



La stratégie nucléaire française basée sur l'EPR a-t-elle un avenir?

*Arts & Métiers
23 avril 2018*

Agenda

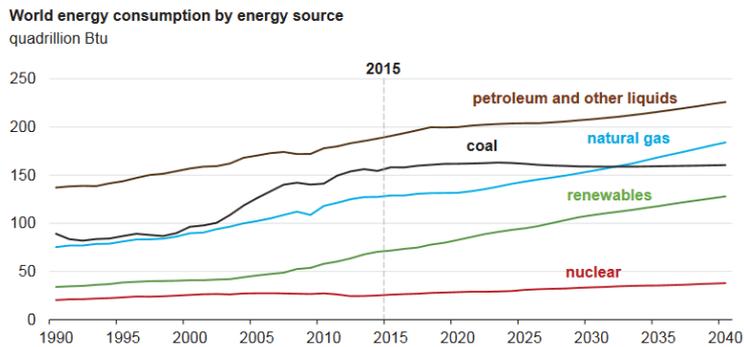
Un mot sur le Nouveau Nucléaire dans le monde et les projets EPR

L'EPR de Flamanville 3 : avancement et management du projet

Les 3 clés pour un avenir d'une stratégie nucléaire basée sur l'EPR

Le nucléaire contribuera à répondre à la demande croissante en électricité

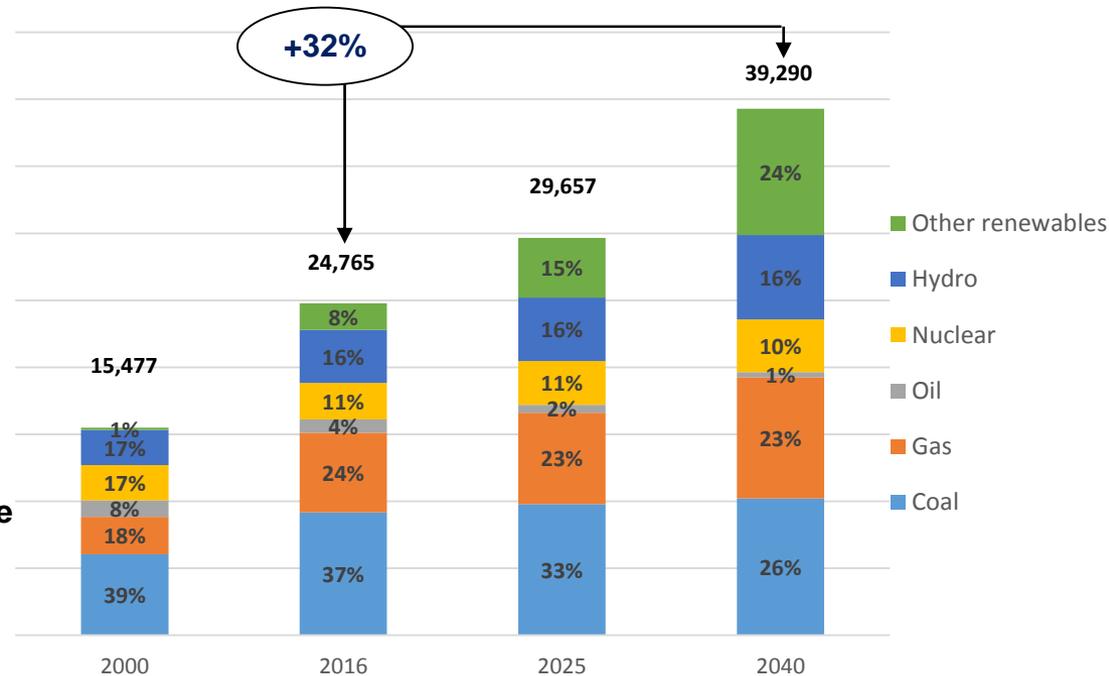
Energy consumption by source, Total world 1990–2040 (quadrillion Btu)
(en Quadrillion BTU)



Pour la période 2015-2040 croissance attendue de la consommation d'énergie d'origine nucléaire : 1.5% par an

