B - 33.2B
<i>Métiers identifiés :</i>	<b>Codes NAF</b>
optique et imagerie infra-rouge	
conception/fabrication d'instrumentation de base (thermocouples, jauges de pression, analyseurs de gaz, sondes)	33.4B - 33.2B - 33.3Z
<i>Travaux réalisés sur site :</i>	<b>Codes NAF</b>
montage, alignement	
câblage	45.3A - 74.3B - 74.2C

<b>WBS 5,5</b>	
<b>DIAGNOSTICS DE PHYSIQUE</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Ingénierie des diagnostics</b>	
<b>5,5-N</b>	
<b>Budget prévisionnel : 40,5 kIUA</b>	
<b>Allocation : EU=25.0%, JA=14.2%, RF=13.5%, CN=3.3%, KO=3.3%, US=16%,IN=3.2%, FUND=21.5%</b>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
ingénierie associée à l'implantation de l'ensemble des diagnostics	
<b>Description, Technologie :</b>	
technologie liée à l'implantation de l'ensemble de l'instrumentation dans l'environnement du tokamak : règles liées aux diagnostics, aspect géométrique (accès), vide, thermique, tritium, etc...	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
ingénierie nucléaire	74.2C
<b>Métiers identifiés :</b>	<b>Codes NAF</b>
ingénierie mécanique, thermique connectique câblage	45.3A - 74.2C - 28.5D
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	<b>Codes NAF</b>
coordination de l'implantation et du montage de l'ensemble des diagnostics	45.3A - 74.3B - 74.2C

<b>WBS 6,2</b>	
<b>BATIMENTS</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>éléments béton armé et éléments d'infrastructure du site</b>	
<b>6,2,1</b>	
<b>Budget prévisionnel : 323,5 kIUA</b>	
<b>Allocation : EU=100%</b>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
Concerne les VRD (voirie et réseaux divers) et ouvrages d'ITER (Bâtiments, galeries, et toutes les structures :dalles, plates-formes, portiques, cours, aménagements ,escaliers extérieurs...en béton) nécessaires aux équipements de l'Installation Nucléaire de Base	
<b>Description, Technologie :</b>	
Terrassements de masses, routes, réseaux enterrés, génie civil, centrale a béton, chantiers, tous corps d'états secondaires,	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
génie civil, ferrailage, béton, etc.	26.6* - 45.1* - 45.2* - 45.4* - 90.0*
<b>Métiers identifiés :</b>	<b>Codes NAF</b>
de 50 à 100 métiers différents	26.6* - 45.1* - 45.2* - 45.4* - 90.0*
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	<b>Codes NAF</b>
A peu près tous	26.6* - 45.1* - 45.2* - 45.4* - 90.0*

<b>WBS 6,2</b>	
<b>BATIMENTS</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Ouvrages en charpente métallique</b>	
<b>6,2,2</b>	
<b>Budget prévisionnel : 68,8 KIUA</b>	
<b>Allocation : EU=100%</b>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
Tous les halls métalliques qui abritent les équipements de l'Installation Nucléaire de Base (les grandes structures acier, portiques , passerelles techniques entre bâtiments etc..)	
<b>Description, Technologie :</b>	
Charpente métallique, bardage, serrurerie, corps d'états secondaires	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
Charpentes (PRS- et autres)	28.1A - 28.1C - 29.2D - 29.2C...
<b>Métiers identifiés :</b>	<b>Codes NAF</b>
>20 à 30 métiers différents	28.1A - 28.1C - 29.2D - 29.2C...
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	<b>Codes NAF</b>
à peu près tous, mis à part la réalisation des poutres des charpentes, les ponts roulants .....	28.1A - 28.1C - 29.2D - 29.2C...

<b>WBS 6,3</b>	
<b>TRAITEMENT DES DECHETS ET ENTREPOSAGE</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Traitement des déchets et entreposage</b>	
<b>6,3,1</b>	
<b>Budget prévisionnel : 9,1 KIUA</b>	
<b>Allocation : EU=100%</b>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
Il s'agit de procédés permettant le traitement des déchets liquides et solides ainsi que leur entreposage avant évacuation vers leurs exutoires finaux (sites d'entreposage).	
<b>Description, Technologie :</b>	
Procédés chimiques, unités d'élimination de l'eau, cimentation, découpe, compactage, mise en colis...	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
Techniques de traitement des déchets actuellement utilisées dans l'industrie Nucléaire	90.0*
Techniques de traitement en cours de développement au sein du CEA	90.0*
<b>Métiers identifiés :</b>	<b>Codes NAF</b>
Neutronique, mesure radiologiques traitement des déchets entreposage	90.0*
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	<b>Codes NAF</b>
Tous travaux d'installation des unités de traitement Tous travaux de traitement des déchets manutention, entreposage	90.0*

