



PÖYRY ERŐTERV

ENERGETIKAI TERVEZŐ ÉS VÁLLALKOZÓ ZRT.

1450 Budapest, Pf. 111.

Tel.: (36 1) 455-3600

www.poyry.hu

1094 Budapest, Angyal u. 1-3.

Fax.: (36 1) 218-5585

eroterv@poyry.com

MVM MAGYAR VILLAMOS MŰVEK ZRT.

**CONSTRUCTION DE NOUVEAUX
BLOCS NUCLÉAIRES**

DOSSIER DE CONSULTATION PRÉALABLE

CODE D'IDENTIFICATION:

6F111121/0002/C

DATE: le 26.10.2012

NUMÉRO DE RÉFÉRENCE: 6F111121



Numéro

d'enregistrement:

MS 0624-061

MS 0624/K-061

DOSSIER ETABLI PAR

Tamás ROMENDA

Rapporteur

Rozália GÁTINÉ MAGYAR

Ingénieur en construction

Péter GYÖNGYÖSI

Ingénieur en construction

Hajnalka RESZLER

Ingénieur en construction

Sándor ROSENFELD

Contrôleur de qualité

ONT PARTICIPÉ A L'ETABLISSEMENT DU DOSSIER

De la part de la société ÖKO Zrt.:

András GUBÁNYI	Ágnes MOLNÁRNÉ PÓTA
Sándor FARKAS	Katalin MOZSGAI
János HORVÁTH	István NAGY
Márton FORIÁN SZABÓ	Márta SCHEER
Péter FORIÁN SZABÓ	Norbert SZÓKE
Gyöngyi KOVÁCSNÉ MOLNÁR	Dr. Endre TOMBÁCZ
József KUTAS	Dr. Tibor VÁRKONYI
Emőke MAGYAR	Bianka VIDÉKI

De la part du Centre de Recherche en Sciences de l'énergie relevant de l'Académie hongroise des sciences :

Attila BAREITH	Zoltán HÓZER
Sándor DEME	Tamás PÁZMÁNDI
György ÉZSÖL	Zsolt TÉCHY
Anikó FÖLDI	János VÉGH
Dr. János GADÓ	Márton ZAGYVAI
Éva GUBIK	Péter ZAGYVAI

De la part de la société Golder Associates (Magyarország) Zrt.:

Viktor KUNFALVI
Krisztián LUGOSI

De la part du Service Météorologique National:

Ákos HORVÁTH	Andrea NAGY
Zita KONKOLYNÉ BIHARI	Bálint VARGA
Andrea MÓRING	

De la part de la société SOM NET Kft.:

József MIKULA
Ferenc TAKÁTS

APERÇU DES MODIFICATIONS

Date de la première édition: le 31 janvier 2012

Symbole de la modification	Chapitre modifié	Date	Pages à supprimer du dossier	Pages à rajouter
A	Le dossier complet	19.03.2012		
B	Le dossier complet	05.10.2012		
C	Le dossier complet	26.10.2012		

L'amendement « A » inclut les modifications conformes aux remarques communiquées verbalement et transmises par voie écrite également par les participants à la réunion du jury d'évaluation du dossier, organisée le 24 février 2012 par MVM Paksi Atomerőmű Zrt. et MVM Magyar Villamos Művek Zrt.

L'amendement « B » comprend les modifications et compléments apportés conformément aux décisions d'ordre technique, prises pendant la période de l'élaboration du dossier.

L'amendement « C » contient les modifications apportées conformément aux remarques communiquées verbalement et transmises par voie écrite par les participants à la réunion du jury d'évaluation du dossier, organisée le 17 octobre 2012 par MVM Magyar Villamos Művek Zrt.

Tamás ROMENDA, Rapporteur Rozália GATINE MAGYAR, Ingénieur en construction

Péter GYÖNGYÖSI, Ingénieur en construction Hajnalka RESZLER, Ingénieur en construction

Sándor ROSENFELD, Contrôleur de qualité

TABLE DES MATIERES

1. Introduction.....	8
1.1. Présentation de l'activité prévue et du projet.....	8
1.2. Les procédures d'autorisation liées à la création des nouveaux blocs nucléaires.....	10
1.3. Motifs de la construction des nouveaux blocs.....	12
1.3.1. Pronostic relatif à l'évolution de la demande d'électricité de la Hongrie.....	12
1.3.2. Comparaison des alternatives de la production d'énergie, du point de vue de l'environnement.....	14
2. Caractéristiques du site, de la technologie de production de l'énergie nucléaire, et propriétés des types de réacteurs envisageables pour la construction.....	18
2.1. Présentation du site.....	18
2.1.1. Situation du site.....	18
2.1.2. Infrastructures disponibles sur le site.....	19
2.1.3. Rapports avec les plans de développement du territoire et de développement urbain, et avec les plans d'aménagement du territoire et d'aménagement urbain.....	20
2.1.4. Synthèse des caractéristiques du site de Paks.....	21
2.2. Présentation de la technologie de la production d'énergie nucléaire.....	22
2.2.1. Présentation des différents types de centrale nucléaire.....	22
2.2.2. Fonctionnement des réacteurs à eau pressurisée (PWR), centrales nucléaires de la troisième génération à eau pressurisée.....	23
2.2.3. Production d'énergie nucléaire dans le monde, références de la production d'énergie nucléaire.....	29
2.3. Présentation récapitulative de la centrale nucléaire actuellement en exploitation sur le site et du Dépôt Provisoire des Combustibles Irradiés.....	35
2.3.1. Les caractéristiques principales technologiques de la centrale nucléaire existante.....	35
2.3.2. Le Dépôt Provisoire des Combustibles Irradiés.....	36
2.3.3. Zone de sécurité de la centrale nucléaire et du Dépôt Provisoire des Combustibles Irradiés.....	37
2.4. Présentation des types de réacteurs envisageables dans le cadre du projet.....	37
2.4.1. Données de base des différents types de réacteurs envisageables.....	37
2.4.2. Présentation du système de refroidissement prévu.....	48
2.4.3. Autres établissements et opérations nécessaires à la réalisation des activités.....	50
2.4.4. Présentation des références internationales des types de réacteurs envisageables.....	51
2.5. Présentation de la phase de construction, description des caractéristiques de la technologie de construction et d'autres caractéristiques.....	54
2.5.1. Présentation des données caractéristiques de la construction.....	54
2.5.2. Modes de livraison et quantités de matériaux fournies, enlevés, en relation avec la construction.....	57
2.6. Etablissements, équipements et interventions d'ordre écologique, prévus.....	58
2.7. Incertitude des données présentées.....	60
3. Présentation des impacts sur l'environnement.....	61

3.1. Présentation générale de l'environnement géographique	62
3.2. Caractéristiques de la radioactivité de l'environnement.....	63
3.2.1. Présentation de la situation initiale	63
3.2.2. Impacts radiologiques de l'exploitation des nouveaux blocs nucléaires.....	68
3.2.3. Impacts radiologiques combinés des installations nucléaires exploitées sur le site.....	74
3.2.4. Impacts des incidents et accidents.....	76
3.3. Qualité de l'air.....	80
3.3.1. Présentation de la situation initiale	80
3.3.2. L'impact de la construction	81
3.3.3. Impact de l'exploitation des nouveaux blocs nucléaires	82
3.3.4. Impacts combinés des installations nucléaires exploitées sur le site.....	83
3.3.5. Impacts des incidents et accidents.....	84
3.4. Caractéristiques des conditions climatiques régionales et locales	84
3.4.1. Présentation de la situation initiale	84
3.4.2. L'impact de la construction	86
3.4.3. Les impacts de l'exploitation des nouveaux blocs nucléaires.....	87
3.4.4. Impacts combinés des installations nucléaires exploitées sur le site.....	88
3.5. Eaux de surface	88
3.5.1. Présentation de la situation initiale	88
3.5.2. Les impacts de la construction.....	94
3.5.3. Les impacts de l'exploitation des nouveaux blocs.....	96
3.5.4. Impact de l'ensemble des établissements nucléaires exploités sur le site	99
3.5.5. Impacts des incidents et accidents.....	99
3.6. Eaux souterraines.....	100
3.6.1. Présentation de la situation initiale	100
3.6.2. Les impacts des travaux de construction	101
3.6.3. Les impacts de l'exploitation des nouveaux blocs nucléaires.....	102
3.6.4. Impacts combinés des installations nucléaires exploitées sur le site.....	103
3.6.5. Les impacts des incidents et accidents	103
3.7. Sol et formation géologique	103
3.7.1. Présentation de la situation initiale	103
3.7.2. Les impacts de la construction.....	105
3.7.3. Les impacts de l'exploitation des nouveaux blocs.....	107
3.7.4. Les impacts combinés des installations nucléaires exploitées sur le site	107
3.7.5. Les impacts des incidents et accidents	107
3.8. Faune et flore, communauté d'espèces	108
3.8.1. Présentation de la situation initiale	108
3.8.2. Les impacts de la construction.....	116
3.8.3. Les impacts de l'exploitation des nouveaux blocs.....	119
3.8.4. Les impacts combinés des installations nucléaires exploitées sur le site	120
3.9. Bruit et vibrations dans l'environnement.....	120
3.9.1. Présentation de la situation initiale	120
3.9.2. Les impacts de la construction.....	122
3.9.3. Les impacts de l'exploitation des nouveaux blocs	124
3.9.4. Les impacts combinés des installations nucléaires exploitées sur le site	125

3.10. Déchets.....	125
3.10.1. Présentation de la situation initiale	125
3.10.2. Impacts de la construction	126
3.10.3. L'impact de l'exploitation des nouveaux blocs.....	128
3.10.4. Les impacts conjugués des installations nucléaires fonctionnant sur le site.....	134
3.11. Environnement du site, impacts sociaux et économiques.....	135
3.11.1. Présentation de la situation initiale	135
3.11.2. Impacts de la construction	137
3.11.3. L'impact de l'exploitation des nouveaux blocs.....	138
3.11.4. Les impacts conjugués des installations nucléaires fonctionnant sur le site.....	139
3.12. Occupation des sols et des paysages.....	140
3.12.1. Présentation de la situation initiale	140
3.12.2. Impacts de la construction	142
3.12.3. L'impact de l'exploitation des nouveaux blocs.....	144
3.12.4. Les impacts conjugués des installations nucléaires fonctionnant sur le site.....	145
4. Délimitation des zones d'impact selon les versions prises en compte.....	146
4.1. Zone d'impact des effets radiologiques	146
4.2. Zone d'impact des effets environnementaux classiques.....	148
4.3. La zone d'impact globale, les communes concernées par la zone d'impact	157
5. Impacts environnementaux pouvant être liés l'arrêt définitif, selon les versions prises en compte des nouveaux blocs.....	159
5.1. Le processus et l'objectif du démantèlement et de l'arrêt définitif de la centrale nucléaire.....	159
5.2. Stratégie de démantèlement à suivre pour le démantèlement des nouveaux blocs nucléaires	160
5.3. Les impacts environnementaux du démantèlement.....	161
5.3.1. Considérations spécifiques aux blocs.....	161
5.3.2. Présentation des impacts environnementaux du démantèlement	162
5.4. Financement et coûts des activités de démantèlement	166
6. Evaluation des effets transfrontières possibles	167
7. Résumé.....	171

1. Introduction

1.1. Présentation de l'activité prévue et du projet

Dans un souci de maintien de la sécurité de l'alimentation en énergie électrique de la Hongrie, il semble nécessaire d'instaurer de nouvelles capacités de production énergétique, car à moyen ou à long terme on doit compter sur l'arrêt d'une partie considérable des capacités actuellement à disposition. Principalement du fait de l'obsolescence du parc des centrales électriques actuelles, et secondairement en raison de la croissance des besoins des consommateurs, même avec la baisse temporaire de la consommation, due à la crise économique, la Hongrie aura besoin d'une capacité de production supplémentaire de près de 5000 MW jusqu'en 2010, et encore de 4000 MW jusqu'en 2030. La construction d'une nouvelle centrale nucléaire serait une solution favorable pour assurer une partie des ressources manquantes, vu que la production d'énergie électrique par centrales nucléaires permet d'assurer une alimentation en énergie électrique économiquement efficace, applicable sur le long terme et sécurisée. De plus, le combustible utilisé par ces centrales est disponible chez plusieurs vendeurs, et peut être acheté à un prix stable et prévisible, et stocké pendant plus long temps.

L'instauration d'une centrale nucléaire est précédée par une décision politique, des travaux de préparation et une procédure d'autorisation extrêmement soignée, durant de longues années. Le groupe de sociétés Magyar Villamos Művek (Groupe MVM) réalise depuis 2007 des expertises préliminaires relativement à la construction de nouveaux blocs nucléaires, en analysant des critères techniques, économiques, commerciaux, juridiques et sociétaux. En construisant sur les analyses professionnelles préliminaires, le 30 mars 2009 le Parlement a donné son consentement (avec 95,4% des voix) au lancement des activités préparatoires de la construction des nouveaux blocs sur le site de Paks (résolution n°25/2009. (IV. 2.) du Parlement).

La décision du Parlement ne constitue pas encore une décision effective sur la construction des blocs nucléaires. Le travail professionnel commencé après l'approbation de principe doit apporter des réponses à un grand nombre de questions soulevées, telles que la construction de financement, celle d'investissement, les caractéristiques techniques, la compétitivité, la capacité d'adaptation au système, les impacts environnementaux, le type de bloc nucléaire ou le fournisseur à choisir. Les préparatifs effectifs - basés sur les activités réalisées au préalable - et, dans le cadre de ceux-ci, la préparation des procédures d'autorisation, ont été lancés après la publication de la décision du Parlement.

Le fournisseur et le type des blocs nucléaires à construire seront sélectionnés – dans le respect de la pratique internationale – au cours d'une procédure d'appel à propositions, ce qui constitue un processus complexe, consistant en plusieurs étapes. D'après l'examen simultané des tendances mondiales et des expériences professionnelles acquises en Hongrie avec la centrale nucléaire, il est clair que c'est une centrale nucléaire de troisième génération, à eau pressurisée qui est la plus appropriée pour la Hongrie. Plusieurs types et fournisseurs de centrales de ce type sont présents en Hongrie, et chacune de ces entreprises multinationales dispose d'une compétence professionnelle reconnue et d'une expérience pertinente en matière de la construction de centrales nucléaires. De plus, les offres sont assez similaires, il n'y a pas de versions bonnes et mauvaises. Les analyses et références connues jusqu'à ce jour permettent de constater que chaque type susceptible d'être choisi est assez sécurisé et techniquement assez avancé.

Après l'adoption de la décision du Parlement, le 8 juillet 2009, le Groupe MVM a créé un dit Projet Lévai, visant à préparer la construction des nouveaux blocs nucléaires à instaurer. Ce projet porte le nom du professeur dr András LEVAI, qui est un personnage déterminant de l'énergétique de la Hongrie : il a été l'introducteur de l'esprit énergétique harmonisant les aspects globaux techniques, environnementaux et ceux de la stratégie nationale. Depuis le mois de septembre 2012 c'est MVM

Paks II. Atomerőmű Fejlesztő Zrt., nouvelle société chargée du projet, créée par Magyar Villamos Művek Zrt., qui assume les tâches liées à la préparation de la construction des nouveaux blocs nucléaires.