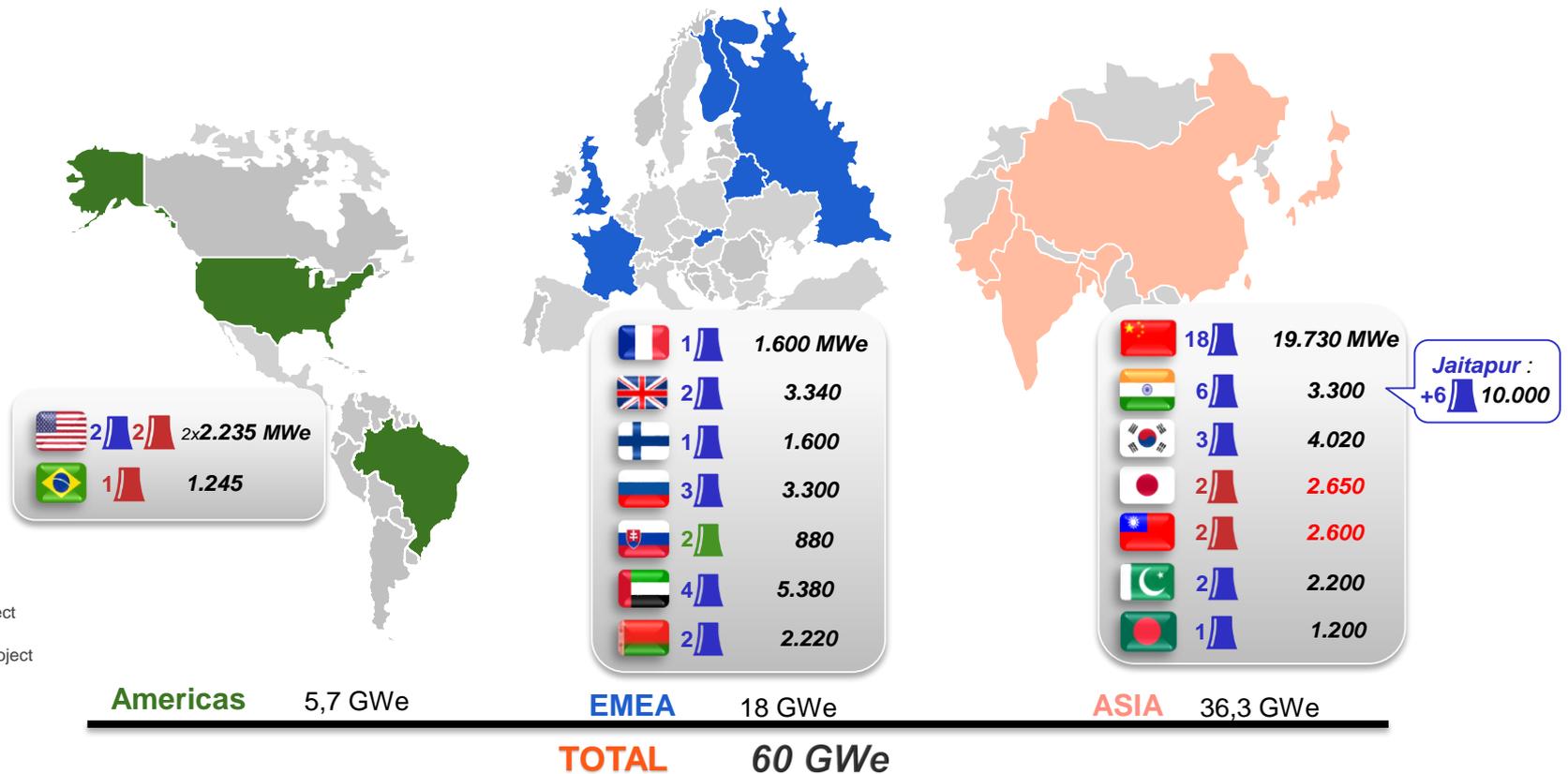
INTERNATIONAL ENERGY OUTLOOK 2017

Electricity generation by source, TWh, New Policies Scenario (WEO 2017)



La production en électricité devrait augmenter de plus de 30% d'ici 2040, le nucléaire conservant une part de marché stable.

Le marché du nucléaire



Mise en service des premiers EPR

Une étape qui valide la technologie EPR sur la base de laquelle EDF a entrepris avec la filière nucléaire française une optimisation du coût de construction en tirant les enseignements des premières réalisations



Taishan 1

Chargement du combustible effectué
Mise en service commerciale prévue en 2018
=> le premier réacteur de Génération 3 en Chine



Taishan 2

Montages électromécaniques
Mise en service commerciale prévue en 2019



Flamanville 3

Essais à froid, chargement combustible prévu en 2018
=> un démonstrateur qui, au-delà des difficultés surmontées, aura permis de renouveler la capacité industrielle de construction neuve en France



Olkiluoto 3

Essais à chaud
Mise en service prévue en 2019

Agenda

Un mot sur le Nouveau Nucléaire dans le monde et les projets EPR

L'EPR de Flamanville 3 : avancement et management du projet

Les 3 clés pour un avenir d'une stratégie nucléaire basée sur l'EPR

L'EPR de Flamanville 3

Réacteur de **3^{ème} Génération**

Puissance et disponibilité accrues

- **1650 MW**
- **91%** de disponibilité
- Production annuelle de **13 TWh**, soit **2,5%** de la production d'électricité annuelle en France

Un ouvrage d'envergure

- 460 000 m³ de béton
- 400 km de tuyauteries
- 2 000 km de câbles

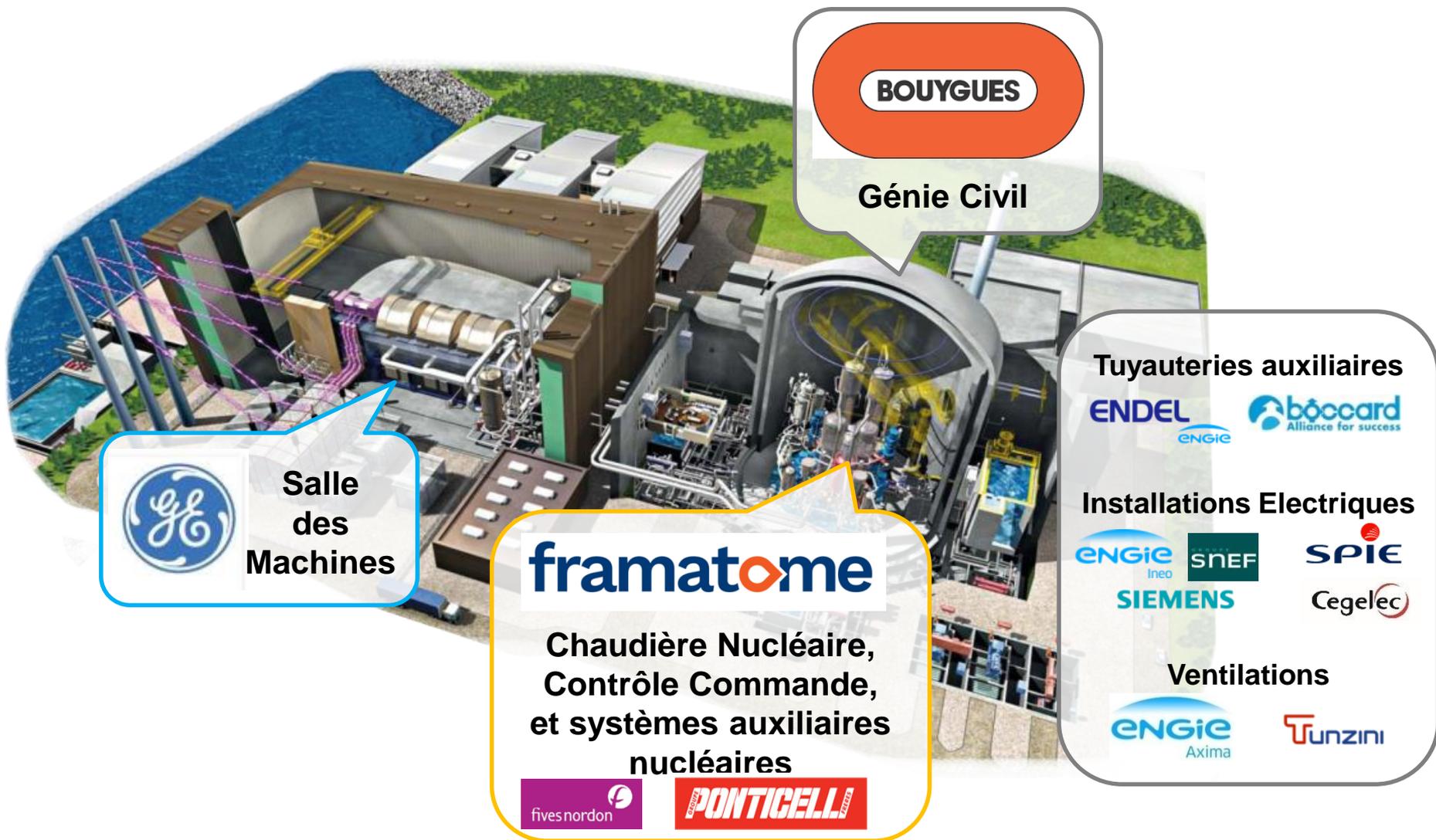


Plus de **200 partenaires industriels**

Plus de **5000 personnes** sur le chantier
dont 700 salariés EDF (Projet et Exploitant)

48 millions d'heures travaillées fin 2017
Plus de 5 millions d'heures par an

Structure contractuelle du Projet FA3 : plus de 200 contrats, dont les 20 principaux représentent plus de 80% du budget



Un dispositif d'Insertion Territoriale du projet mis en œuvre conjointement avec l'Etat

Quatre missions du dispositif...