<b>WBS 6,4</b>	
<b>PROTECTION RADIOLOGIQUE</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Protection radiologique</b>	
<b>6,4,1</b>	
<b>Budget prévisionnel : 4,2 kIUA</b>	
<b>Allocation : EU=100%</b>	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
Ensemble des systèmes de surveillance et de contrôle permettant d'assurer la protection des individus et de l'environnement sur le site de l'Installation Nucléaire de Base ITER	
<b>Description, Technologie :</b>	<b>Codes NAF</b>
Systèmes de dosimétrie locale et individuelle Instrumentation de protection radiologique : détecteurs Neutrons, Gamma et Tritium Surveillance environnementale (Stations de prélèvement d'air, gaz et effluents) Systèmes de décontamination Béryllium Système de sûreté et de contrôle des accès du personnel et des visiteurs	33.2B - 33.3Z
<b>Métiers identifiés :</b>	<b>Codes NAF</b>
Neutronique Protection radiologique décontamination gestion des accès et du personnel, spectrométrie	
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	<b>Codes NAF</b>
installation des équipements mise en service opération, maintenance	

<b>CODAC</b>	
<b>SYSTEME INFORMATIQUE PILOTAGE ET COMMUNICATION</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Systeme de Commande Contrôle et d'Acquisition des Données</b>	
<b>codac</b>	
<b>Budget prévisionnel : 50 kIUA</b>	
<b>Allocation : FUND=100%</b>	
<b>Planning : par ordre chronologique référencé à la date du premier plasma</b>	
Spécifications détaillées: 2 ans Développement et installation: 3 ans Réception et mise au point : 2 ans	
<b>Fonction :</b>	
CODAC (Control and Data Acquisition and Communication) est le système qui assure : Le contrôle des sous systèmes fonctionnel de la machine, dans tous ses aspects (fonctionnement normal, sécurité, sûreté) Le contrôle de la machine dans son ensemble (coordination du contrôle des sous systèmes), L'acquisition et le traitement des données à usage scientifique, Les asservissements dans la phase plasma, La gestion, distribution et stockage des données, Le calcul scientifique, La transmission de l'information interne et externe au site et la participation à distance.	
<b>Description, Technologie :</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le traitement analogique du signal.</li> <li>- L'acquisition, le transport et le traitement numérique du signal.</li> <li>- L'informatique industrielle et scientifique, (logiciel et matériel).</li> <li>- Les automatismes et asservissements de contrôle de procédé.</li> <li>- Les réseaux de transmission.</li> <li>- L' informatique de supervision et de conduite.</li> <li>- L' informatique de gestion et stockage de données.</li> <li>- L'informatique de calcul scientifique.</li> <li>- Les nouvelles technologie de communication.</li> </ul>	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
<p>Informatique générale: installation, exploitation et maintenance</p> <p>Informatique de gestion et traitement des données, informatique de calcul scientifique: développement, installation, mise au point, exploitation et maintenance</p> <p>Informatique temps réel et industrielle: développement, installation, mise au point, exploitation et maintenance</p> <p>Électronique de traitement et de transmission du signal: développement, installation, mise au point et maintenance</p> <p>Automatismes industriels: développement, installation, mise au point</p> <p>Raccordements électriques et optiques: design et installation</p> <p>Réseaux de communication: transmission des données et sécurité de l'information: développement, installation, mise au point, exploitation et maintenance</p> <p>Supervision de procédé et de structures informatiques: développement, installation, mise au point et exploitation et maintenance</p> <p>Simulation du fonctionnement et validation de programmes de contrôle: développement, installation, mise au point</p>	
<b>Métiers identifiés :</b>	<b>Codes NAF</b>
<p>Informaticiens temps réel</p> <p>Informaticiens de calcul scientifique</p> <p>Informaticiens de serveurs et de systèmes de gestion de données</p> <p>Informaticiens de réseaux de transmission et de sécurité informatique</p> <p>Automaticiens de procédé industriel</p> <p>Monteurs et installateurs de systèmes informatique</p> <p>Câbleurs et électriciens BT</p>	
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	<b>Codes NAF</b>
<p>développements</p> <p>câblage</p> <p>tests</p> <p>mis en service, maintenance</p>	