Donc les activités prévues comprennent l'instauration et l'exploitation de deux blocs nucléaires d'une puissance électrique nette de 1000 à 1600 MW sur le site de la centrale nucléaire de Paks, destinés à la production commerciale d'électricité. La réalisation de la construction demandera 11 ou 12 ans, cette durée étant composée d'une étape d'avant-projet de 5 ou 6 ans, et d'une période de mise en oeuvre de 6 ans. Le premier nouveau bloc nucléaire sera mis en service prévisiblement jusqu'en 2025, le deuxième jusqu'en 2030, avec une durée de vie prévisible de 60 ans. Les nouveaux blocs seront créés dans le département de Tolna, dans la commune de Paks, à environ 5 km du centre-ville, au Sud de ceci, sur un terrain appartenant à MVM Paksi Atomerőmű Zrt.

Au niveau local aussi bien que régional l'investissement prévu aura prévisiblement des effets bénéfiques sur la société et sur l'économie (tels que l'amélioration significative du taux d'emploi, le développement de l'éducation nationale, la stimulation de l'économie induite par la croissance des revenus personnels et municipaux) tant pendant la période de la construction que pendant celle de l'exploitation. En vertu du décret gouvernemental n°314/2005. (XII. 25.), modifié à plusieurs reprises, relatif à la procédure de l'évaluation d'impact sur l'environnement et à la procédure unique de l'autorisation à l'utilisation de l'environnement, la première étape de la procédure d'autorisation environnementale sera constituée par la consultation préalable (non obligatoire). Dans le cadre de la consultation préalable l'Inspection – en collaboration avec les autorités administratives compétentes – émettra son avis sur le contenu obligatoire de l'évaluation d'impact sur l'environnement à lui soumettre pendant la deuxième période du processus d'autorisation. Après avoir reçu l'évaluation d'impact sur l'environnement, et après avoir connu l'ensemble des données et des résultats d'analyse liés à l'activité prévue, l'Inspection – en collaboration avec les services administratifs concernés – prendra sa décision, dans laquelle – sous réserve de la conformité environnementale des blocs nucléaires à construire – elle accordera l'autorisation environnementale. Si les blocs nucléaires à créer s'avèrent conformes aux prescriptions environnementales, l'autorisation sera accordée.

Le présent document constitue le dossier de la demande de consultation préalable, établi par mandat de MVM Magyar Villamos Művek Zrt., par la société PÖYRY ERŐTERV ZRt. et par les sous-traitants de celle-ci. Les établissements, sociétés participant à l'établissement du dossier de consultation préalable, avec l'indication du travail effectué par eux:

ÖKO Környezeti, Gazdasági,
Technológiai, Kereskedelmi,
Szolgáltató et Fejlesztési Zrt.:

Présentation de l'état de l'environnement et estimation des impacts prévisibles, dans les domaines professionnels traditionnels (non nucléaires) (qualité de l'air, émissions sonores, faune et flore - communautés d'espèces, agglomérations environnantes, affectation des paysages et du territoire).

Centre de recherche en sciences de
l'énergie de l'Académie hongroise des
Sciences:

Présentation de la technologie de la production d'énergie nucléaire, des versions envisageables des nouveaux blocs, du caractère de la radioactivité de l'environnement, estimation de l'incidence radiologique prévisible.

Golder (Associates) Magyarország Zrt.:

Description de l'état de l'environnement aquatique, des eaux de surface et des eaux souterraines, de la géologie et de l'hydrogéologie, estimation des impacts prévisibles sur l'environnement.

Service Météorologique National:

Présentation des caractéristiques régionales et locales des conditions météorologiques, réalisation d'une étude climatique.

SOM NET Kft.:

Examen des impacts sur l'environnement de l'arrêt définitif.

1.2. Les procédures d'autorisation liées à la création des nouveaux blocs nucléaires

Aux termes de la législation en vigueur, la construction de nouveaux blocs nucléaires nécessite l'accomplissement de certaines procédures d'autorisation environnementale, de sûreté nucléaire et d'industrie électrique et autres, ainsi que l'obtention des autorisations délivrées par les autorités.

En vertu de l'article 66, alinéa (1) de la Loi n° LIII de l'an 1995 sur les règles générales de la protection de l'environnement, l'utilisation de l'environnement aux fins de certaines activités dont l'exercice est soumise à l'obligation de réaliser une évaluation d'impact sur l'environnement ne peut être commencée avant l'entrée en vigueur de l'**autorisation environnementale** émise par les autorités compétentes en matière d'environnement. Les activités dont l'exercice requiert une évaluation d'impact sur l'environnement sont précisées dans le décret gouvernemental n°314/2005. (XII. 25.) relatif à la procédure d'autorisation de l'évaluation d'impact sur l'environnement et à la procédure d'autorisation unique de l'utilisation de l'environnement. Les activités soumises à l'obligation d'accomplir cette procédure sont énumérées aux annexes 1 et 3. Les activités de construction de nouveaux blocs nucléaires figurent au point 31 de l'annexe numéro 1, donc elles font partie des activités dont l'exercice requiert l'obtention d'une autorisation environnementale, ainsi, dans le cadre de la procédure d'autorisation, il est nécessaire d'obtenir également l'autorisation environnementale. Dans notre cas l'autorité compétente est l'Inspection de l'environnement, de la protection de la nature et de l'eau de la Transdanubie du Sud (ci-après : L'Inspection).

Aux termes du décret gouvernemental n°314/2005. (XII. 25.), pour les activités requérant la réalisation d'une l'évaluation d'impact sur l'environnement, énumérées à l'annexe numéro 1 du décret, l'utilisateur de l'environnement peut solliciter une consultation préalable, afin de :

- demander l'avis de l'Inspection, ainsi que des autorités auxquelles vont participer plus tard, en tant qu'autorités spécifiques, à la procédure d'autorisation environnementale, sur le contenu obligatoire de l'évaluation d'impact sur l'environnement, d'une part, et
- connaître et prendre en compte les observations du public lors de la réalisation de l'évaluation d'impact sur l'environnement, d'autre part.

En l'occurrence le demandeur de l'autorisation environnementale a décidé de solliciter la consultation préalable. A cette fin, il doit mettre au point un dossier de consultation préalable (DCP) élaboré dans le respect du contenu obligatoire prévu à l'annexe numéro 4 du décret gouvernemental n°314/2005. L'Inspection soumet pour avis le dossier et la demande de consultation préalable aux autorités administratives énumérées à l'annexe numéro 12 du décret, ainsi qu'aux notaires des agglomérations concernées, et publie une communication sur la réception de la demande. Il est possible de formuler des observations sur la communication dans un délai de 21 jours. Quant aux autorités administratives concernées, elles ont 15 jours à leur disposition pour former leur avis. Dans le cadre de la procédure de consultation préalable il est possible de donner lieu à une consultation verbale, avec la participation des autorités administratives (les futurs services administratifs) intervenantes et des utilisateurs de l'environnement. Suite à la consultation préalable, l'Inspection émet son avis sur le contenu obligatoire de l'évaluation d'impact sur l'environnement, et ce dans le respect de l'annexe numéro 6 du décret gouvernemental. A compter de la date de l'émission de l'avis, l'utilisateur de l'environnement a deux ans à sa disposition pour soumettre une demande d'autorisation environnementale.

Vu que l'instauration de la centrale nucléaire entre dans le champ d'application du décret gouvernemental n°148/1999. (X. 13.) relatif à la promulgation de la convention signée à Espoo (Finlande), le 26 février 1991 sur l'analyse des impacts transfrontaliers sur l'environnement, ainsi que de la directive numéro 85/337/CEE, relative à l'examen des impacts des différents projets publics et privés, modifiée par les directives numéros 97/11/CE, 2003/35/CE des Communautés

européennes et par la directive numéro 2009/31/EK du Conseil, il est nécessaire de procéder également à l'évaluation de l'impact sur l'environnement international. Pendant la première étape de la consultation, l'Inspection qui est chargée d'informer le Ministère de développement rural de la nécessité d'accomplir une procédure internationale. Le Ministère informe les parties – en principe – touchées par les activités prévues, en leur faisant parvenir la documentation traduite vers les langues des parties touchées, ou vers l'anglais. Si la partie touchée souhaite participer à la procédure d'évaluation d'impact sur l'environnement, dans le cadre de la procédure, le Ministère donne lieu à une consultation avec la partie touchée, avec la participation de l'Inspection et de l'utilisateur de l'environnement. L'Inspection examine les observations signalées au cours de la consultation, et celles du public de la partie touchée, et en tient compte, si nécessaire.

En l'occurrence le contenu de l'évaluation d'impact sur l'environnement et les analyses nécessaires ne sont pas toute à fait les mêmes que ceux généralement et habituellement appliqués pour la majorité des activités. L'une des différences les plus importantes est que, dans notre cas, l'utilisateur considère les nouveaux blocs prévus non pas comme un élargissement de la centrale nucléaire existante, mais comme des blocs nouveaux, constituant des établissements autonomes, ayant une autre centrale nucléaire déjà en exploitation dans le voisinage (notamment sur le terrain voisin).

Une autre spécificité importante est la gestion de l'arrêt définitif. Dans le cas de la majorité des activités traditionnelles, pendant l'étape de la conception, on a peu d'information sur ce sujet. En l'occurrence il s'agit d'un processus de travail représentant un volume presque identique à celui des travaux de construction, et pouvant avoir un impact sur l'environnement significatif. Aux termes du décret gouvernemental n°314/2005. (XII. 25.), du fait des risques environnementaux comportés par ses impacts complexes, l'arrêt définitif de la centrale nucléaire en soi est déjà une activité devant faire l'objet, de manière autonome, d'une évaluation d'impact sur l'environnement spécifique. La procédure d'autorisation autonome est prescrite principalement afin de permettre de trouver la solution la plus optimale pour l'environnement du démantèlement. Le démantèlement aura lieu dans un avenir si lointain (après plusieurs décennies ou même 100 ans) qu'on ne peut prévoir aujourd'hui (soit pendant la période de conception) ni les solutions techniques modernes qui seront utilisées à l'époque du démantèlement, ni l'impact de ceci sur l'environnement. Au cours de la présente étape l'obligation de réaliser une étude autonome de l'impact sur l'environnement de l'arrêt définitif de la centrale nucléaire signifie que l'étude doit s'étendre sur l'arrêt définitif également, certes, mais elle ne doit pas préciser autant de détails que pour l'autorisation environnementale. Les **autorisations de sûreté nucléaire** nécessaires à la construction et à l'exploitation de la centrale nucléaire peuvent être obtenues en application des dispositions de la loi n°CXVI de l'an 1996 sur l'énergie nucléaire, ainsi que du décret gouvernemental numéro 118/2011. (VII. 11.) – modifié par le décret gouvernemental n°37/2012. (III. 9.) – sur les exigences de sûreté nucléaire relatives aux établissements nucléaires et sur les activités y liées des autorités, et conformément aux Réglementations de Sûreté nucléaire constituant les annexes de ces décrets. Ces autorisations sont:

- autorisations accordées aux établissements (autorisation de site, autorisations pour créer un établissement, autorisation de mise en service, licence d'exploitation),
- autorisations accordées pour les systèmes et éléments de système (autorisations de fabrication (de modèle), autorisations d'acquisition (de type), autorisations d'installation, licences d'exploitation, permis de construire, autorisation de mise en service etc.)

Au cours des procédures d'autorisation de sûreté nucléaire les tâches des autorités compétentes sont assumées par l'Office national de l'Énergie nucléaire (Office hongrois de l'énergie (OAH)), et les procédures d'autorisation seront accomplies par la Direction de Sûreté nucléaire (Nukleáris Biztonsági Igazgatósága (NBI)) de cet office.

La création de la centrale nucléaire requiert de plus, aux termes du décret gouvernemental n°273/2007. (X. 19.) relatif à certaines dispositions de la loi n° LXXXVI de l'an 2007 sur l'énergie électrique, et de la loi n° LXXXVI de l'an 2007 sur l'énergie électrique, l'obtention les

autorisations d'électricité dont l'émission relève de la compétence de l'Office hongrois de l'Office hongrois de l'énergie (Magyar Energia Hivatal) (MEH). En application des règles juridiques, la création des nouveaux blocs, constituant une centrale électrique ayant un impact essentiel sur l'exploitation du réseau électrique, est soumise à l'obtention d'une autorisation de principe. En outre, il est nécessaire d'obtenir une autorisation pour la construction de la centrale électrique et d'une dite ligne de producteur¹. Au cours de l'autorisation de la construction d'une centrale, les autorités émettent – en deux étapes – une dite autorisation pour créer une centrale, ensuite une licence d'exploitation de producteur. A part cela, la centrale nucléaire doit obtenir **plusieurs autres autorisations spécifiques** (examen du site, de l'aptitude géologique, désignation de la zone de sécurité de l'établissement, protection physique et antiincendie, contrôle des émissions et de l'environnement, etc). Les procédures d'autorisation nécessaires à la construction de la centrale nucléaire, et les plus importantes règles juridiques portant sur les procédures sont résumés dans le *Tableau n° M-1 de l'Annexe*.

1.3. Motifs de la construction des nouveaux blocs

1.3.1. Pronostic relatif à l'évolution de la demande d'électricité de la Hongrie

En 2011 la consommation d'électricité globale du réseau électrique de la Hongrie s'est élevée à 42,63 TWh, dont la production d'électricité brute (calculée compte tenu de l'auto-consommation) a constitué 35,98 TWh, et celle nette (soit l'énergie alimentant le réseau) 33,50 TWh. Près de 44% de l'énergie électrique (brute) ont été produits en 2011 dans les centrales situées en Hongrie à partir de matières fissiles, 30% ont été produits à partir de gaz naturel, 18% à partir de charbon, et 8% à partir de déchets et de sources d'énergie renouvelables. [1]

Sous l'impact de la crise économique, la charge de pointe annuelle du système a baissé, mais en 2010, avec une valeur de 6560 MW, elle était proche de la charge la plus importante jusqu'ici, atteinte en 2007 (soit de 6602 MW). En 2011 la valeur de la charge de pointe annuelle s'est élevée à 6492 MW. Quant à l'évolution de la consommation nette d'électricité, c'est un taux de croissance annuel de 1,5% qui est à considérer comme caractéristique. Les différents pronostics estiment qu'une croissance d'1% est moins probable, mais c'est l'augmentation annuelle de 2% qui est la moins probable.

En 2011 la capacité brute de production installée des centrales implantées en Hongrie s'est élevée à 10 109 MW (dont 8637 MW sont de grosses centrales). L'examen des variations de moyen et de long terme, ainsi que le pronostic de la capacité de production électrique installée permettent de constater que l'avenir des centrales existantes, implantées en Hongrie, le moment et la manière de leur fermeture dépendront de la volonté des propriétaires, et de l'évolution du marché des capacités de production. Au cours des deux prochaines décennies on aura besoin de construire de nouvelles centrales principalement pour remplacer les blocs qui auront été arrêtés entre-temps, et seulement secondairement pour suivre la croissance de la demande d'électricité. La *figure n°1.3.1-1* illustre la nécessité de mettre en place de nouvelles ressources d'énergie.