- 1 Adapter les services et infrastructures**
- 2 Accueillir les salariés déplacés**
- 3 Maximiser le recours à la main d'œuvre et aux entreprises locales**
- 4 Organiser l'Après-Chantier**

...pour optimiser l'impact socio-économique de l'EPR sur le territoire

58 projets d'infrastructures locales en cours de réalisation depuis 2008 (54 achevés)

Plus de 50% de recours à la main d'œuvre locale sur le chantier

20% étrangers, 16% intérimaires

Plus de 5000 offres d'emploi pourvues depuis le début du chantier

Plus de 1100 demandeurs d'emploi formés et 90% d'embauches à la clé

Plus de 860 000 heures de formation dispensées

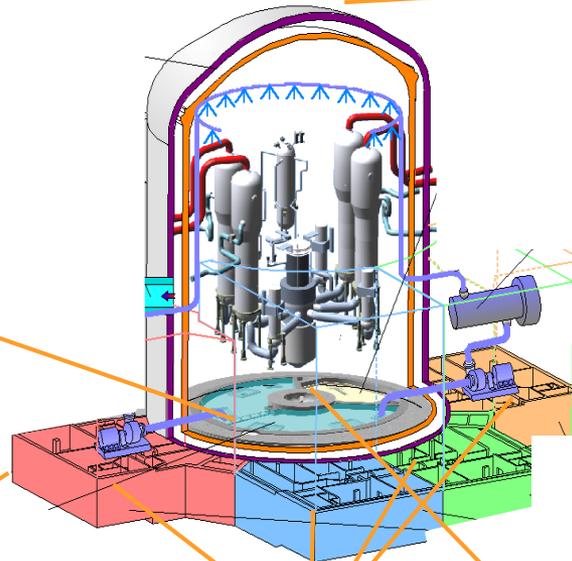
EPR : Des améliorations de design permettent notamment de diviser la probabilité d'un accident par 10

IRWST*



*In-containment Refueling Water Storage Tank

Coque avion



Salle de commande informatisée



4 systèmes de sauvegarde indépendants



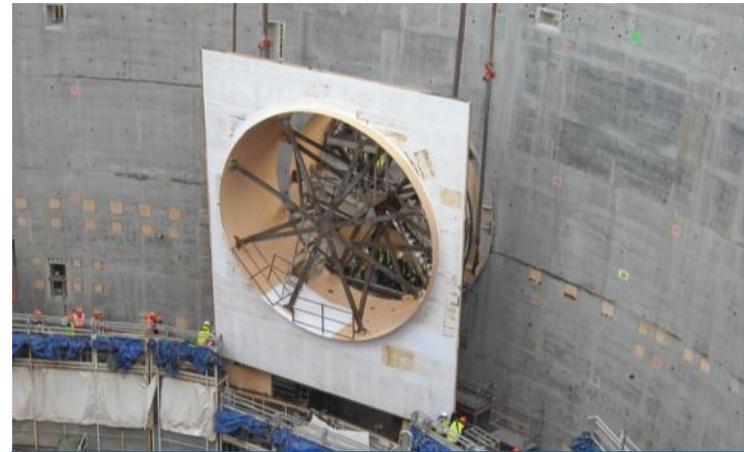
Récupérateur de corium



Après l'ouverture du chantier, des étapes franchies, notamment en génie civil...



Ferrailage du radier commun



Introduction de la virole du Tampon d'Accès Matériel



Achèvement des toitures des bâtiments de sauvegarde et électriques



Mise en place des consoles du pont polaire

...aboutissant à un jalon majeur : la pose du dôme métallique du bâtiment réacteur en juillet 2013



L'îlot conventionnel : des travaux d'envergures dès le début du chantier ...



Levage du pont principal



Arrivée d'une enveloppe GSS



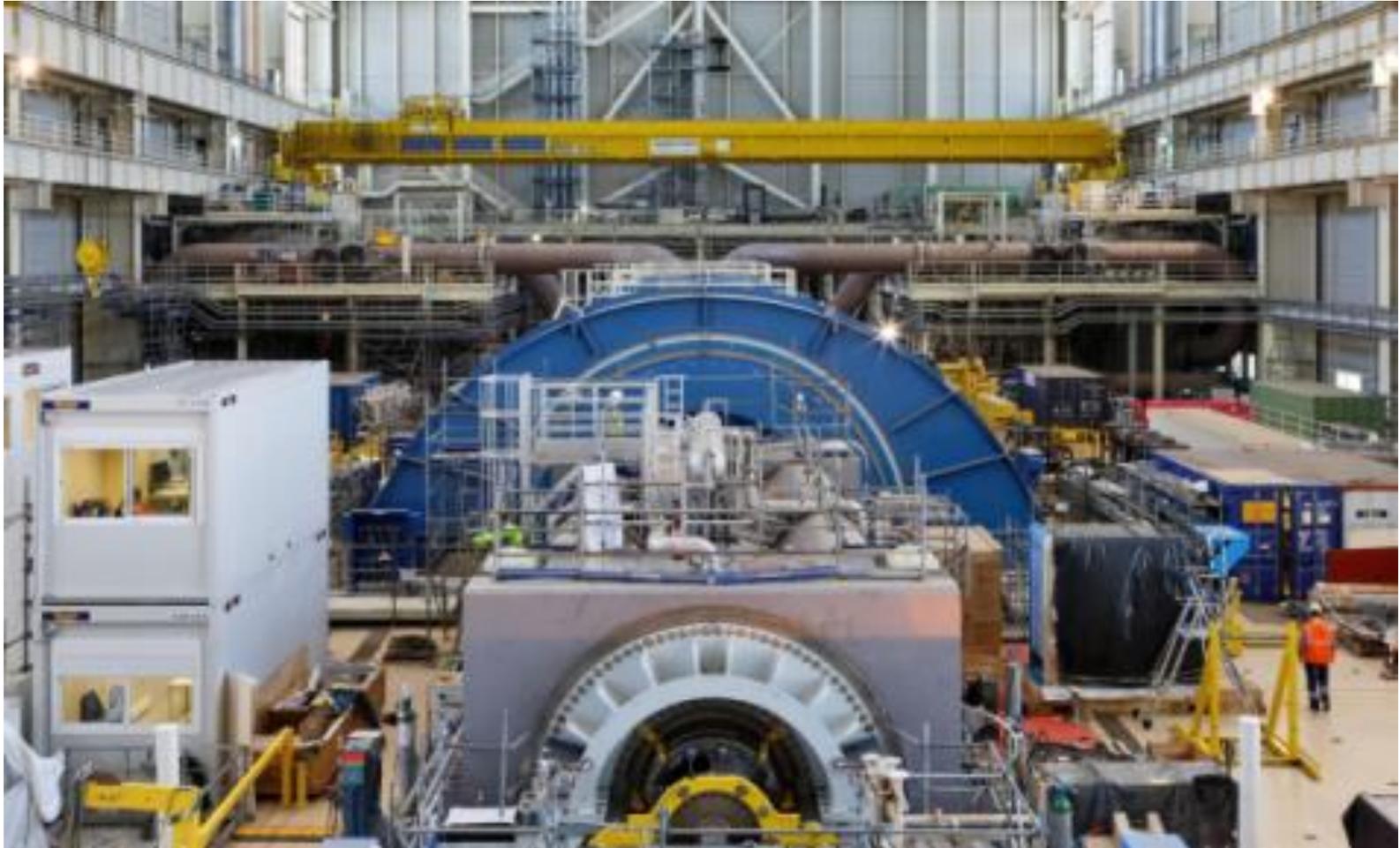
Mise en place du rotor HMP de la turbine