HC	
<b>"HORS CLOTURE"</b> <b>EQUIPEMENTS A LA CHARGE DU PAYS HOTE</b>	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Travaux routiers</b>	
<b>HC1</b>	
<b>Budget prévisionnel :</b> M€	
<b>Planning :</b> en cohérence avec la livraison des premiers composants (2008)	
<b>Fonction :</b>	
Adaptations des routes, ouvrages d'art et autres équipements routiers pour les rendre compatibles avec la livraison des grands équipements d'ITER fournis en nature par les partenaires internationaux. Itinéraire d'une centaine de kms entre l'Étang de Berre et Cadarache. Certains travaux seront pérennes, d'autres temporaires	
<b>Description, Technologie :</b>	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
Bureaux d'études Travaux routiers conventionnels	
<b>Métiers identifiés :</b>	
Génie civil : terrassement et construction d'ouvrage d'art VRD : travaux routiers, enfouissement de lignes électriques et téléphoniques Métiers d'accompagnement des convois exceptionnels	90.0G - 45.2P - 71.2A - 74.2C - 45.2C - 45.1A - 45.1B - 74.2B
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	
Tous	

HC	
"HORS CLOTURE" EQUIPEMENTS A LA CHARGE DU PAYS HOTE	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Viabilisation du site</b>	
<b>HC2</b>	
<b>Budget prévisionnel :</b> M€	
<b>Planning :</b> en cohérence avec le début de la construction des bâtiments (2005)	
<b>Fonction :</b>	
Préparation du site de construction, terrassement des différentes plate formes	
<b>Description, Technologie :</b>	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
Travaux forestiers. Terrassements lourds à l'explosif	
<b>Métiers identifiés :</b>	
Bûcherons, conducteurs d'engins de chantier, maîtrise correspondante	02.0B - 02.0D - 45.1A - 45.1B
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	
Tous	

<b>HC</b>		
<b>"HORS CLOTURE"</b>	<div style="text-align: right; border: 1px solid black; padding: 2px; color: white; background-color: red;">Retour au sommaire</div>	
<b>EQUIPEMENTS A LA CHARGE DU PAYS HOTE</b>		
<b>Bâtiments annexes</b>		
<b>HC3</b>		
<b>Budget prévisionnel : M€</b>		
<b>Planning :</b>		
<b>Fonction :</b>		
Bâtiment d'accueil et relations publiques (1550 m <sup>2</sup> ). Restaurant d'entreprise (6600 m <sup>2</sup> ) . Poste de secours (230 m <sup>2</sup> ). Deux postes de garde (500 m <sup>2</sup> + 250 m <sup>2</sup> ). Voies de circulation et parkings (1200 véhicules)		
<b>Description, Technologie :</b>		
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>		<b>Codes NAF</b>
Génie civil gros œuvre et second œuvre conventionnel. VRD		
<b>Métiers identifiés :</b>		
Métiers classiques correspondants		
<b>Travaux réalisés sur site :</b>		
Tous		

HC	
"HORS CLOTURE" EQUIPEMENTS A LA CHARGE DU PAYS HOTE	<a href="#">Retour au sommaire</a>
<b>Alimentation électrique</b>	
<b>HC4</b>	
<b>Budget prévisionnel :</b> M€	
<b>Planning :</b>	
<b>Fonction :</b>	
Alimentation électrique de la zone ITER depuis le réseau public de distribution, pour d'une part les systèmes auxiliaires permanents et les systèmes pulsés	
<b>Description, Technologie :</b>	
Lignes électriques THT ( 400 kV et/ou 225 kV ) sur une distance de 3 kms environ. Poste d'interconnexion sous la responsabilité de RTE	
<b>Techniques de fabrication mises en oeuvre :</b>	<b>Codes NAF</b>
Pylônes. Câbles aériens. Matériel électrique THT et contrôle-commande associé	
<b>Métiers identifiés :</b>	
Terrassement et béton armé (massifs support). Lignards. Électromécanique THT et commande contrôle. Contrôle de conformité.	45.1A - 45.1B - 40.1A - 40.1C - 40.1E - 45.3A - 45.2E - 45.2F - 74.2C
<b>Travaux réalisés sur site :</b>	
Tous	

HC	
"HORS CLOTURE" EQUIPEMENTS A LA CHARGE DU PAYS HOTE	<a href="#">Retour au sommaire</a>
Adaptation pour alimentation en eau	
<b>HC5</b>	
Budget prévisionnel : M€	
Planning :	
Fonction :	
Alimentation en eau de refroidissement du complexe ITER à Partir du Canal de Provence ( 1.5 millions de m3 par an). Rejet de l'eau vers émissaire préexistant du centre de Cadarache	
Description, Technologie :	
Buses bétons en tranchée. Équipements de contrôle et régulation divers.	
Techniques de fabrication mises en oeuvre :	Codes NAF
Métiers identifiés :	
Terrassements en tranchée. Conducteurs d'engins de Chantier. Manutention. Transport de matériels et d'agrégats.	45.1A - 45.1B - 41.0Z - 90.0G
Travaux réalisés sur site :	
Tous	