¹ En application des dispositions de la loi n° LXXXVI de l'an 2007, la construction d'une ligne de producteur n'est pas soumise à l'autorisation si la ligne de producteur sert uniquement au branchement de la centrale de production, mais non à l'approvisionnement d'un autre consommateur. Par conséquent on suppose que, au cours de la construction des nouveaux blocs nucléaires, notre ligne de producteur ne sera pas soumise à l'autorisation par l'Office hongrois de l'énergie.

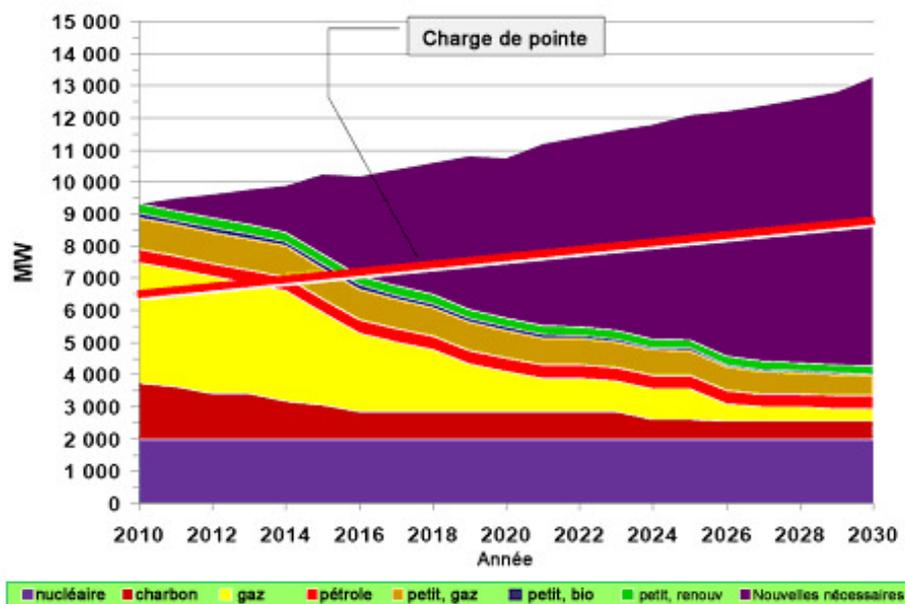


Figure 1.3.1-1. : La nécessité de créer de nouvelles ressources énergétiques

Entre 2010 et 2020 la majorité déterminante des centrales de production d'énergie construites sera prévisiblement représentée par les centrales à cycle combiné² et les petites centrales de production d'énergie. Au début des années 2020, et jusqu'à la mise en service prévisible du premier nouveau bloc nucléaire, les ressources nécessaires ne pourront être assurées que par les nouvelles centrales TGCC. Mais au cours cette période il faudra commencer à mettre en place un parc de turbines à gaz tertiaire de réserve, d'une capacité adaptée à la puissance du nouveau bloc nucléaire. Cette capacité devra déjà être disponible pour le service d'essai du premier bloc nucléaire, afin qu'une perte de puissance due à une raison quelconque puisse être remplacée dans les délais. [2].

Grâce à la construction des turbines à gaz – comme centrales typiques de la prochaine période – en Hongrie la part du gaz naturel utilisé en tant que combustible primaire pourra passer à près de 50%. Les centrales utilisant des sources d'énergie renouvelables ne peuvent pas vraiment les contrebalancer, la part du gaz naturel ne pourra être diminuée que par la création de centrales nucléaires puissantes. Parallèlement avec la construction de grosses centrales de production, la construction de petites centrales pourra se poursuivre, mais les capacités des centrales éoliennes, constituant la grosse majorité de cette catégorie, et des centrales thermiques à biomasse, ne peuvent produire qu'une faible quantité d'énergie. Ainsi, à l'horizon 2030, 53% de la consommation d'électricité brute pourront être couverts par la production des centrales nucléaires, 28% à l'aide du gaz naturel, 4% par le charbon et 15% par les sources d'énergie renouvelables.

La proportion des importations peut encore augmenter au cours des années 2010, principalement du fait des prix d'offre bas des différentes régions, et les centrales nucléaires qui seront prévisiblement mises en service au prochain avenir peuvent renforcer cette tendance. En revanche, dans les années 2020 on doit déjà compter sur la diminution des importations. A la suite de la mise en service des différentes unités des centrales nucléaires puissantes, on pourra constater temporairement un excès de capacités dans le réseau. Le surplus de capacités ne pourra être mis à profit que par l'exportation ou par une centrale hydroélectrique pourvue d'un bassin de rétention et d'une pompe. Cet excédent de capacité pourra être problématique surtout pendant les périodes de charge basse, quand il faudra s'adapter à la production des centrales dont l'exploitation ne pourra pas être maîtrisée (car elle dépend de conditions météorologiques ou autres) par la simple diminution de la production des installations maîtrisables, encore en service (et en générale puissantes). C'est pourquoi que les

² Combined Cycle Gas Turbine – Turbines à Gaz à Cycle Combiné (TGCC)

nouveaux blocs devront avoir une plage de réglage plus large à celle disponible aujourd'hui, pour offrir ainsi la possibilité de régler la capacité entre 50 à 100%, ce qui est d'ailleurs déjà prescrit comme exigence par la Réglementation relative à l'exploitation du Réseau électrique hongrois, et que la technologie des centrales nucléaires de troisième génération de nos jours permet de réaliser sans difficulté.

1.3.2. Comparaison des alternatives de la production d'énergie, du point de vue de l'environnement

Une étude spécifique [3] destinée à l'analyse du cycle de vie de la production d'électricité du secteur de l'énergie électrique de la Hongrie a été réalisée. L'analyse de cycle de vie examine les aspects environnementaux et les impacts potentiels d'un produit, d'un processus ou d'un service, et ce le long de sa vie et par cycles de vie. En générale, l'analyse de cycle de vie a pour objet un produit, processus ou prestation de services que nous pouvons réaliser, au choix, de plusieurs manières, en utilisant des systèmes ayant la même fonction, mais des impacts différents sur l'environnement. Dans le domaine de la production d'électricité, le choix des alternatives comprend l'énergie nucléaire, les combustibles fossiles (lignite, charbon brun, houille, gaz naturel, pétrole), les sources d'énergie alternatives (déchets), ainsi que les sources d'énergie renouvelables (combustion de bois, de biogaz, de bioéthanol, utilisation de l'énergie hydraulique, de l'énergie éolienne, et de l'énergie solaire).

Ce choix inclut tous les modèles LCA (Life Cycle Assessment – analyse de cycle de vie) de toutes les technologies de production d'électricité appliquées en Hongrie, en partant de celles fondées sur l'utilisation des sources d'énergie fossiles, en passant par celles utilisant de l'énergie nucléaire, jusqu'à celles consommant des sources d'énergie renouvelables. Il est à souligner que l'étude en question ne porte que sur la production d'électricité.

L'évaluation du résultat a été réalisée par la méthode EcoIndicator '99 développée par l'Université de Leiden, ainsi que la méthode CML 2001 [3]. EcoIndicator '99 caractérise la performance environnementale des technologies par une valeur agrégée, sans dimensions. Les taux de CML 2001 précisent des normes relatives aux différentes émissions pour les quantités des substances de référence, en introduisant ainsi une unité de mesure facile à comprendre. L'analyse couvre l'ensemble des activités, en partant de l'extraction des combustibles, jusqu'à la transformation de ceux-ci, donc jusqu'au moment où le produit final deviendra unité fonctionnelle. Lors de l'analyse de l'utilisation de l'énergie nucléaire, non seulement les impacts de la production de l'énergie, mais aussi ceux de la construction et de l'arrêt définitif des centrales de production d'énergie, et ceux liés à la gestion des déchets ont été examinés.

L'analyse comparative a été réalisée compte tenu de la palette énergétique de la Hongrie. La palette énergétique est un système où les systèmes technologiques modélisés contribuent dans une mesure conforme à la réalité à la production de l'unité fonctionnelle, soit un courant électrique fixé à 1 MJ, ainsi, lors de l'analyse, les émissions de ces systèmes technologiques ont été prises en compte dans leur proportion effective. En partant de cette palette énergétique, les différentes alternatives de la production énergétique ont été comparées. L'analyse ne concerne que le courant électrique, par conséquent elle ne s'étend pas sur l'utilisation de la chaleur. La *figure n°1.3.2-1*. présente les résultats de l'analyse, exprimés par les indicateurs suivants de la méthode CML 2001 :

- Potentiel d'acidification (équivalent kg SO₂), soit la contribution du système en question au changement de la valeur pH de l'environnement.
- Potentiel d'eutrophisation (équivalent kg phosphate), soit l'augmentation de la charge naturelle en matières organiques, due à l'apport en phosphates.
- Potentiel du réchauffement climatique (équivalent kg CO₂), soit la contribution du dioxyde de carbone au réchauffement climatique

- Potentiel de toxicité humaine (équiv. kg DCB), soit les dommages potentiels pour la santé du dichlorobenzène.
- Potentiel d'oxydation photochimique (équiv kg éthylène), soit le rôle du processus – et notamment de l'éthylène – dans la formation d'ozone de la basse atmosphère.

Le potentiel d'acidification est fort augmenté par la combustion de gaz naturel, ce qui est normal car il couvre 35% de l'approvisionnement en énergie électrique. L'impact de la combustion du lignite apparaît également ici, en constituant 15% de cet indicateur.

Quant à la concentration en matières organiques, elle reflète l'impact de la combustion du lignite, dont l'importance est au moins aussi importante que celle de la combustion du gaz (soit 35%), malgré le fait que dans la palette énergétique elle ait une part moitié moins importante (autour de 15%).

On observe ici l'impact de deux autres technologies fondées sur l'utilisation de combustibles fossiles, soit le pétrole, la houille et le charbon brun, bien que leur part n'excède pas 1 ou 2%. Par rapport à ceux-ci, la combustion de la biomasse (bois de chauffage) représentant 3,7% de la palette énergétique a un impact plus élevé.

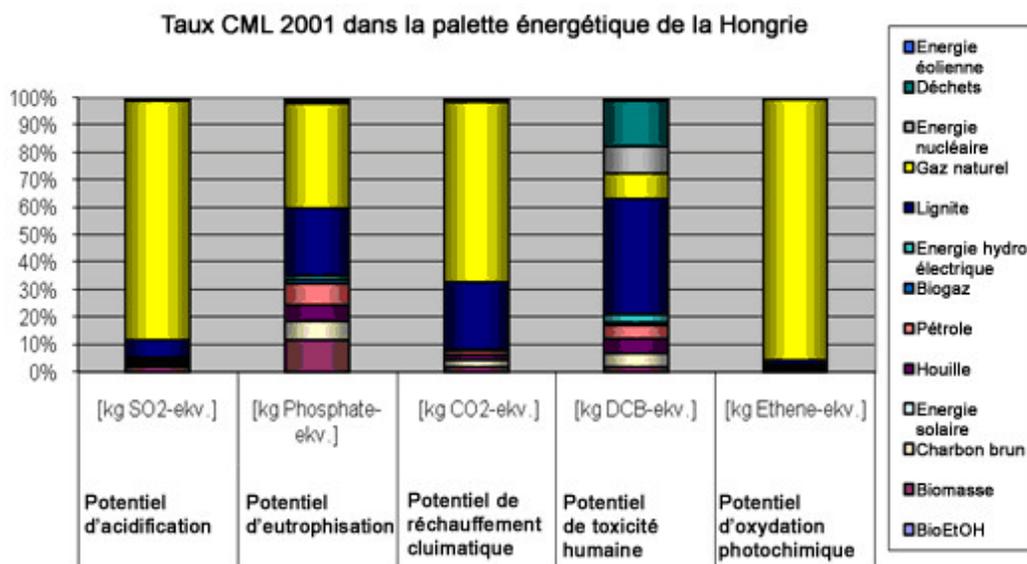


Figure n°1.3.2-1.: Indicateurs environnementaux de la répartition en fonction de la palette énergétique de la Hongrie (CML 2001)

Dans la répartition du potentiel de réchauffement climatique le gaz naturel a une place dominante, ce qui peut s'expliquer par son rôle dans la distribution énergétique. Il est suivi par le lignite, ensuite par les autres „technologies fossiles”.

Le potentiel de toxicité humaine reflète déjà les impacts de plusieurs méthodes de production d'énergie.

La plus grande proportion est représentée par le lignite, ce qui est suivi par la combustion de déchets. Ici le gaz a déjà a une moindre importance, presque identique à celle de l'énergie nucléaire, ce qui correspond à leur rôle (près de 35% chacun), bien que l'impact de l'énergie nucléaire ne puisse être démontré dans aucun des indicateurs.

Le potentiel d'oxydation photochimique est presque à 100% couvert par la combustion de gaz naturel. Il en ressort que l'augmentation de la part de la combustion de lignite et de gaz naturel dans la production énergétique ne serait pas avantageuse du point de vue de la performance environnementale. L'énergie nucléaire ne peut être démontrée que dans le potentiel de toxicité humaine, pour cette raison c'est cette technologie qui a un impact sur l'environnement le moins important dans la palette énergétique de la Hongrie.

La figure n°1.3.2-2, présentant les valeurs EcoIndicator '99 relatives aux différentes technologies de production d'électricité résume les données relatives à la nuisance environnementale.

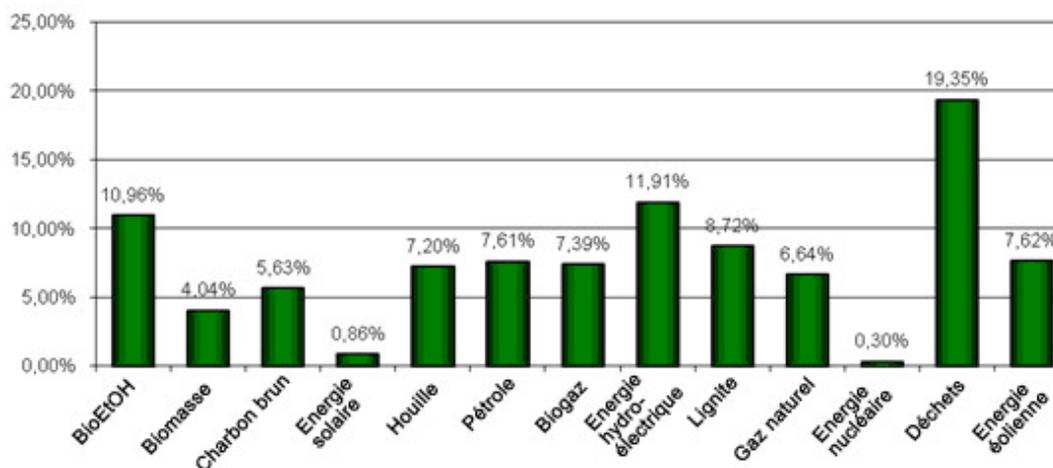


Figure n°1.3.2-2: Les valeurs EcoIndicator '99 des différentes technologies de production d'énergie

Parmi les technologies examinées, c'est la combustion des déchets qui compte pour la procédure la plus nuisible pour l'environnement, vu que, dans la méthode EcoIndicator, l'approche hiérarchiste appliquée tient compte des effets carcinogènes, et l'émission accrue de métaux lourds et de dioxines, consécutive à la combustion de déchets, entre dans cette catégorie, donc la valeur de cet indicateur sera plus élevée. Les technologies fondées sur l'utilisation de combustibles fossiles ont à peu près des impacts identiques, tous, les écarts éventuels peuvent s'expliquer par les différences entre les méthodes de production des combustibles. Dans cette catégorie la meilleure valeur a été atteinte par la combustion du gaz naturel. La combustion de bois est la meilleure parmi les technologies à combustion, mais elle requiert l'existence d'un système de gestion de forêts qui est à même de fournir la quantité nécessaire des matières combustibles.