Mise en eau du canal d'amenée de la station de pompage



...aboutissent en 2016 à la première rotation de la turbine et de l'alternateur

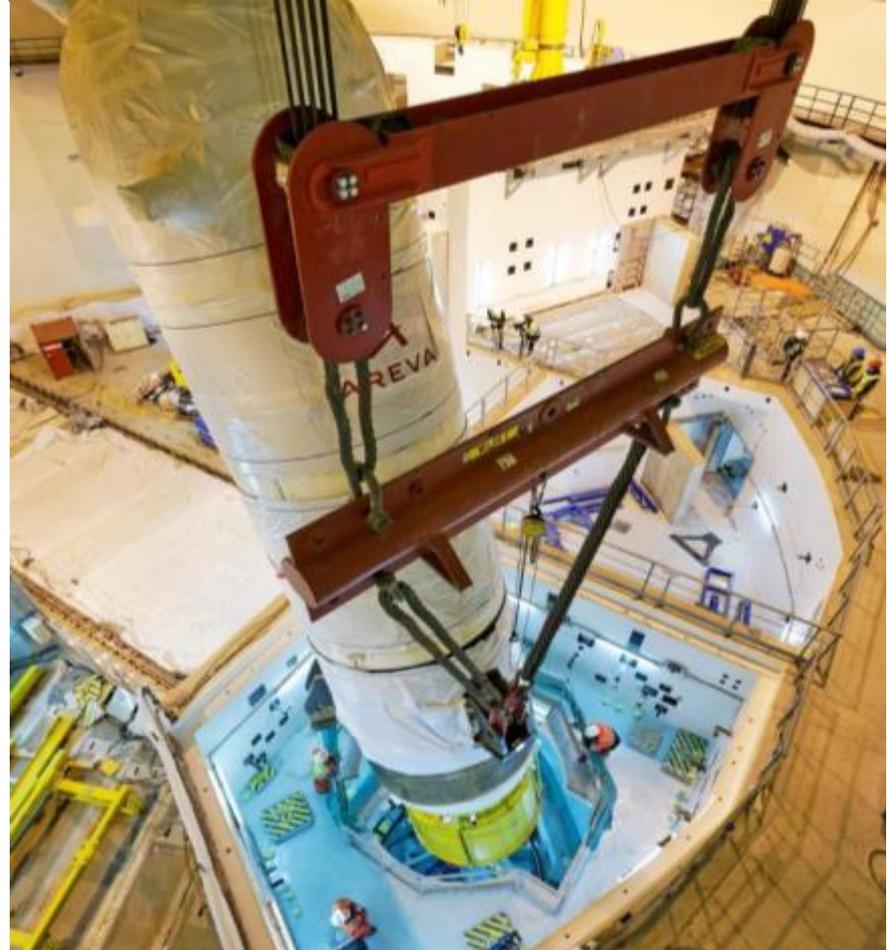


Ilot Nucléaire : de 2014 à 2015 introduction des principaux équipements, soudages des tuyauteries...

Introduction du Générateur de Vapeur (GV)
grâce au portique de manutention mi-août 2014



Introduction du pressuriseur dans
le bâtiment réacteur en novembre 2014



Positionnement du GV dans
sa casemate fin août 2014



Ilot nucléaire : suite...

Poursuite des tirages de câbles
dans les bâtiments de sauvegarde



Mise en service de la salle de commande



Couvercle de cuve (février 2016)



2017 : bascule du projet sur les activités d'essais d'ensemble



Août 2016 : première rotation de la turbine et de l'alternateur



Août 2017 : fonctionnement de la station de pompage en configuration exploitation



Mars à juillet 2017 : lancement des « chasses en cuve » (i.e. nettoyage du circuit primaire)

Réalisations du dernier trimestre : franchissement de nombreux jalons



18 déc.-17 – 6 janv.-18

Essais à Froid avec montées en pression successives jusqu'à 242 bar lors de l'épreuve hydraulique du circuit Primaire (5 janv.-18)



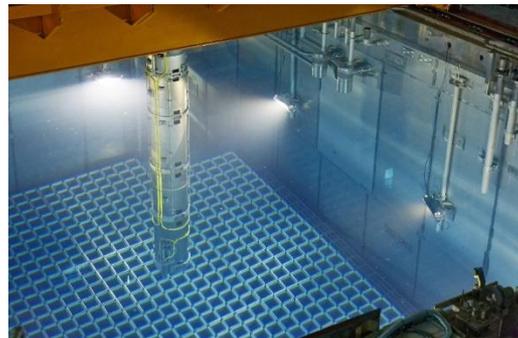
8 janv.-18 – 19 mars.-18

Coupe contrôle-commande : raccords des armoires du contrôle-commande de protection



27 févr.-18 – 12 mars.-18

Épreuve hydraulique secondaire du train 2



26 févr.-18 – 16 mars.-18

Essais en eau du poste de manutention combustible

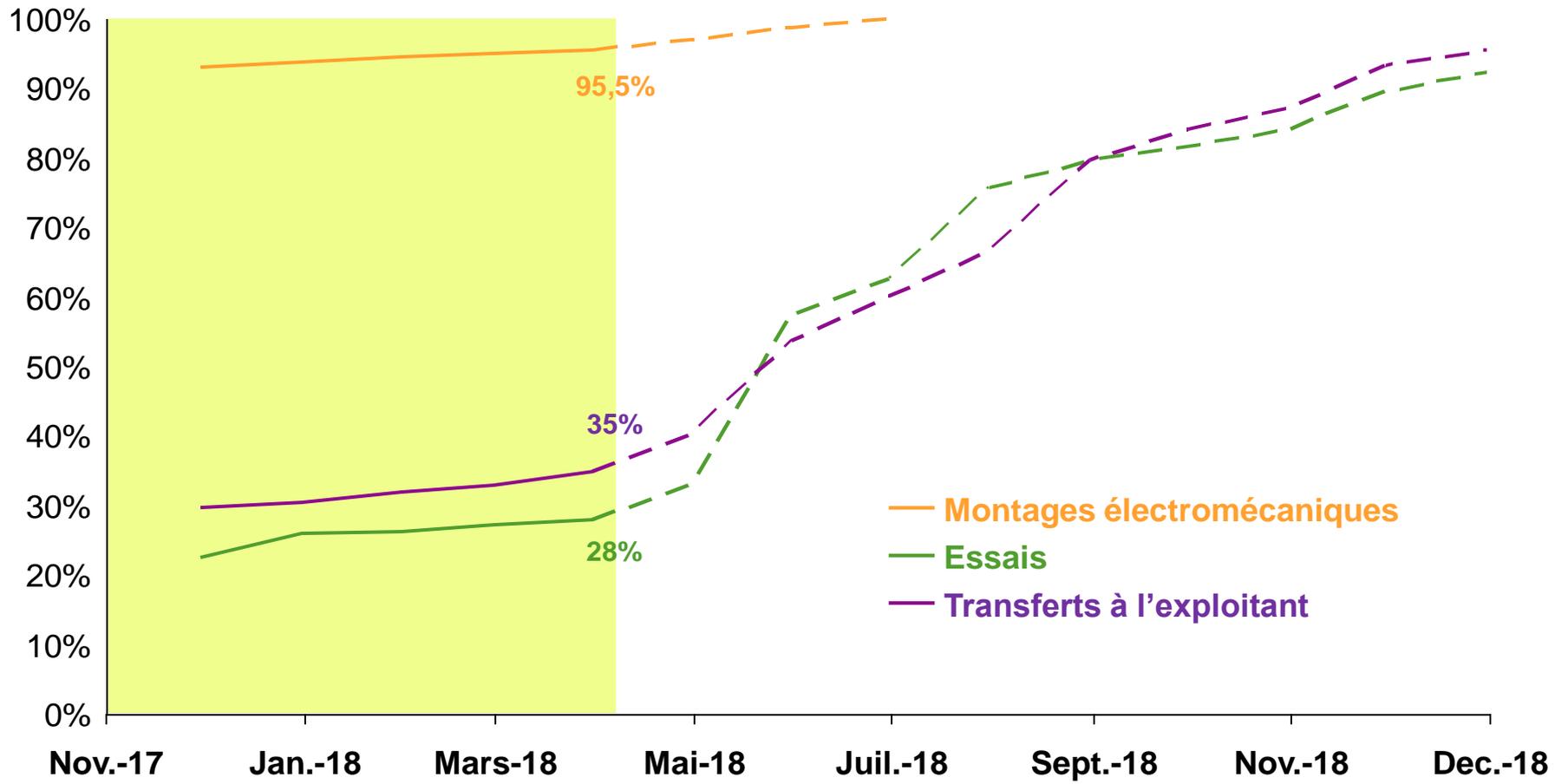


30 mars.-18 – 6 avril.-18

Réalisation de l'Epreuve Enceinte

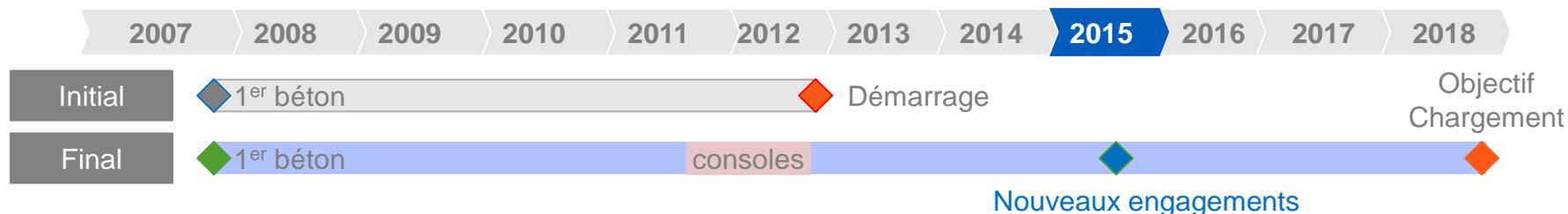
Sur le chantier : >95% des montages électromécaniques achevés, montée en régime des essais et transferts

Avancement physique des principales activités
en %



Historique du projet et difficultés rencontrées

- 1 Un nouveau modèle de réacteur nucléaire, dont le projet a démarré sur la base d'études insuffisamment avancées
- 2 Un contexte réglementaire inédit et évolutif
- 3 Une filière qui n'avait pas conduit de projet de nucléaire neuf depuis 20 ans, des compétences à reconstruire :
 - Pour EDF : ingénierie et management de grands projets
 - Pour les fournisseurs : ensemble de la chaîne études, fabrication, réalisation
- 4 Un dispositif contractuel insuffisamment adapté
- 5 Un projet en « tranche unique »