La situation de l'énergie hydro-électrique est intéressante. C'est elle qui affiche la deuxième plus faible performance après la combustion des déchets. C'est dû au fait que sa production demande beaucoup de matériaux de construction, sans parler des problèmes liés aux différents types de barrages, tels que les émissions issues de la pourriture des sédiments situés le long des barrages, ou les nuisances à l'écosystème. La combustion du bioéthanol représente une pollution presque aussi importante que celle du gaz naturel, ce qui est dû surtout à l'impact de l'agriculture. L'énergie éolienne affiche approximativement la même performance que le bioéthanol, mais elle demande moins de travail, et n'exige pas la production des matières premières agricoles chaque année. Parmi les énergies renouvelables c'est l'énergie solaire qui a réalisé le meilleur résultat, vu qu'elle est à l'origine d'une nuisance environnementale nettement inférieure à celle des autres énergies.

La meilleure performance a été réalisée par l'énergie nucléaire, qui est bien moins polluante par rapport aux autres énergies. Sur cette figure on ne voit pas l'impact de la gestion des déchets, mais les autres processus ne l'incluent pas non plus. Donc, de la même manière que dans le cas de l'énergie solaire, où la gestion des panneaux solaires usés n'apparaît pas sur la figure, ou dans celui des cendres volantes du charbon (qui sont également plus ou moins radioactives, vu que les résidus solides de la combustion comprennent en grande concentration des isotopes radioactifs issus du combustible), qui ne s'y voient pas non plus, l'énergie nucléaire n'a pas non plus d'impact détectable. En revanche, le stockage des déchets radioactifs représente bien plus de risque, car leur stockage peut être assuré de manière sécurisée dans les différents dépôts. La bonne performance de l'énergie nucléaire est due au fait que la production d'énergie elle-même génère l'émission de très

peu (ou n'émet point) de polluants „traditionnels”, et consomme en moyenne 2-3 fois moins de combustibles pour produire la même quantité d'énergie.

2. Caractéristiques du site, de la technologie de production de l'énergie nucléaire, et propriétés des types de réacteurs envisageables pour la construction

2.1. Présentation du site

2.1.1. Situation du site

Le site de Paks se situe dans le département de Tolna, à 118 km au sud de Budapest, à 5 km au sud du centre de la ville de Paks, à 1 km à l'ouest du Danube, et à 1,5 km à l'est de la route nationale n°6. La frontière du sud de la Hongrie se trouve à une distance de 63 à 75 km du site, ou à une distance de 94 km en aval du Danube (la centrale nucléaire existante se trouve à une distance de 1527 km, la frontière à 1433 km). Le territoire de la nouvelle centrale nucléaire s'étend dans le voisinage immédiat de la centrale nucléaire en exploitation à Paks, et notamment à l'intérieur des lignes séparatrices limitant le terrain de la centrale nucléaire existante des terrains voisins. La situation et les environs immédiats du site sont présentés par la *Figure n° M-1. de l'Annexe*, qui fait ressortir que les environs situés dans un rayon de 30 km autour du site sont divisés en deux par le Danube. La partie de l'ouest se trouve dans la Transdanubie, celle de l'est s'étend dans la région située entre le Danube et la Tisza. [4]

Le site de la centrale nucléaire de Paks occupe actuellement une superficie de près de 5,8 km². Le site se compose (des points de vue de leur fonction et de leur surveillance et sécurité) de deux parties:

- La zone d'opération de la centrale nucléaire de Paks inclut:
Les quatre blocs de la centrale existante, la salle de machines y liée et comprenant la turbine, l'ouvrage de prise d'eau, et les installations et systèmes auxiliaires desservant les dits établissements; bureau, bâtiments d'entretien et de stockage. Le Dépôt Provisoire des Combustibles Irradiés appartenant à la société Radioaktív Hulladékot Kezelő Közhasznú Nonprofit Kft. (RHK Kft.) se situe à côté de la zone d'opération.
- La zone d'investissement de la centrale nucléaire de Paks:
Actuellement cette zone abrite les établissements, ateliers d'entretien, stocks et bâtiments de bureaux des entreprises externes nécessaires au fonctionnement de la centrale nucléaire.

Le site prévu des nouveaux blocs nucléaires s'étendra sur une superficie de 106 ha, mais occupera, selon les plans, une partie d'environ 29,5 ha de la zone d'opération de la centrale nucléaire de Paks, et une partie de 76,3 ha de la dite zone de chantiers. La situation du site de Paks est présentée sur la *figure n° M-2 de l'Annexe*. Cette figure indique également les lieux de construction des nouveaux blocs.

Le site prévu des nouveaux blocs se divise également en deux, selon les fonctions assumées. La zone d'opération abritera les blocs nucléaires, les installations, systèmes et autres bâtiments auxiliaires desservant les blocs nucléaires, et la zone de chantiers assure la place nécessaire à la construction, pendant la période de l'exécution du projet. Ces zones abritent actuellement les systèmes, bureaux, bâtiments d'entretien et de stockage, desservant actuellement la centrale nucléaire en exploitation. La zone des nouveaux blocs se situe actuellement sur le terrain inscrit au cadastre sous le numéro 8803 et est classé, aux termes du Règlement municipal de Paks (règlement municipal n°24/2003. (XII. 31.)), zone de construction de type « Gip – M », soit une zone d'activité économique industrielle.

2.1.2. Infrastructures disponibles sur le site

2.1.2.1. Raccordement au réseau électrique

Les quatre blocs actuels de la centrale nucléaire de Paks produisent de l'énergie électrique, en tant qu'une centrale de base, pour le Réseau électrique hongrois (REH). La tension de l'énergie électrique produite dans les turbo-générateurs de la centrale nucléaire est transformée par les transformateurs principaux en une tension de 400 kV. Les deux transformateurs principaux appartenant à un seul bloc réacteur sont reliés par une ligne de 400kV avec la sous-station de 400kV, faisant partie du réseau national de base, située dans le sud-est du site de Paks, et constituant un poste de livraison, depuis lequel les lignes à haute tension partent vers les principales directions de la distribution de l'énergie électrique produite. Cette sous-station de 400kV est raccordée à travers deux transformateurs à la sous-station de 120kV située à côté d'elle, et faisant partie du réseau principal de distribution nationale, ainsi que sur les lignes à haute tension de 120kV. Pour le raccordement du site au réseau électrique des nouveaux blocs nucléaires projetés il est nécessaire de construire sur le site de nouveaux postes de commutation et de transformation de 400 kV.

2.1.2.2. Liaisons routières, ferroviaires et fluviales

Le site de Paks est facilement accessible par voie routière, ferroviaire et fluviale (sur le Danube, sur une voie fluviale internationale). Le tronçon situé entre Dunaföldvár, Paks et Szekszárd de la route nationale numéro 6 se situe à environ 1 km du site. Ceci est accessible depuis Budapest par la route nationale numéro 6, qui est reliée avec le site par deux bretelles d'accès direct (entrée du Nord pour les camions et celle du Sud pour les personnes). Le 31 mars 2010 le tronçon reliant Dunaújváros avec Pécs de l'autoroute M6 (passant à côté de Paks) a été inauguré, dont le tracé – parallèle avec celui de la route nationale numéro 6 – passe à environ 3 km à l'ouest du site. Le site est accessible depuis l'autoroute en revenant depuis le point nodal Paks Sud, et en retournant sur la route nationale numéro 6. Par voie ferrée le site est accessible depuis Budapest en suivant la destination Pusztaszabolcs, Dunaújváros, Dunaföldvár et Paks, la gare terminale de la ligne ferroviaire secondaire étant à Paks. Depuis la gare le site est accessible via un embranchement ferroviaire, et seuls des trains à destination de la centrale nucléaire de Paks peuvent y accéder. La voie ferrée est actuellement hors service, sa remise en service demanderait une rénovation et un entretien.

Le Danube est une voie importante du transport fluvial national et international, et dans la région de Paks il est facilement navigable, au cours lent, avec une bonne signalisation de la voie navigable. Le site de la centrale nucléaire se trouve à 1 km à l'ouest du Danube. Il dispose d'un port fluvial sur le canal d'eau froide, ce qui est propice à la réception des charges lourdes transportées vers la centrale nucléaire par navires et barges.

Dans un rayon de 50 km autour du site on ne trouve aucun aéroport public, ouvert à l'aviation générale. Des aéroports non publics existent à Dunaújváros, Kalocsa-Foktő et Ócsény. (Cependant parmi ces aéroports celui de Kalocsa-Foktő, jadis un aéroport militaire, est actuellement hors d'usage.)

2.1.2.3. Approvisionnement en eau, et évacuation des eaux usées

Les établissements de la centrale nucléaire sont alimentés en eau de deux sources, soit par le captage d'eau dans le Danube, d'une part, et par le captage des eaux souterraines, dans les puits artésiens. Les quatre blocs existants de la centrale nucléaire de Paks appliquent actuellement un

refroidissement à l'eau fraîche, pour lequel l'eau du Danube est utilisée. L'eau est captée par les ouvrages de prise d'eau, après elle traverse le canal d'eau froide, ensuite, après avoir été utilisée, elle retourne à la prise d'eau à travers le canal d'eau chaude.

Actuellement la centrale nucléaire utilise 100–110 m³/s d'eau (provenant du Danube) au refroidissement des condensateurs de turbine. La quantité d'eau actuellement captée représente environ 15% du minimum des débits du Danube, et près de 5% du débit moyen. Les besoins théoriques en eau des systèmes d'eau de refroidissement des blocs 1 à 4 s'élèvent à 2,5 à 3,1 milliards m³/an, la quantité souscrite aux fins de la consommation d'eau est de 2,9 milliards m³/an (valeur limite fixée par les autorités). Une fois qu'elle est réchauffée, l'eau de refroidissement retourne au Danube à travers le canal d'eau chaude à ciel ouvert, ayant une cuvette construite. Au point de rejet de l'eau chaude dans le Danube un ouvrage d'art destiné à amortir l'énergie a été construit.

L'eau industrielle et l'eau d'incendie nécessaires au fonctionnement de la centrale proviennent également du Danube, notamment à travers un puits situé au nord du canal d'eau froide, où un système de filtration sur berges est appliquée. L'ouvrage de prise d'eau industrielle appliquant la méthode de filtration sur berges dispose de 9 puits de grande ou moyenne taille. Ces puits utilisant la méthode de filtration sur berges sont raccordés sur les systèmes d'eau industrielle et d'eau d'incendie de la centrale nucléaire. Les canalisations couvrent la zone d'opération actuelle de la centrale nucléaire aussi bien que celle des nouveaux blocs à construire. L'eau potable et les eaux domestiques proviennent du puits de Csámpa. 6 puits artésiens ont été construits pour couvrir les besoins en eau de la centrale nucléaire de Paks, dont 4 sont en service actuellement, et deux sont des puits de réserve. Un puits est destiné au contrôle de la qualité d'eau, et deux autres ont été bouchés. La quantité d'eau - provenant des puits de Csámpa - dont la consommation est autorisée est fixée à 300 000 m³/an.

Les eaux usées - dont la quantité estimée s'élève à 1200 m³/mois - issues de la dite zone d'investissement, située au nord de la bretelle du Nord, sont canalisées, à travers le réseau d'égouts, vers la station d'épuration des eaux usées de la ville de Paks. Les eaux usées urbaines de la zone située au sud de la station d'épuration, donc de la totalité de la zone d'opération va dans la station d'épuration de la centrale nucléaire. Après l'épuration, les eaux usées urbaines sont déversées dans le Danube à travers un canal d'eau chaude.

Après traitement et épuration, les eaux résiduaires industrielles de la centrale nucléaire (les eaux utilisées au cours des processus de préparation et de ceux auxiliaires, les eaux résiduaires de l'étape de préparation, l'eau issue de processus industriels contenant de l'huile, ainsi que les effluents de lavage) sont rejetées dans le Danube, via le canal d'eau chaude.

2.1.3. Rapports avec les plans de développement du territoire et de développement urbain, et avec les plans d'aménagement du territoire et d'aménagement urbain

La conformité aux prescriptions d'aménagement urbain applicable sur le territoire désigné pour la construction de la nouvelle centrale nucléaire et aux plans d'aménagement urbain doit être examinée en observant les lois et règlements suivants :

- la loi n° XXVI de l'an 2003, modifiée par la loi n°L de l'an 2008, sur le Plan national d'aménagement du territoire :
- l'emplacement du site de la centrale nucléaire de Paks est précisé à l'annexe numéro 1/8, intitulée «Centrale nucléaire et autres centrales de production d'énergie », du Plan national d'aménagement du territoire, et indiqué sur la page intitulée « Plan structurel du pays » (« Ország Szerkezeti Terve ») de ce même plan.

- le règlement municipal n°1/2005. (II. 21.) de la Municipalité du Département de Tolna sur le plan d'aménagement du territoire du département de Tolna :
- le plan d'aménagement du territoire relatif au département précède dans le temps la modification du plan national d'aménagement du territoire, mais il comprend des cartes jointes en annexe qui sont souvent plus détaillées et, à certains points, on constate des écarts entre le plan national et celui régional. La page intitulée « plan structurel du département » situe le site de la centrale nucléaire au même endroit que le plan national.
- le règlement numéro 24/2003. (XII. 31.) de la Municipalité de Paks sur la Réglementation locale de la Ville de Paks, relative aux constructions (version consolidée) et Plan de réglementation relevant de ce règlement :

Le concept du développement urbain de Paks a été adopté par la décision numéro 55/2010 (V. 26.) du conseil municipal. Dans ses plans structurels la ville a introduit une réglementation relative au site de la centrale nucléaire existant (*figure n° M-3. de l'Annexe*).

La Réglementation locale de la municipalité de Paks, relative à la construction (règlement municipal numéro 24/2003. (XII. 31.)) fixe que le site de la centrale nucléaire se situe dans une zone économique industrielle constructible (type Gip – M), destinée à la production d'électricité nucléaire. Au cours de la conception et de la construction des établissements il convient de rester en conformité avec les critères prévus dans la Réglementation locale relative aux constructions, et applicable aux établissements du site de la centrale nucléaire.