1 En 2015, une nouvelle organisation pour le management du Projet Flamanville 3

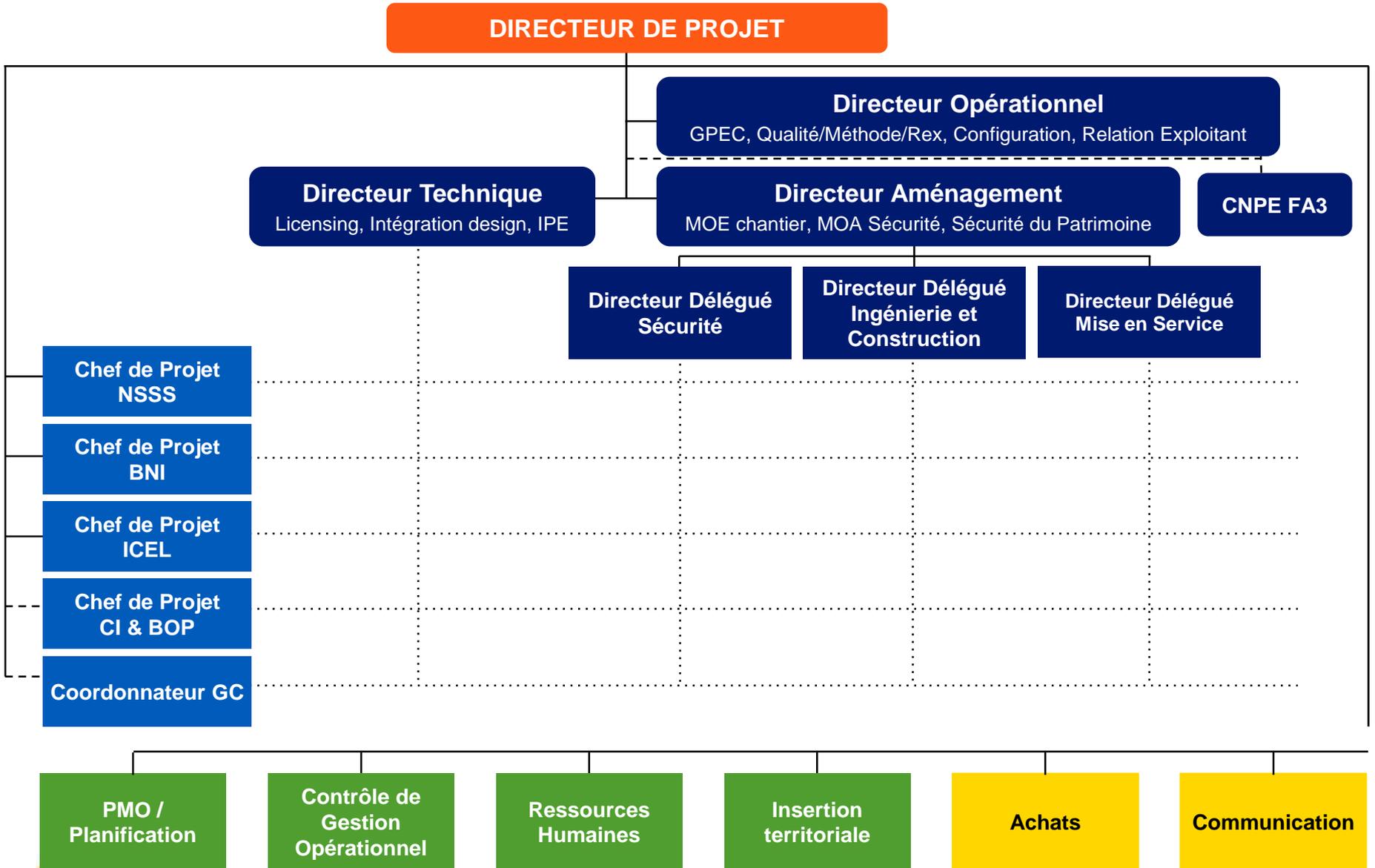
Des choix forts à la maille du Groupe...

Séparation du management des Grands Projets et de l'ingénierie
Rattachement direct des Grands Projets à un membre du COMEX

...et décliné au sein de l'organisation du Projet

Création de la Direction du Projet Flamanville : 360 personnes
Lotissement du projet en cinq grands domaines
Délégations fortes sur des périmètres à taille humaine
Boucles de décision courtes et réactives

Organigramme du Projet Flamanville 3



2 Réalignement des grands fournisseurs sur les enjeux industriels du projet

Des protocoles signés avec tous les principaux fournisseurs du projet...

Chaudière *Framatome*

Salle des machines *GE*

Tuyauteries aux. Nucléaires *Endel Bocard*

Installations Electriques Gén. *Spie Cegelec*

Ventilation *Axima Tunzini*

Contrôle Commande *Framatome*

Diesels *GE*

Traitement des Effluents (TEP / TEU) *GE*

Charpentes *Baudin Chateauneuf*

...qui précisent et sécurisent leurs engagements au service du projet

Engagement sur le planning

Engagement sur la sécurité

Engagement à mettre en œuvre des modes de fonctionnement communs

Protocoles et avenants signés depuis 2015 ont permis une remobilisation des principaux partenaires industriels

Reconquête des fondamentaux du management de grand projet

De nouveaux processus industriels et optimisés

Pilotage du projet par le planning

- Toutes les activités dans un planning unique et structuré
- Pilotage par la valorisation des risques et par la marge
- Planification en entreprise étendue

Industrialisation du pilotage opérationnel

- Ingénierie : contractualisation interne avec chaque unité d'ingénierie
- Réalisation : maîtrise de la configuration, digitalisation de l'ensemble des procédures d'essais
- Performance des fournisseurs : organisations opérationnelles communes en plateau, avec forte implication d'EDF

Pilotage des coûts et des risques

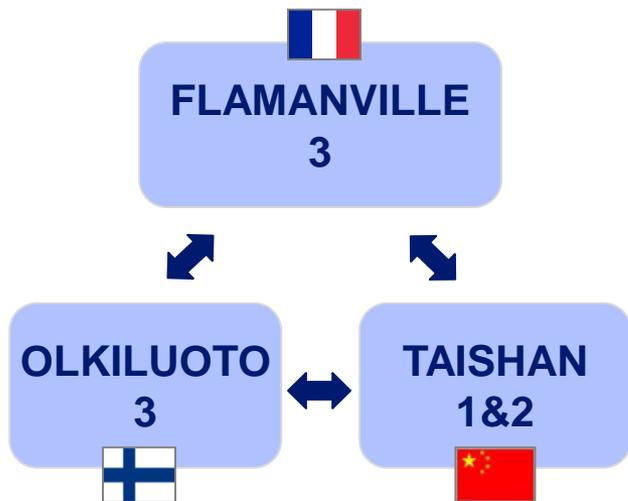
- À la maille de chaque contrat
- Vision consolidée, en lien avec le planning

Renforcement de la relation avec l'ASN

- Échanges structurés et fréquents
- Visibilité complète sur le planning et les risques

4

Renforcement du partage inter-projets EPR, à l'initiative d'EDF



- **Design** : partage des écarts détectés et des solutions mises en œuvre
- **Planning** : séquençage des activités et optimisations mises en place
- **Pilotage opérationnel** : organisations et modes de fonctionnement
- **Essais** : partage des procédures et anticipation des éventuels aléas
 - Echanges d'essayers expérimentés
 - Structure PowerUp, entre EDF et Framatome
- **Préparation de l'exploitation** : organisation du transfert des installations à l'exploitant