2.1.4. Synthèse des caractéristiques du site de Paks

Le site de Paks offre un grand nombre d'avantages, dont on peut profiter si on décide de construire ici les nouveaux blocs nucléaires. Ces avantages se résument ainsi :

- il s'agit d'un site nucléaire déjà existant, en exploitation
- il n'est pas nécessaire de transformer un autre site (éventuellement vierge) à des frais immenses
- au cours des presque 30 ans passés depuis les débuts, des ressources financières importantes ont été consacrées à l'étude du site (selon un grand nombre de critères écologiques, de sécurité et de sûreté), si bien que ceci est devenu un parmi les territoires les plus soigneusement explorés et étudiés,
- les environs du site disposent d'une infrastructure complète et disponible,
- les environs du site sont situés dans une zone plate, et les caractéristiques du sol permettent d'effectuer facilement les travaux de terrassement et de fondation,
- le niveau du sol bien choisie de ce territoire permet de le protéger contre les inondations et contre les eaux de surface intérieures,
- le débit d'eau du Danube n'étant pas épuisé par la centrale nucléaire déjà en exploitation, il reste assez de réserve de débit d'eau pour le refroidissement des nouveaux blocs de réacteur,
- les conditions météorologiques sont favorables, la direction prédominante du vent est de nord-ouest, donc il ne souffle pas vers l'agglomération de Paks (situé au nord de la centrale nucléaire),
- dans un rayon de 30 km autour de la centrale nucléaire, mise à part la ville de Paks, la densité de la population est partout inférieure à la moyenne nationale,

- ce site peut économiquement être raccordé au réseau de lignes électriques à haute tension, déjà en place,
- grâce à sa situation favorable, la centrale nucléaire améliore l'approvisionnement en électricité du Sud de la Hongrie, ainsi que la répartition de la puissance entre les différentes régions du pays,
- une partie des matériaux de construction et des grandes installations peut être transportée par voie fluviale,
- la zone d'opération est facile d'accès, le raccordement de la zone d'opération sur les routes nationales et voies ferrées nationales peut être assuré sans difficulté,
- l'existence d'une centrale nucléaire dans le voisinage permet aux nouveaux blocs nucléaires de profiter de compétences spécifiques et d'une culture de travail déjà présentes
- les habitants des environs ont déjà accepté l'existence et le fonctionnement de la centrale nucléaire de Paks, ce qui s'annonce prometteur pour la réalisation des ambitions de développement
- grâce à ses dispositions naturelles et infrastructurelles, l'agglomération de Paks permet aux exploitants de s'installer facilement,
- si nécessaire, il est possible de développer la ville Paks,
- cet investissement a une importance décisive pour le développement du département de Tolna, qui est essentiellement une région agricole.

2.2. Présentation de la technologie de la production d'énergie nucléaire

La production d'énergie en centrales nucléaires repose sur une réaction de fission en chaîne autoentretenu, contrôlée. La chaleur dégagée au cours de la réaction en chaîne est ensuite évacuée à l'aide d'un milieu de refroidissement et, après transformation, elle est utilisée pour produire de l'énergie électrique.

2.2.1. Présentation des différents types de centrale nucléaire

L'histoire du développement des centrales nucléaires s'est déroulée en quatre étapes bien distinctes. Les réacteurs 4^e génération sont pour le moment en phase de développement – destiné essentiellement à augmenter la sûreté nucléaire –, pour cette raison ils ne sont pas présentés ici.

1^{ère} génération – réacteurs de démonstration et prototypes de réacteur

Les réacteurs de première génération étaient les blocs de démonstration ou prototypes de bloc nucléaire, construits dans les années 1950 et 1960, et – mise à part quelques exceptions – ils ont tous été déjà fermés et démantelés. Ces blocs utilisaient les principes technologiques suivants : le réacteur d'Obninsk (Union Soviétique, 1954) utilisait le graphite comme modérateur et un refroidissement à l'eau, celui de Shippingport (Etats-Unis, 1957) fonctionnait à l'aide d'un surrégénérateur thermique à eau légère, celui de Dresde 1 (Etats-Unis, 1960) était le premier réacteur nucléaire commercial à eau bouillante, celui de Fermi 1 (Etats-Unis, 1957) utilisait un surrégénérateur rapide, alors que celui de Magnox (Angleterre, 1956) appliquait du dioxyde de carbone comme caloporteur, et du graphite comme modérateur.

2^e génération – les centrales nucléaires exploitées aujourd'hui

La 2^e génération a été développée dans les années 1970 et 1980, sur la base de l'expérience acquise avec les prototypes de réacteurs. Au cours des développements plusieurs types standards ont été créés, tels que les réacteurs à eau pressurisée (PWR – Pressurized Water Reactor), ceux à eau bouillante (BWR – Boiling Water Reactor), et le type CANDU (CANada Deuterium Uranium), qui est un réacteur à eau lourde, à l'uranium naturel. La grosse majorité des blocs nucléaires en service aujourd'hui (y compris les quatre réacteurs type VVER-440³ de Paks) appartient à la 2^e génération.

3^e génération – les blocs qu'on peut construire aujourd'hui

Après les accidents de réacteurs nucléaires survenus à Three Mile Island (Etats-Unis, 1979) et à Tchernobyl (Union Soviétique, 1986) – en plus de l'augmentation de la sûreté des réacteurs en exploitation – des efforts considérables ont été faits à l'échelle mondiale, afin de créer de nouveaux types de réacteurs, ayant des indicateurs de sécurité bien supérieurs à ceux des types de réacteur précédents. La 3^e génération a été développée dans les années 1990, et constitue une évolution de la 2^e génération. L'objectif principal de ce développement est de diminuer la probabilité des accidents graves, et de réduire les conséquences des accidents graves ayant une très faible probabilité.

Les types dits de la génération 3+ utilisent davantage de systèmes de sûreté passifs. Ceux-ci appliquent uniquement des ressources naturelles (la gravitation, la circulation naturelle, ou l'énergie du gaz comprimé) pour leur fonctionnement, pour cette raison ils n'ont pas besoin d'alimentation en énergie électrique d'urgence.

Sont considérés comme réacteurs des générations 3 et 3+, parmi les types utilisés aujourd'hui, les générateurs ABWR (Advanced Boiling Water Reactor) à eau bouillante, mis en exploitation au Japon à la fin des années 1990, les blocs APWR (Advanced Pressurized Water Reactor) puissants à eau pressurisée de Mitsubishi, le réacteur Areva EPR (Evolutionary Pressurized Water Reactor), le bloc Toshiba-Westinghouse AP600 (Advanced Pressurized Water Reactor 600) et celui AP1000 (Advanced Pressurized Water Reactor 1000), les nouvelles versions du bloc VVER-1000 (AES-2006 / MIR.1200), le bloc sud-coréen «APR1400 » et le bloc ATMEA1 développé conjointement par Areva et Mitsubishi.

2.2.2. Fonctionnement des réacteurs à eau pressurisée (PWR), centrales nucléaires de la troisième génération à eau pressurisée

2.2.2.1. Le processus de la production d'énergie

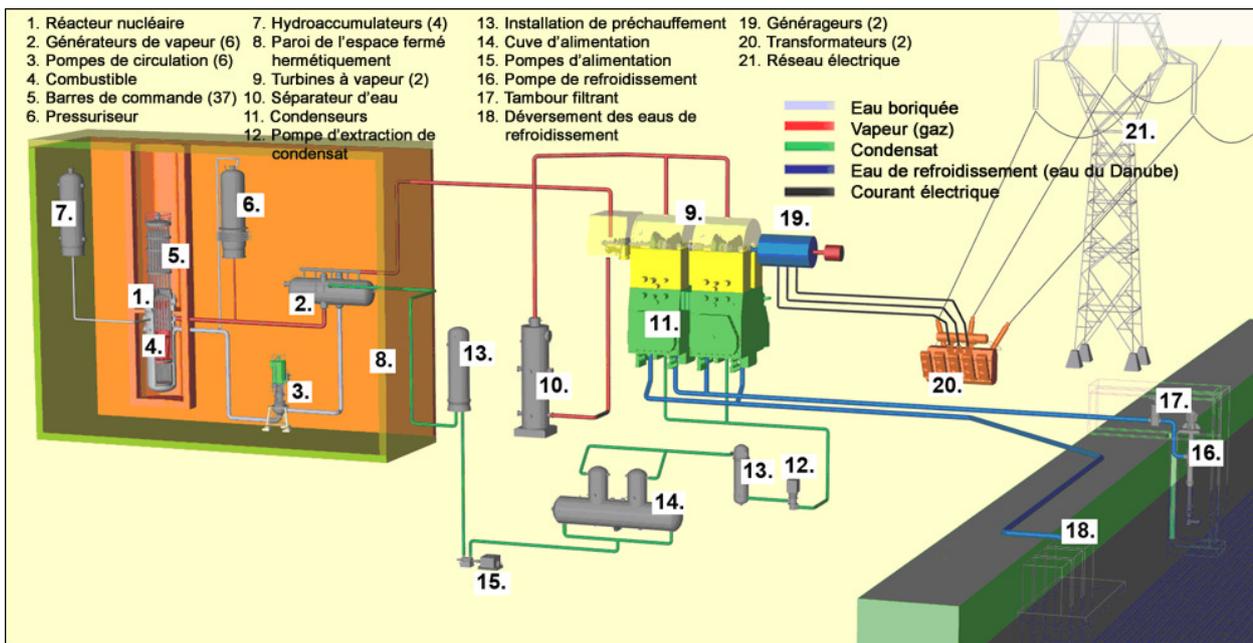
Dans les réacteurs à eau pressurisée un système à trois circuits de refroidissement assure le transfert de la chaleur depuis le réacteur jusqu'au dissipateur thermique final. La grande quantité de chaleur, produite lors de la fission nucléaire est transférée par l'eau circulant dans un circuit fermé (le dit circuit primaire), dont la pression est si élevée que l'eau de refroidissement ne bout pas malgré la haute température (d'où l'appellation « à eau pressurisée »). La chaleur évacuée du réacteur génère de la vapeur dans un deuxième circuit fermé (le dit circuit secondaire), dans des échangeurs de chaleur énormes (générateurs de vapeur), et cette vapeur met en mouvement une turbine. Ce mouvement circulaire produit du courant électrique dans le générateur grâce à l'induction magnétique. L'énergie électrique produite entre dans le réseau national à travers des postes de commutation et des transformateurs.

³ Les blocs réacteurs VVER en exploitation à Paks sont des réacteurs à eau pressurisée.

La vapeur évacuée « usée », ayant fait son travail, est retransformée en eau (condensée) dans le condenseur, par l'application d'un dissipateur thermique final (soit l'eau de mer, l'eau fluviale ou, si un refroidissement dans une tour de refroidissement est appliqué, l'air).

L'eau de refroidissement captée dans la mer ou dans un fleuve, retourne – un peu réchauffée – dans la mer ou dans le fleuve, ainsi ce troisième circuit d'eau (le dit circuit tertiaire) est ouvert.

Un générateur de vapeur de centrale nucléaire dispose en outre d'un grand nombre de systèmes auxiliaires technologiques, assurant des fonctions de sûreté ainsi que l'épuration permanente des circuits d'eau, et améliorant la performance de la centrale nucléaire. La *figure n°2.2.2.1-1*. présente le fonctionnement d'une centrale nucléaire à eau pressurisée.



Source: Publication de MVM Paksi Atomerőmű Zrt., intitulé : Comment fonctionne le centre d'accueil des visiteurs

Figure n° 2.2.2.1-1. : Fonctionnement de la centrale nucléaire à eau pressurisée

2.2.2.2. Le circuit primaire

Le coeur se situe dans une cuve d'acier cylindrique verticale, recouverte d'une couche d'acier inoxydable à l'intérieur (par la technique dite placage), qui la protège contre la corrosion. La partie supérieure de la cuve inclut les raccords d'entrée et de sortie, servant à l'alimentation en fluide de refroidissement (*figure n°2.2.2.2-1*).

La chaleur dégagée dans le coeur est transférée, en fonction du type du réacteur, à travers 2, 3, 4 ou 6 circuits de refroidissement. La *figure n°2.2.2.2-2*. présente le schéma tridimensionnel d'un circuit primaire à quatre boucles. La régulation de la pression du circuit primaire est assurée par le pressuriseur relié avec l'un des circuits. En cas de besoin, le pressuriseur augmente (à l'aide des corps chauffants électriques disposés dans sa cuve), ou diminue (à l'aide d'un système d'aspersion d'eau, ou l'eau vient de la branche froide) la pression du circuit primaire.

L'eau de refroidissement entre dans la cuve du réacteur en passant par les branches froides, tandis que l'eau qui s'est réchauffée à 300 à 320°C dans le coeur, atteint les générateurs de vapeur situés autour de la cuve du réacteur, en passant par les branches chaudes. C'est ici que l'eau réchauffée dans le réacteur transmet une partie de sa chaleur à l'eau du circuit secondaire,

pendant que l'eau du circuit secondaire se met à bouillir (se transforme en vapeur) dans le générateur de vapeur. Le liquide de refroidissement refroidi retourne au réacteur à travers la branche froide, la circulation de l'eau est assurée par les pompes principales de circulation (PPC).

Dans le circuit primaire des réacteurs à eau pressurisée la valeur de la pression s'élève – en fonction du type – à 123–156 bars. Cette haute pression assure que l'eau de refroidissement chaude, quittant le coeur, ne se mette pas à bouillir.

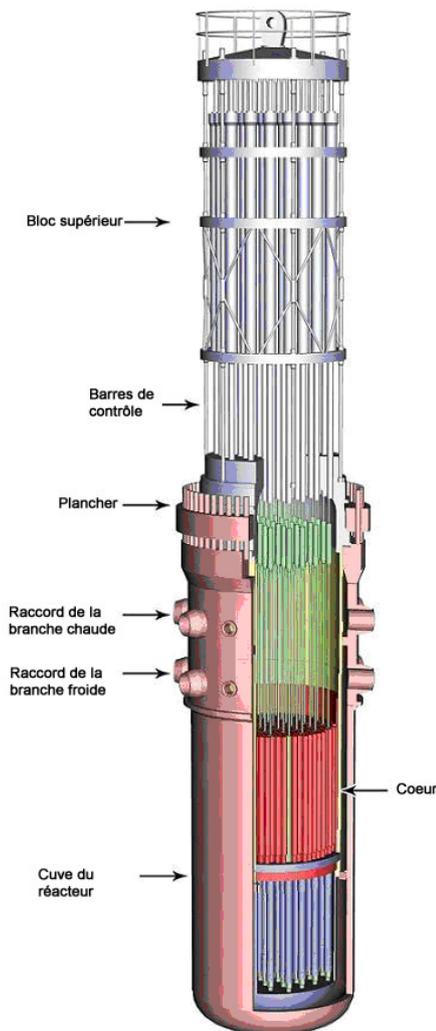


Figure n°2.2.2.2-1. : Schéma d'une cuve de réacteur VVER-440

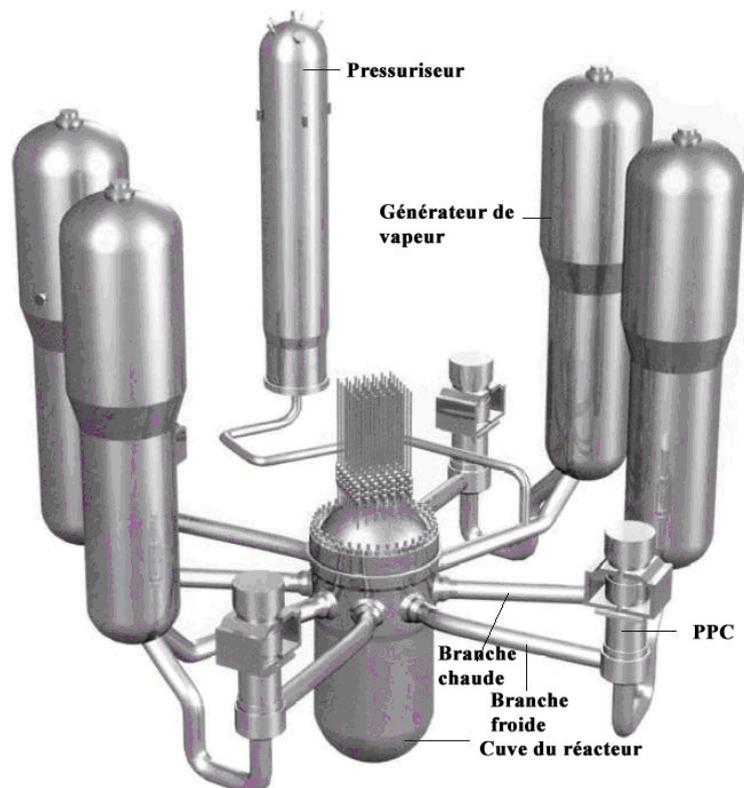


Figure n° 2.2.2.2-2. : Schéma du circuit primaire d'un bloc de réacteur à quatre boucles (Mitsubishi APWR)

2.2.2.3. Le circuit secondaire

Le circuit secondaire est destiné à transformer la chaleur produite dans le réacteur en énergie mécanique, ensuite en énergie électrique. L'eau d'alimentation circulant dans le circuit secondaire est réchauffée et fait bouillir l'eau du circuit primaire, ayant une température de 300 à 320 °C, circulant dans les tubes minces des générateurs de vapeur.

L'eau sortant du générateur de vapeur atteint la turbine, dans laquelle, grâce à son énergie mécanique, elle fait tourner la turbine. Celle-ci comprend, sur le même arbre, une chambre de haute pression, et une unité de basse pression, ainsi que la partie rotative du générateur. Dans la

chambre à haute pression la température de la vapeur baisse, et le taux d'humidité de la vapeur augmente considérablement. Pour cette raison, avant d'entrer dans la chambre de basse tension, la vapeur entre dans un séparateur de gouttes qui surchauffe la vapeur, et élimine les gouttes d'eau qui risquent d'endommager les hélices de la turbine.

2.2.2.4. Circuit tertiaire, dissipateur thermique final

La vapeur ayant fait son travail, est transférée dans le condenseur, où l'eau de refroidissement circulant dans plusieurs milliers de tubes minces fait condenser la vapeur à environ 25 °C, ensuite, à travers des unités de préchauffement (utilisées afin d'améliorer l'efficacité), les pompes d'alimentation la font retourner vers le générateur de vapeur.

Le dissipateur thermique final assure que la partie de la chaleur qui ne s'est pas transformée en énergie électrique (environ 65 à 67%, en fonction de la performance du cycle), soit évacuée. Le dissipateur thermique final peut avoir plusieurs formes, en fonction des conditions du site. Lorsque la centrale nucléaire est située au bord d'une rivière à débit d'eau élevé, d'un plus grand lac ou de la mer, c'est l'eau de refroidissement de ces sources d'eau qui est utilisée comme dissipateur thermique final (voir les réacteurs actuels de la centrale nucléaire de Paks). Par contre, sur les sites n'ayant pas « d'eau fraîche » à la disposition pour alimenter le circuit tertiaire, des tours de refroidissement sont construits.

2.2.2.5. Principaux bâtiments des centrales nucléaires à eau pressurisée

Les différents types présentent certains écarts, certes, mais les bâtiments du réacteur EPR illustrent bien quels sont les bâtiments typiques de la centrale nucléaire à eau pressurisée (*Figure n° 2.2.2.5-1.*):

- 1. Bâtiment du réacteur (« containment », enceinte de confinement):** il comprend le générateur de vapeur nucléaire, y compris la cuve de réacteur, le circuit primaire et les générateurs de vapeur. Le confinement est une construction résistante à la pression, hermétiquement isolée (en générale à paroi double), qui empêche ou limite les fuites radioactives.
- 2. Bâtiment du combustible:** il sert au traitement et au stockage des combustibles nucléaires et des combustibles irradiés.
- 3. Bâtiment des systèmes de sécurité:** afin d'assurer une redondance multiple, il existe plusieurs systèmes de sécurité dans les centrales nucléaires (par ex. ceux des zones des incidents), dont un seul suffit déjà – s'il fonctionne bien – pour gérer un incident. Afin de les bien séparer physiquement, ces systèmes sont mis en place en générale dans différents bâtiments.
- 4. Bâtiments des générateurs Diesel:** Afin de les bien séparer physiquement, les générateurs Diesel assurant l'alimentation en courant alternatif en cas d'incident sont été installés dans plusieurs bâtiments différents.
- 5. Bâtiment auxiliaire:** c'est ici qu'on trouve les systèmes auxiliaires importants appartenant au circuit primaire et à celui secondaire.
- 6. Bâtiment de traitement des déchets:** c'est ici que les déchets nucléaires liquides et solides, produits au cours du fonctionnement du bloc, sont traités.
- 7. Hall de turbine:** bâtiment comprenant la turbine, le générateur, ainsi que les systèmes auxiliaires y liés

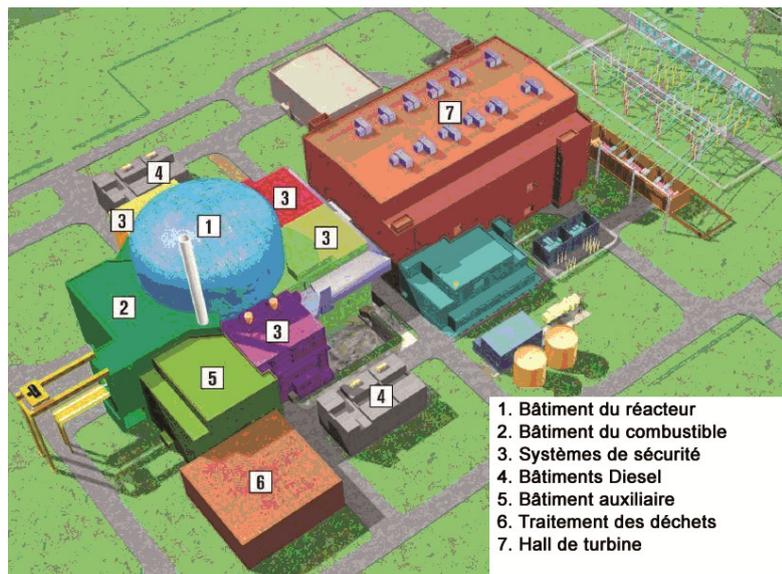


Figure n°2.2.2.5-1. Principaux bâtiments du bloc réacteur EPR [5]

2.2.2.6. Philosophie de la sûreté nucléaire – le principe de la protection en profondeur des nouvelles centrales nucléaires

Principe de la protection en profondeur

Il existent quatre barrières physiques qui assurent le confinement de la radioactivité:

1. la matrice du combustible (la matière des pastilles de combustible),
2. la gaine étanche de l'élément combustible,
3. la pression maximale du circuit primaire (tubes de la cuve de réacteur et du circuit primaire),
4. le confinement en générale à double parois, fermé hermétiquement.

Le principe de la protection en profondeur est appliqué depuis la conception des premières centrales nucléaires déjà. En plus d'assurer la prévention des incidents, il peut servir à atténuer les conséquences des éventuels accidents. Les différents niveaux de la protection en profondeur sont définis en fonction de la gravité des incidents : si le premier niveau ne fonctionne pas, le niveau de second degré entre en application, etc. Le concept initial de la protection en profondeur ([6], [7], [8]) comprenait trois niveaux. Ensuite le principe a évolué et, dans les années 1990, on a introduit la catégorie des « accidents non prévus lors de la conception » (en anglais BDBA – Beyond Design Basis Accident). Celle-ci inclut les incidents non prévus lors de la conception du réacteur (par ex. la défaillance simultanée de plusieurs dispositifs et les accidents graves). Cette nouvelle catégorie est couverte par deux nouvelles barrières de protection en profondeur. La protection en profondeur a pour objectif de conserver l'intégrité des barrières physiques, à l'aide de systèmes de sécurité et de protection automatiques ou manuels, en cas d'événements internes et externes les mettant en péril. La figure n°2.2.2.6-1. présente les cinq niveaux de la protection en profondeur, les quatre barrières physiques, ainsi que les interventions automatiques et manuelles.

L'application du principe de la protection en profondeur sur les nouveaux blocs de réacteur

Le concept de la protection en profondeur, valable pour les nouveaux blocs, inclut les cinq niveaux indiqués sur la figure n°2.2.2.6-1. [7]. Les nouveaux blocs sont déjà dimensionnés

compte tenu des incidents qui, pour les réacteurs en exploitation de nos jours, ont été considérés « accidents non prévus lors de la conception » (tels sont la défaillance simultanée de plusieurs dispositifs et les accidents de fusion du cœur). Pour cette raison, la catégorie « accident non prévu lors de la conception » s'interprète différemment pour les réacteurs actuellement en exploitation et pour les nouveaux réacteurs. Une autre évolution est que, tandis que, pour les réacteurs de nos jours, la protection en profondeur signifie la surveillance du combustible qui est dans le réacteur, pour les nouveaux réacteurs toutes les phases liées à l'utilisation du combustible sont surveillées (y compris par ex. pendant l'entreposage des assemblages de combustibles dans une piscine de désactivation).

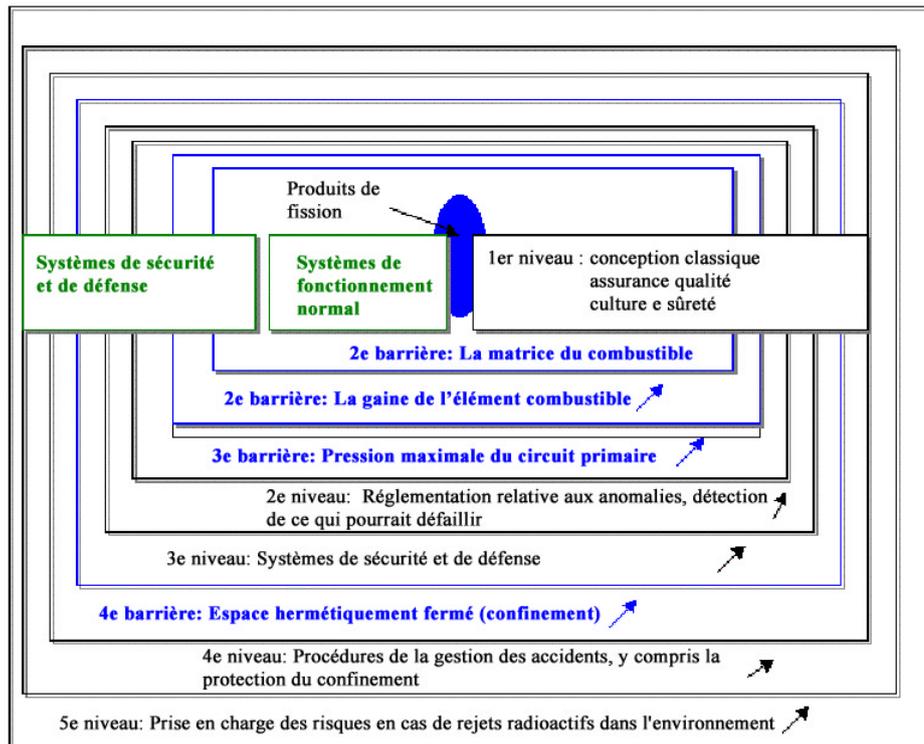


Figure n° 2.2.2.6-1 : Hiérarchie des barrières de protection, des niveaux de protection en profondeur et des interventions [6], [8]

Lorsqu'un système de sécurité destiné à maintenir une fonction de sûreté, plusieurs (en générale 3 ou 4) sous-systèmes appliqués simultanément, dont le principe de fonctionnement est identique, il s'agit d'une solution Redondante. Dans ce cas les différents sous-systèmes doivent être séparés physiquement l'un de l'autre, afin que les événements externes pouvant mettre en péril leur fonctionnement (une incendie, une injection d'eau dans la cuve) ne puissent pas conduire au dysfonctionnement simultané de tous ces sous-systèmes.

On parle d'une solution de Redondance Diversifiée lorsqu'un système de sécurité est réalisé par l'application de plusieurs sous-systèmes dont le principe de fonctionnement est différent.

Cette fonction s'appelle « tolérance de panne », si elle est assurée par des systèmes redondants, et si une défektivité du fonctionnement de l'un quelconque des systèmes redondants⁴ n'est pas susceptible d'entraîner la perte de cette fonction.

⁴ Le terme d'une seule défaillance signifie la défaillance accidentelle d'un élément du système, due à un seul défaut, et conduisant à la perte de l'élément de système en question et/ou du système qui l'inclut.

2.2.2.7. Les particularités des réacteurs de troisième génération

L'un des objectifs importants du développement des réacteurs de troisième génération était de prévenir les accidents graves hypothétiques, et d'atténuer l'impact des accidents graves ayant une probabilité extrêmement faible. Les solutions prévues au cours de la conception et les solutions technologiques appliquées permettent d'éviter, même en cas d'accidents graves, de rejeter des effluents radioactifs dans l'environnement. Ainsi, même si un accident grave survient, les réacteurs de la troisième génération n'ont pas d'impact important sur la population et sur l'environnement de la centrale nucléaire.

L'une des solutions appliquées pour la gestion de la zone éventuellement fusionnée au cours d'un accident grave, est l'utilisation d'un récupérateur (en anglais : Core catcher), permettant d'empêcher la fusion de la couche de béton située en dessous de la cuve du réacteur, par la création des espaces vides sous le fond du puits, permettant à la matière fusionnée de se répandre, ou en disposant des matières (matériaux) sous la cuve qui résistent à la matière fusionnée (les piègent). Les réacteurs EPR, ATMEA1 et MIR.1200 utilisent cette solution. Une autre solution a été élaborée pour le bloc de réacteur AP1000, chez lequel les constructeurs tentent absolument de maintenir la zone fusionnée à l'intérieur de la cuve de réacteur et, pour y parvenir, la cuve est refroidie depuis l'extérieur à l'aide de l'eau injectée dans le puits accueillant la cuve du réacteur. La version standard du réacteur coréen APR1400 recourt à une solution similaire, mais la version prévue pour le marché européen comprend également un récupérateur (« core catcher »).

Le confinement constitue un élément important de la protection en profondeur, vu que c'est ce qui est la dernière barrière entre les matières radioactives et l'environnement de la centrale nucléaire.