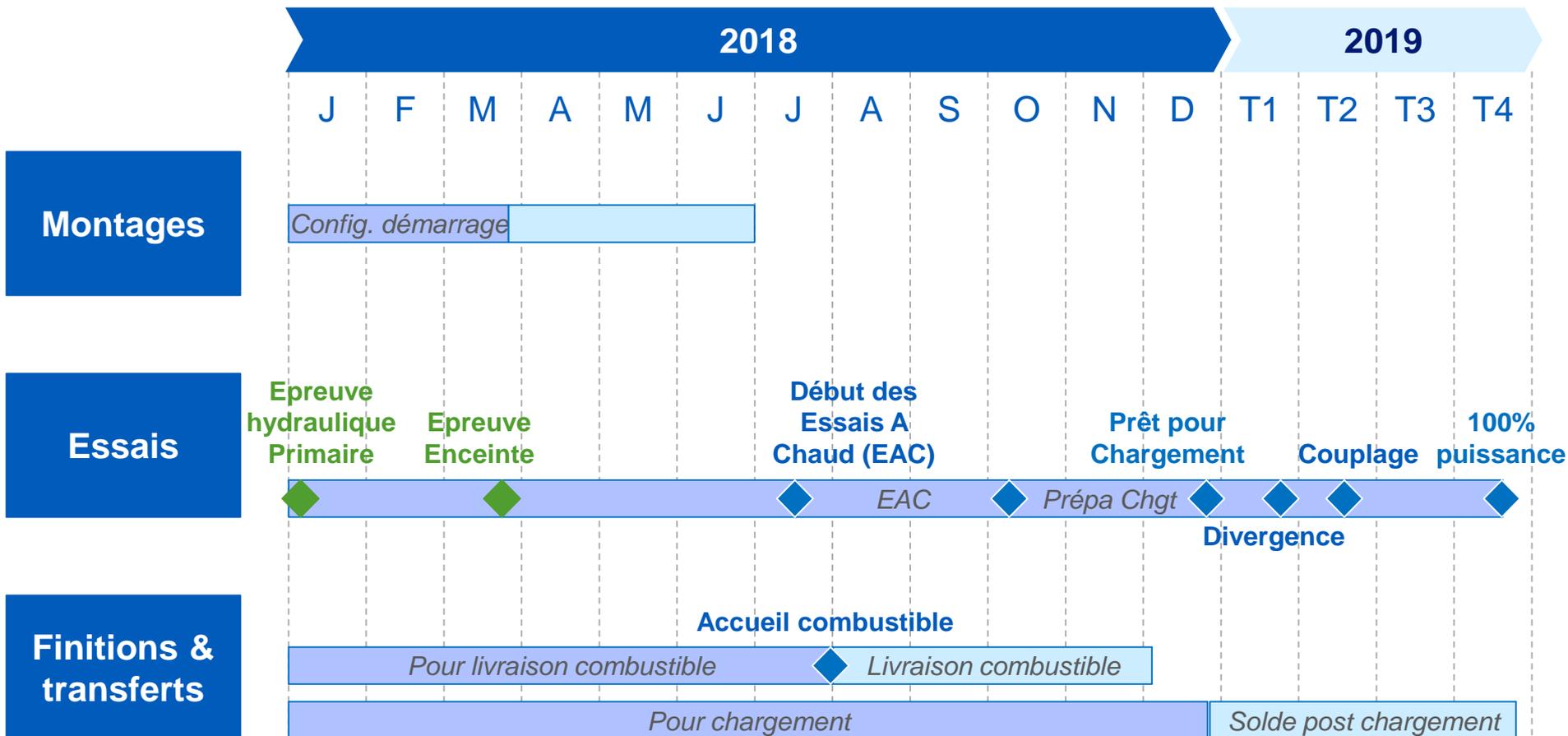
5 Une nouvelle feuille de route rendue publique mi-2015 : Chargement fin 2018 et budget de 10,5 Md€

I Planning du Projet : Chargement fin 2018 (et étapes intermédiaires)



II Coût du Projet : 10,5 milliards €₂₀₁₅

Le planning de Mise en Service de l'EPR de Flamanville 3 : démarrage fin 2018



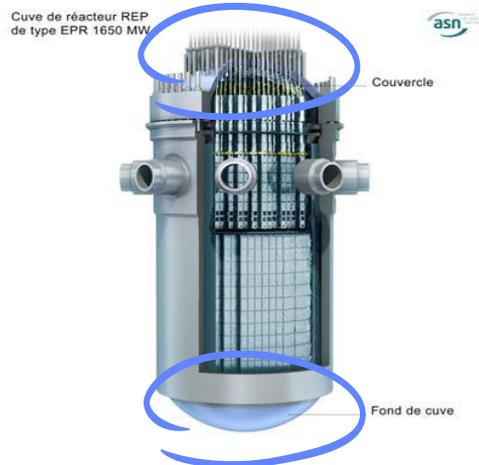
Deux enjeux techniques clés soldés en 2017

Octobre 2017

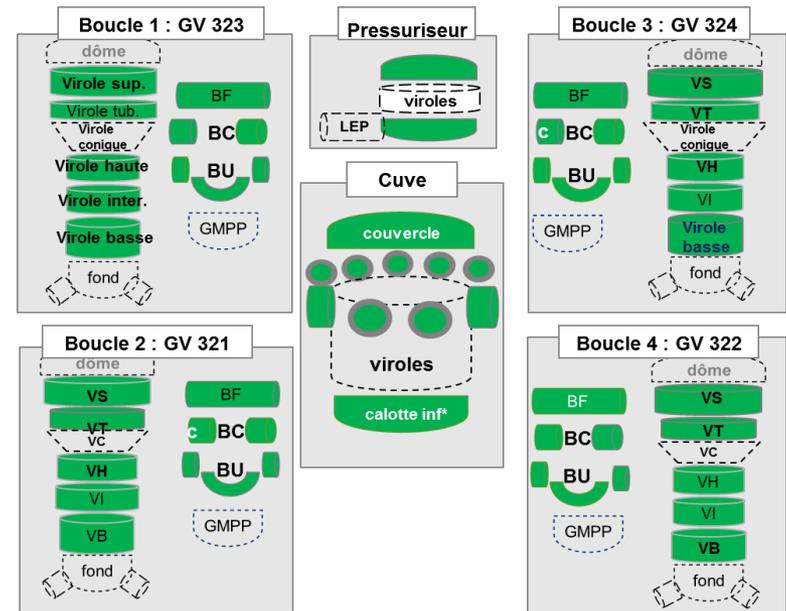
Avis définitif de l'ASN quant à l'aptitude à la mise en service de la cuve de Flamanville 3. Le couvercle devra être remplacé en 2024, à défaut de contrôles périodiques complémentaires réalisables.

Décembre 2017

Solde de toutes les fiches d'anomalie issues du plan qualité Creusot Forges



EDF a lancé un projet de développement d'un nouveau contrôle répondant aux exigences attendues, en visant un retour à l'ASN en 2019.



Enjeu technique de 2018 : Exclusion de rupture et qualité des soudures du Circuit Secondaire Principal

Exigences d'Exclusion de Rupture des lignes vapeur principales (VVP)

La défaillance hypothétique des tuyauteries dans les études de sûreté est :

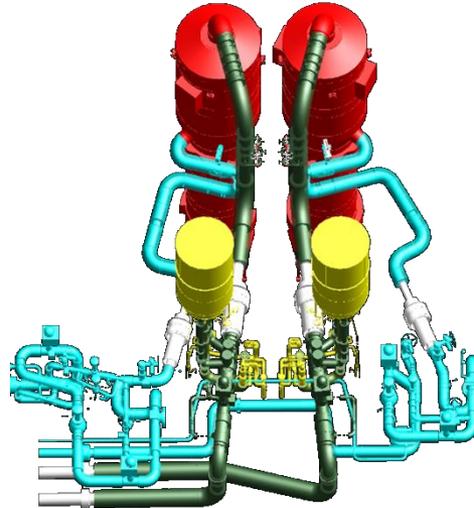
Soit étudiée :

- Réalisation d'études de sûreté et mise en place de systèmes de protection et de sauvegarde (défense en profondeur)

Soit exclue : **Exclusion de Rupture**

• Renforcement des exigences :

- ✓ Conception et fabrication (caractéristiques mécaniques élevées)
- ✓ Haute qualité
- ✓ Suivi en service



Défaut de qualité identifié après les contrôles de début d'exploitation (VCI), des contrôles à mener sur 150 soudures



2 contrôles réalisés en fin de fabrication : tirs radios et ultrasons



1 contrôle pour établir l'état de référence avant l'exploitation : ultrasons



Le contrôle ultrason de fin de fabrication n'a pas détecté les écarts qui auraient dû l'être

Agenda

Un mot sur le Nouveau Nucléaire dans le monde et les projets EPR

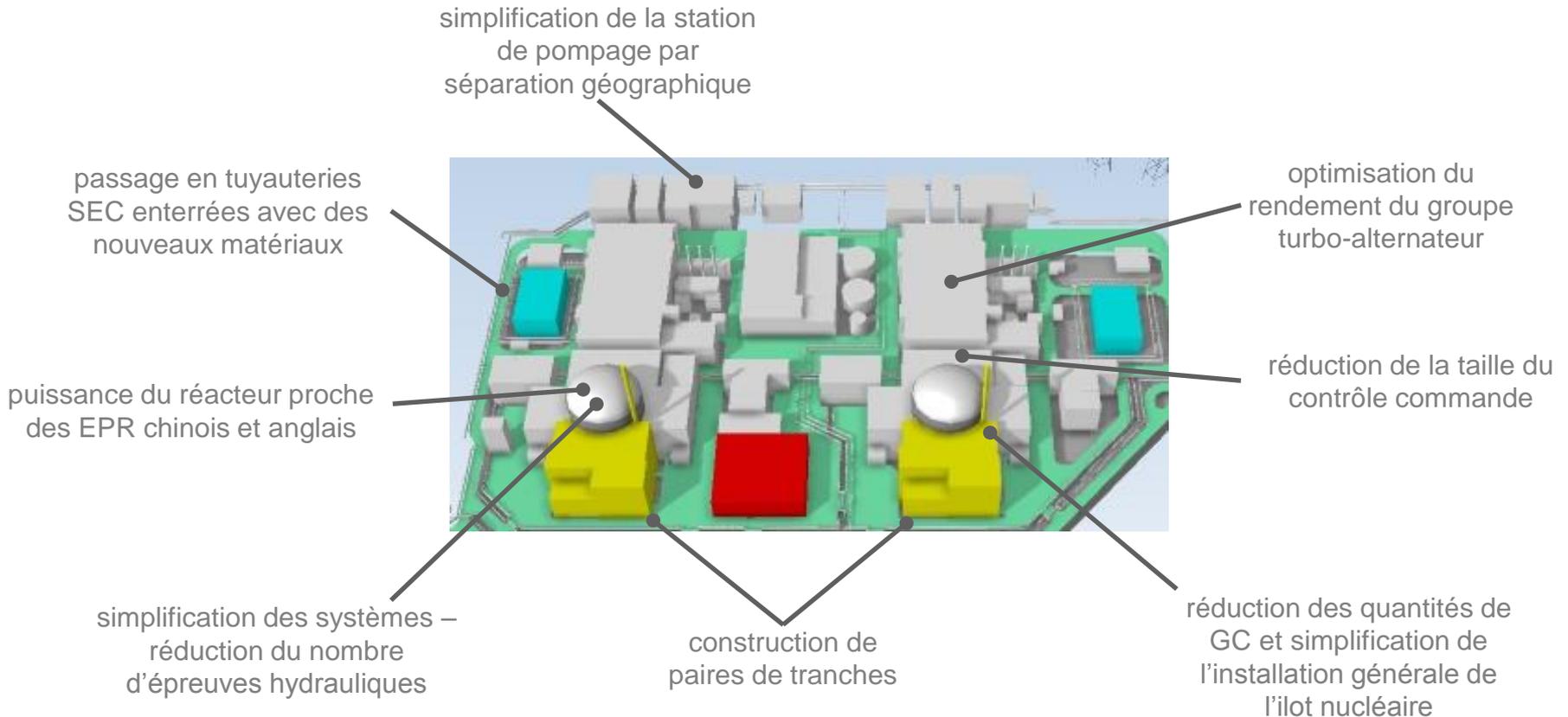
L'EPR de Flamanville 3 : avancement et management du projet

Les 3 clés pour un avenir d'une stratégie nucléaire basée sur l'EPR

1

Optimiser le produit EPR : le projet EPR2

- Une **simplification et des optimisations** du design de l'EPR
- Une prise en compte dès la phase de basic design, donc très en amont du développement du réacteur, **des aspects industriels**, pour améliorer et sécuriser la constructibilité de ce réacteur



Un design finalisé pour une éventuelle décision d'investissement à fin 2020

2 Assurer la maîtrise des grands projets Nouveau Nucléaire par EDF

Renforcer le management de projet

- Clarifier les organisations, rôles et responsabilités
- Professionnaliser les métiers du management de projet

Renforcer nos compétences d'ingénierie autour de 2 architectes ensemble

- EDVANCE et CNEPE dont développer une stratégie de faire/faire et internaliser les compétences clés
- 2 expertises : Direction Technique et Direction Industrielle

Adapter nos méthodes d'ingénierie

- Déployer l'ingénierie de système
- Simplifier les processus et accélérer la transformation digitale

3

Assumer le leadership d'une filière nucléaire performante

La France dispose de l'une des quelques filières industrielles nucléaires autonomes au monde avec la Russie, la Chine et la Corée

Le recomposition des rôles entre EDF et AREVA

- Rachat de la société « Framatome »
- Orano (ex AREVA) se recentre sur le cycle du combustible

Une politique industrielle globale

- Gestion globale et coordonnée des fournisseurs sur l'ensemble du scope pour le groupe EDF:
 - les nouveaux projets
 - le programme « Grand Carénage »
 - la maintenance du parc
- De véritables politiques industrielles par segment
- Des modes de fonctionnement en Entreprise Etendue

Objectif : mettre en place une structure industrielle unifiée de la filière nucléaire