Pour cette raison il existe un grand nombre de solutions innovatrices destinées au renforcement du confinement des blocs de troisième génération, et au maintien à long terme de l'intégrité de la structure. La paroi interne en acier inoxydable du confinement passif du réacteur AP1000 évacue la chaleur de l'intérieur du confinement, et la chaleur est transférée par la circulation naturelle de l'air. En cas de besoin, le système de refroidissement à l'eau, responsable du refroidissement de la paroi d'acier interne depuis l'extérieur, démarre également. Le gros réservoir d'eau situé au dessus du confinement assure l'eau nécessaire à cette opération de manière passive, par la force de la gravité.

L'intégrité du confinement est protégée, en outre, par les procédures appliquées pour le traitement du gaz hydrogène – pouvant devenir explosible au moment de l'atteinte d'une certaine concentration, lorsqu'il se mélange avec l'air du confinement – libéré au cours des accidents graves hypothétiques. Dans le cadre de la procédure passive, l'hydrogène entrant dans l'espace est fixé en permanence par des récombineurs catalytiques, et dans le cadre de la procédure active des « dispositifs d'allumage d'hydrogène » sont appliqués, qui allument exprès l'hydrogène gazeux accumulé dans le confinement avant qu'elle atteigne une concentration dangereuse, en évitant ainsi que la concentration explosive soit atteinte.

Dans la majorité des pays les prescriptions actuelles requièrent que le confinement soit résistant même au choc provoqué par un avion tombé, malgré les feux provoqués par le kérosène déversé en grosse quantité.

2.2.3. Production d'énergie nucléaire dans le monde, références de la production d'énergie nucléaire

Dans les années 1960 et 1970 le secteur de l'énergie nucléaire a évolué rapidement, mais cette évolution s'est interrompue après l'accident de Three-Mile Island (Etats-Unis, 1979), ensuite

s'est arrêtée après l'accident de Tchernobyl (Union Soviétique, 1986). La situation a changé au début du 21^e siècle, principalement pour deux raisons importantes. L'une est le prix actuellement élevé du pétrole et du gaz, qui restera longtemps élevé selon les analystes du marché de l'énergie, ou risque même d'augmenter sous l'impact des crises politiques. L'autre raison est constituée par les inquiétudes et obligations internationales liées au changement climatique. A court terme, de même, à moyen terme, les sources d'énergie nouvelles (celles renouvelables et la fusion), ainsi que les nouveaux combustibles (par ex. l'hydrogène) n'assureront sûrement pas de solution au problème de production d'énergie « pure » (à zéro émission de CO₂). Pour cette raison l'application des centrales nucléaires connaît son renouveau à l'échelle mondiale, d'autant plus que, entre-temps, la technologie des centrales nucléaires a fort évolué, ainsi les indicateurs de sûreté des types de réacteur accessibles actuellement sur le marché sont devenus si bons, qu'aujourd'hui on peut considérer qu'un grand nombre de centrales nucléaires peut fonctionner de manière sécurisée. [9]

Ce changement de la tendance mondiale a influencé l'Union européenne également. Celle-ci est particulièrement sensible aux problèmes liés aux combustibles fossiles, vu que sa propre production de gaz et de pétrole ne couvre qu'une partie minime de la consommation.

D'après les données de la *figure n°2.2.3-1*, présentant la répartition des réacteurs nucléaires en exploitation selon les pays, on constate que près de 25% des 435 réacteurs en service se situent aux Etats-Unis d'Amérique. La deuxième place est occupée par la France, les 58 réacteurs nucléaires français ont assuré 75% de la production d'énergie du pays (situation au 31 décembre 2009). La Chine compte actuellement seulement 16 blocs nucléaires en exploitation, représentant une partie négligeable de la production d'énergie du pays. [10] Cependant la quantité et la répartition des réacteurs en construction s'avèrent tout à fait différentes. On trouve env. 44% des réacteurs en construction en Chine, et il est clair que les pays asiatiques ont un rôle dominant dans ce secteur. La *figure n°2.2.3-2* présente le nombre des réacteurs en construction (au total 63 centrales) selon les pays.

Au début de 2012 la grosse majorité des 435 blocs nucléaires du monde, produisant 373 GW d'électricité, était constituée par des centrales à eau pressurisée (PWR) et à eau bouillante (BWR), mais beaucoup ont utilisé la technologie canadienne CANDU à l'eau lourde [10]. Il existent encore quelques réacteurs appliquant la technologie RBMK (il s'agit du réacteur à eau bouillante utilisé à Tchernobyl: avec refroidissement à l'eau et un en graphite), et des réacteurs refroidis au gaz.

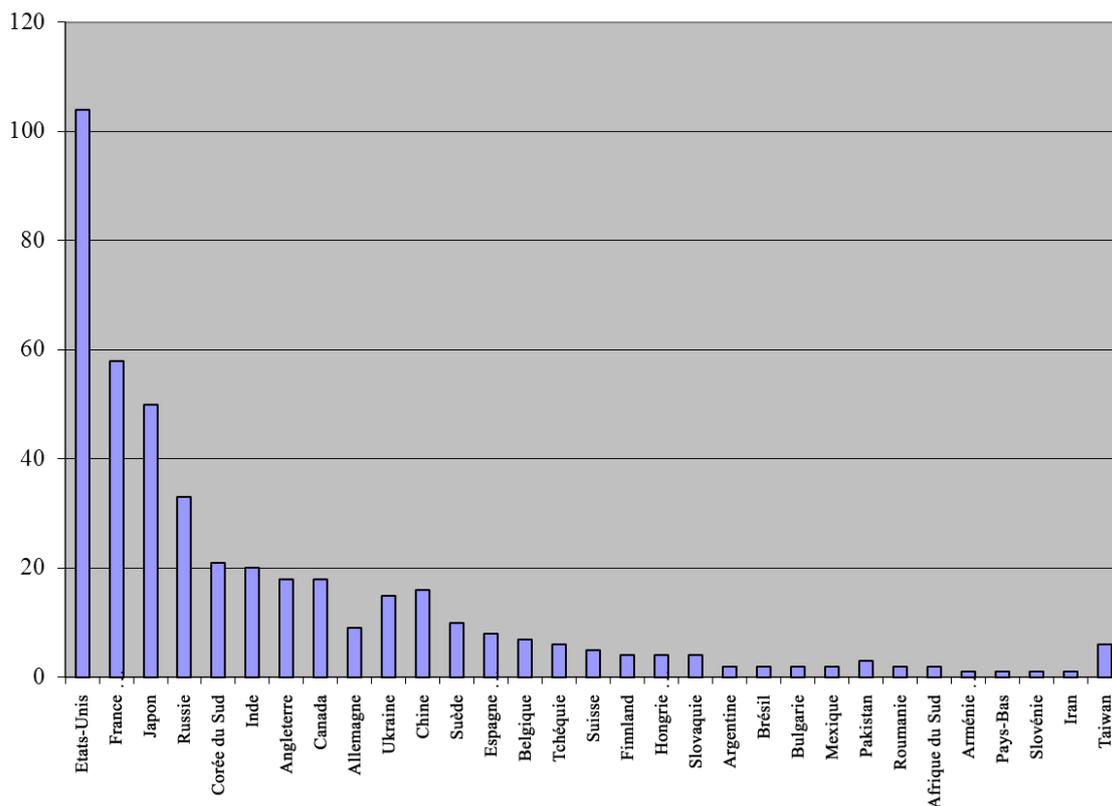


Figure n°2.2.3-1: Répartition des réacteurs en exploitation selon les pays (janvier 2012) [10]

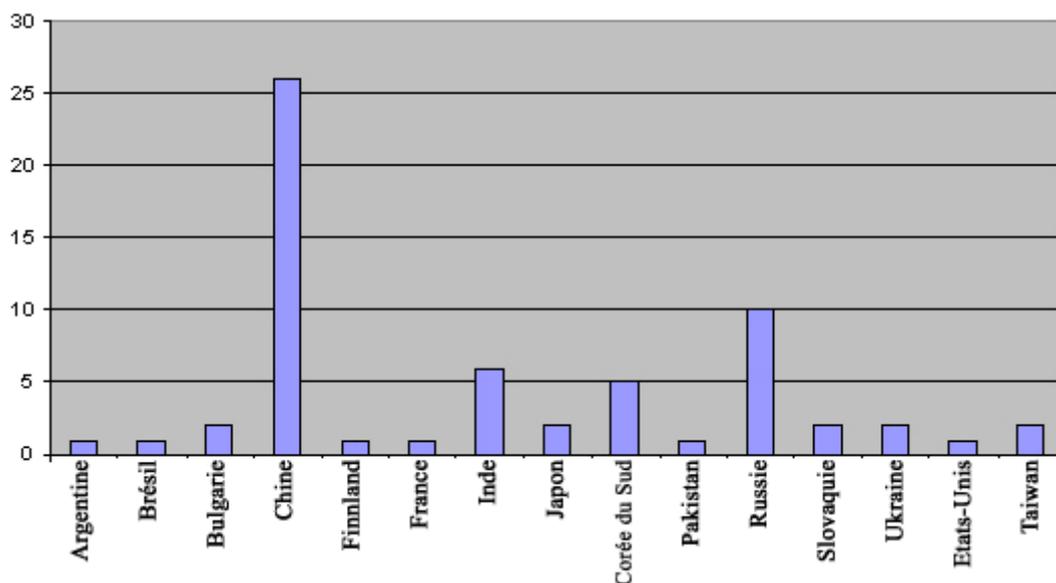


Figure n°2.2.3-2: Répartition des réacteurs en construction, selon les pays (janvier 2012) [10]

Le marché actuel est dominé par les gros fournisseurs suivants, proposant des réacteurs de troisième génération de différents types: Areva, AECL (Atomic Energy Canada Ltd.), Atomsztróexport, General Electric (GE), Hitachi, Mitsubishi, Toshiba-Westinghouse, et KEPCO (Korea Electric Power Corporation), société sud-coréenne. Ces grandes entreprises concurrentes travaillent en collaboration pour certains projets, et elles ont de nouveaux produits

qu'ils ont développé ensemble. Les réacteurs à eau pressurisée de la nouvelle gamme sont le résultat de la collaboration de cinq fabricants (Areva, Toshiba-Westinghouse, Atomsztróexport, Mitsubishi et KEPCO). En 2007 une autre joint-venture a démarré, dont le nom ATMEA, fondée par les sociétés Areva et Mitsubishi, destinée à développer un bloc de réacteur d'une puissance de 1000–1100 MW_e.

Les tableaux numéros 2.2.3-1 et 2.2.3-2, relatifs aux constructions de centrale nucléaire actuellement en cours font ressortir la dominance du réacteur à eau pressurisée. Plus de 80% des nouveaux blocs appartiennent à ce type. En revanche la proportion des réacteurs à eau bouillante est inférieure à 10%. L'Inde, qui cherche à conserver son indépendance nucléaire est une exception, car elle construit surtout des blocs de réacteur à eau lourde pressurisée (PHWR), qui est un modèle développé en Inde.

Tableau n°2.2.3-1: Constructions de réacteur en cours, selon les types de réacteur (janvier 2012) [10]

Type	Nombre des blocs de réacteur en construction [pcs]	Puissance totale [MW]	Quote-part [%]
R. à eau bouillante (BWR)	4	5 250	8,6
R. à surrégénérateur rapide (FBR)	2	1 274	2,1
RBMK* (LWGR)	1**	915	1,5
R. à eau lourde pressurisée (PHWR)	4	2 582	4,2
R. à eau pressurisée (PWR)	52	51 011	83,6
Total	63	61 032	100,0

* Réacteur à eau bouillante, utilisant le graphite comme modérateur et une eau légère pour le refroidissement.

** La construction du 5^e bloc de la Centrale nucléaire de Koursk a été commencée en Russie en 1985. Plus tard la construction a été suspendue, actuellement le bloc de réacteur est à 70% fini. Dans la base de données Power Reactor Information System [10] de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) ce réacteur figure parmi les blocs en phase de construction, et l'intention de suspendre la construction n'est pas indiquée.

Tableau n°2.2.3-2: Constructions de réacteurs de troisième génération en cours (janvier 2012) [10]

Type	Constructeur	pcs
PWR, EPR	Areva	4
ABWR	Toshiba	4
PWR, AP1000	Westinghouse	4
PWR, APR1400	Dél-Korea	2
VVER, AES-2006	ROSATOM	4
VVER, AES-92 (V-466)	ASE	2
Total:		20

La plupart des réacteurs avancés de la troisième génération sont construits en Asie, plus particulièrement surtout en Chine. Tandis que le Japon et la Corée du Sud créent des réacteurs conçus par eux-mêmes, la Chine a décidé d'utiliser les réacteurs de Areva et de Westinghouse. Le tableau n°2.2.3-3 présente les réacteurs en construction, selon les pays.

Tableau n°2.2.3-3: Les réacteurs en construction, selon les pays (janvier 2012) [10]

Pays	Nombre des réacteurs en construction [pcs]	Type des blocs en construction	Puissance totale [MW]	Quote-part [%]
Argentine	1	à eau lourde pressurisée	692	1,1
Brésil	1	à eau pressurisée	1 245	2,0
Bulgarie	2	à eau pressurisée	1 906	3,1
Chine	26	à eau pressurisée	26 620	44,0
Finlande	1	à eau pressurisée	1 600	2,6

Pays	Nombre des réacteurs en construction [pcs]	Type des blocs en construction	Puissance totale [MW]	Quote-part [%]
France	1	à eau pressurisée	1 600	2,6
Inde	6	3 à eau lourde pressurisée 1 à surrégénérateur rapide 2 à eau pressurisée	3 766	6,2
Japon	2	à eau pressurisée	2 650	4,4
Corée du Sud	5	à eau pressurisée	5 560	9,3
Pakistan	1	à eau pressurisée	300	0,5
Russie	10	8 à eau pressurisée 1 à surrégénérateur rapide 1 RBMK*	8 203	13,6
Slovaquie	2	à eau pressurisée	782	1,3
Ukraine	2	à eau pressurisée	1 900	3,1
Etats-Unis	1	à eau pressurisée	1 165	1,9
Taiwan	2	à eau bouillante	2 600	4,3
Total	63		60 589	100,0

* La construction du 5^e bloc de la Centrale nucléaire de Koursk a été commencée en Russie en 1985. Plus tard la construction a été suspendue, actuellement le bloc de réacteur est à 70% fini. Dans la base de données Power Reactor Information System [10] de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) ce réacteur figure parmi les blocs en phase de construction, et l'intention de suspendre construction n'est pas indiquée.

Suite au grand tremblement de terre survenu en mars 2011 au Japon, les travaux de développement de centrale nucléaire prévus, les procédures d'autorisation en cours, et les constructions de centrale nucléaire feront probablement l'objet d'un contrôle partout au monde. En vertu de la prescription du Conseil de l'Union européenne, dans les pays ayant des centrales nucléaires en exploitation, la sûreté des blocs nucléaires actuellement en service a été vérifiée. Les rapports de ces contrôles ont fait l'objet d'une évaluation par les autorités nationales compétentes, et un rapport national sur la sûreté des centrales nucléaires étant en service dans l'Etat en question a été envoyé à la Commission européenne par chaque pays. Ces rapports font l'objet d'un examen indépendant par un groupe de travail international, dont les membres sont délégués par les autorités de sûreté des différents Etats membres de l'UE.

MVM Paksi Atomerőmű Zrt. a remis, dans le délai du 31 octobre 2011, son rapport sur les résultats du contrôle spécifique de sûreté des blocs de réacteur 1 à 4 à l'Office hongrois de l'énergie (OAH). OAH a accepté le rapport et, sur la base de l'appréciation de ceci, il a déterminé les actions à engager par la centrale nucléaire pour augmenter davantage sa sûreté. Le Rapport National⁵ présentant les résultats du contrôle de la sûreté a été émis le 29 décembre 2011. L'office OAH l'a soumis ensuite à la Commission européenne.

Sur la base de l'évaluation du contrôle spécifique de la sûreté, OAH a constaté dans le Rapport national que le dimensionnement de la centrale nucléaire de Paks est suffisant, respecte les exigences définies dans la législation aussi bien que les pratiques internationales. Les systèmes de sécurité et les fonctions de sûreté sont conformes aux critères pris en compte lors de la détermination du dimensionnement, donc il n'y a pas besoin de prendre des mesures immédiates.

⁵ Rapport national sur le Contrôle spécifique de la Sûreté de la Centrale nucléaire de Paks, Office national de l'Énergie nucléaire, Budapest, le 29 décembre 2011.

L'autorité ayant procédé à ce contrôle a constaté, de plus, qu'il existent quelques possibilités pour augmenter davantage la sûreté de la centrale nucléaire.

2.3. Présentation récapitulative de la centrale nucléaire actuellement en exploitation sur le site et du Dépôt Provisoire des Combustibles Irradiés

2.3.1. Les caractéristiques principales technologiques de la centrale nucléaire existante

Les blocs de réacteur à eau pressurisée de type VVER-440/213 de la centrale nucléaire de Paks, ayant initialement une puissance électrique de 440MW chacun, ont été mis en exploitation entre 1982 et 1987. La centrale nucléaire est en service depuis, et fonctionne conformément aux plans, et sans interruption. Les réacteurs ont été conçus pour une durée de vie de 30 ans, qui peut être prolongée de 20 ans. Suite aux modifications réalisées pour rendre l'exploitation la plus rentable possible, tout en respectant les exigences en matière de sûreté, la puissance nominale des différents réacteurs a atteint 500 MW, ainsi la capacité nominale de la centrale nucléaire s'élève actuellement à 2000 MW. La centrale nucléaire fonctionne en tant que centrale de base, et bénéficie d'une charge relativement équilibrée.



Figure n° 2.3.1-1: Plan de visualisation des blocs de la

Les différents réacteurs se situent dans des bâtiments jumeaux. La *figure n°2.3.1-1* présente les blocs de réacteur jumeaux incluant deux réacteurs chacun. Les réacteurs de la centrale nucléaire de Paks sont à deux circuits, donc ils comprennent un circuit primaire radioactif et un circuit secondaire non radioactif. La centrale nucléaire est à eau pressurisée, et dans ses réacteurs énergétiques refroidis et modérés à l'eau, le fluide transférant la chaleur circule dans un circuit primaire fermé – incluant le réacteur-même également –, sans avoir contact avec l'extérieur.

La centrale nucléaire est susceptible de rejeter des effluents radioactifs dans l'environnement, dans le respect des limites requises, et de manière planifiée et contrôlée, notamment à travers les cheminées d'aération et le canal d'eau chaude, et des déchets radioactifs sont produits au cours de l'exploitation normale et des travaux de maintien. L'air évacué par les systèmes de ventilation, ou issu des processus technologiques est ensuite épuré par les systèmes de gestion des rejets atmosphériques, appliquant des filtres aérosols et des filtres à iode, ensuite est rejeté dans l'environnement à travers des cheminées d'une hauteur de 100m (pour l'air issu des blocs), et à travers des cheminées hautes de 30m (pour l'air évacué du laboratoire sanitaire). Les eaux résiduelles produites sont collectées dans des réservoirs de contrôle, et leur émission est précédée dans chaque cas par une qualification chimique et radiologique sévère. Les eaux dont le déversement dans l'environnement a été approuvée, sont déversées depuis les réservoirs de contrôle, à travers le canal d'eau chaude, dans le Danube, comme milieu d'accueil, et ce dans le respect des valeurs limites d'émission.

Les déchets radioactifs solides de faible ou de moyenne activité font l'objet de traitement (ils sont triés, compactés, les boues sont solidifiées), et entreposés dans les bâtiments principaux et auxiliaires de la centrale nucléaire. Les déchets radioactifs de faible ou de moyenne activité, issus de la production et du démantèlement future de la centrale nucléaire de Paks seront stockés

ensuite dans le Dépôt national de Déchets radioactifs (Nemzeti Dépôt de déchets radioactifs, NRHT).

Les déchets solides de haute activité sont entreposés dans des puits, dans un emballage permettant de les récupérer ensuite. Le stockage définitif des déchets situés dans les puits devra être assuré lors du démantèlement de la centrale nucléaire. Les combustibles irradiés sortant des réacteurs de la centrale nucléaire sont transférés soit dans un entrepôt établi spécifiquement à cette fin, soit dans le Dépôt Provisoire des Combustibles Irradiés, exploité par la société RHK Kft.

2.3.2. Le Dépôt Provisoire des Combustibles Irradiés

Les 400 assemblages de combustibles usés, produits en moyenne chaque année au cours de l'exploitation de la centrale nucléaire sont entreposés avant d'être traités ou stockés définitivement sans traitement. L'entreposage est assuré par la piscine de désactivation, située près du réacteur et ayant une capacité de stockage limitée, pendant la durée de 3,5 ans, au cours desquels l'activité spécifique et la température du combustible sortant du réacteur baissent à une valeur qui permet déjà de les placer dans des entrepôts.

Après la désactivation les combustibles irradiés sont transférés dans un entrepôt situé dans le voisinage de la centrale nucléaire, soit le Dépôt Provisoire des Combustibles Irradiés, qui est à même d'entreposer pendant au moins 50 ans les assemblages.

Le Dépôt Provisoire des Combustibles Irradiés présenté par la *figure n°2.3.2-1*, est un dépôt modulaire, sec, avec des puits (MVDS – Modular Vault Dry Storage). C'est une construction en béton armé contenant des cavités de stockage, disposées selon une matrice, et à même d'accueillir les assemblages de combustibles. Le blindage et la protection nécessaires sont assurés par la structure en béton. L'évacuation de la chaleur est réalisée par la circulation de l'air autour de la surface extérieure des éléments combustibles, et des cavités de stockage, ensuite l'air est directement rejeté dans l'atmosphère. C'est l'effet cheminée (tirage thermique) maintenu par la chaleur évacuée de l'élément combustible stocké qui fait circuler l'air traversant la chambre et qui assure, par ce fait, le refroidissement nécessaire, sans l'intervention de systèmes mécaniques, ou surveillance personnelle.

La construction du module comprenant les 3 premières chambres et du bâtiment qui dessert l'établissement a été terminée en 1997. C'est alors que le Dépôt Provisoire des Combustibles Irradiés a commencé à fonctionner. En 2000 un module de 4 chambres, en 2003 un autre module similaire ont été mis en exploitation, ensuite, en 2007, la construction d'un module de 5 nouvelles chambres a été terminée, ainsi les 16 chambres du dépôt sont devenues à même d'accueillir au total 7200 assemblages de combustible. Au 31 décembre 2010 au total 6547 assemblages de combustibles irradiés ont été stockés dans le Dépôt Provisoire des Combustibles Irradiés. En décembre 2011 un autre module de stockage, comprenant de 4 chambres a été mis en service dans le Dépôt Provisoire des Combustibles Irradiés, pour porter la capacité de stockage de l'établissement à 9308 assemblages.



**Figure n°2.3.2-1: Le Dépôt Provisoire
Combustibles Irradiés situé à Paks**

2.3.3. Zone de sécurité de la centrale nucléaire et du Dépôt Provisoire des Combustibles Irradiés

Actuellement les limites de la zone de sécurité des établissements nucléaires, ainsi que les limitations à appliquer dans la zone de sécurité doivent être déterminées sur la base des prescriptions du décret gouvernemental n°246/2011. (XI. 24.) relatif aux zones de sécurité des établissements nucléaires et des dépôts des déchets radioactifs. Ce décret prévoit que la zone de sécurité doit couvrir, au niveau du sol, une enceinte d'au moins 500 m autour du plan vertical des murs, représentant la dernière barrière technologique de protection, de la centrale nucléaire et du dépôt provisoire des combustibles irradiés. Une personne restant en permanence à la limite de la zone de sécurité de l'établissement nucléaire en exploitation normale ne peut pas être exposée, du fait du rayonnement des effluents radioactifs rejetés volontairement ou involontairement dans l'environnement, à un rayonnement de 100 µSv/an. Le décret gouvernemental inclut des restrictions relatives à la zone de sécurité (par ex. interdiction de construire des bâtiments d'habitation, des maisons de vacances, de stocker des substances dangereuses, de faire des activités humaines dangereuses pour l'établissement nucléaire).

Les limites de la zone de sécurité de la centrale nucléaire de Paks, réexaminées aux termes du décret gouvernemental n°246/2011. (XI. 24.), ont été désignées par l'Office hongrois de l'énergie, dans sa décision numéro HA5538, émise le 2 août 2012. L'étendue de la zone de sécurité est présentée par la *Figure n°M-4. de l'Annexe*. Les limites de la zone de sécurité du Dépôt Provisoire des Combustibles Irradiés, réexaminées aux termes du décret gouvernemental n°246/2011. (XI. 24.), ont été désignées par l'Office hongrois de l'énergie, dans sa décision numéro HA5540, émise le 31 juillet 2012.

En vertu de la Réglementation locale de la municipalité de Paks, relative à la construction (règlement municipal n°24/2003. (XII. 31.)), l'intérieur de la zone de sécurité de la centrale nucléaire et du Dépôt Provisoire des Combustibles Irradiés constitue une zone non constructible.

2.4. Présentation des types de réacteurs envisageables dans le cadre du projet

2.4.1. Données de base des différents types de réacteurs envisageables

L'examen préalable [9] réalisé au cours de la phase préliminaire du projet de construction de nouveaux blocs nucléaires a abouti clairement à la constatation que le type le plus approprié serait celui de la centrale nucléaire de troisième génération à eau pressurisée. C'est justifié non seulement par le fait que plus de 80 % des nouveaux blocs en construction dans le monde appartiennent à ce type, mais aussi par la disponibilité en Hongrie d'une compétence professionnelle remarquable, et par les expériences favorables de longues années, acquises au cours de l'exploitation des blocs de réacteurs de la centrale nucléaire de Paks.

L'Etude de faisabilité [9] (ayant procédé à la comparaison et à l'évaluation des particularités technologiques, de sécurité, d'exploitation, d'entretien et d'établissement), ainsi que les analyses APR1400 réalisées plus tard, ont abouti à la constatation que les types appropriés pour les blocs de réacteurs à construire sont les suivants :

- AP1000 – Advanced Pressurized Water Reactor 1000 (Toshiba-Westinghouse),
- AES-2006 (Atomstroyexport, sur le marché international ce type est vendu sous le nom de MIR.1200),
- EPR – Evolutionary Pressurized water Reactor (Areva),
- ATMEA1 (Areva-Mitsubishi),

- APR1400 – Advanced Pressurized Reactor (KEPCO – Korea Electric Power Corporation).

Les principaux paramètres techniques et de sûreté de ces différents types sont récapitulés par le *tableau n°2.4.1-1*, les objectifs de sécurité et les solutions de conception appliquées en vue d'atteindre ces objectifs, ainsi que les procédures destinées à atténuer les conséquences d'un accident sont présentés par le *tableau n°2.4.1-2*.

2.4.1.1. AP1000 – Westinghouse Advanced Passive PWR

Caractéristiques techniques

AP1000 (*Figure n°2.4.1.1-1*) est une construction simple, mûrie, et sécurisée. Vu que la capacité installée est supérieure au niveau moyen, les coûts d'investissement spécifiques sont bas, la durée des révisions générales à réaliser après chaque 10 ans est de 40 jours environ. L'autorité nucléaire américaine (NRC) a émis une autorisation relativement à ce type de bloc nucléaire, qui est conforme aux exigences de l'EUR⁶ (European Utility Requirements for LWR Nuclear Power Plants ; Exigences des compagnies d'électricité européennes).

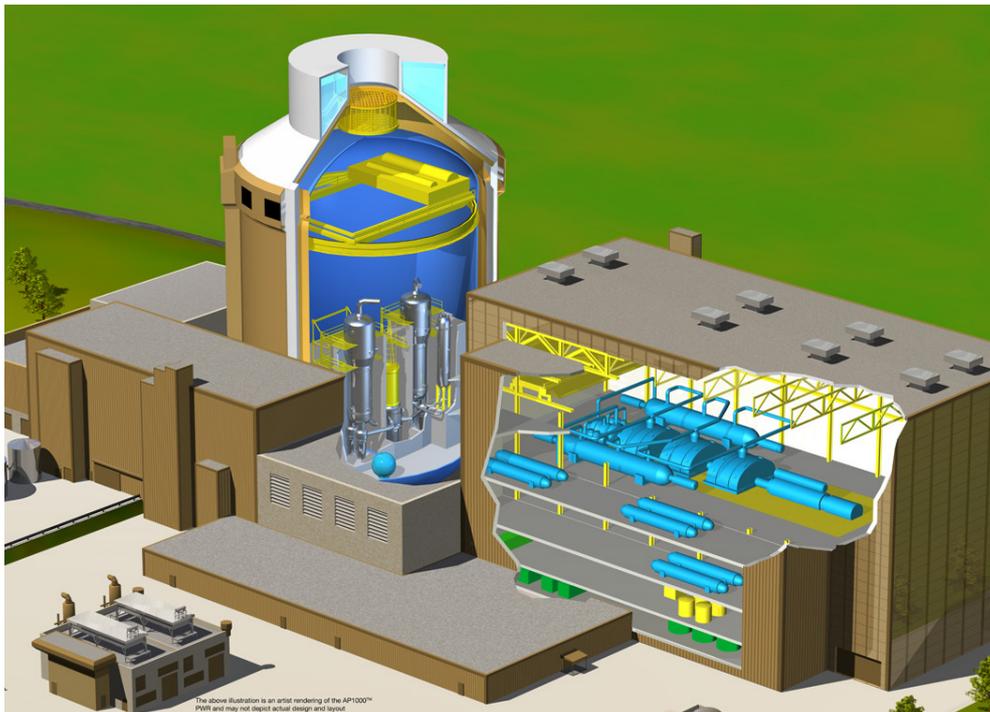


Figure n°2.4.1.1-1: Plan de visualisation du bloc AP1000 [11]

La zone inclut 157 assemblages de combustibles PWR, comprenant les 17×17 crayons conformes à la norme, dont 69 sont des assemblages de régulation.

A la fin du cycle de combustible 43% de la zone sont changés en élément combustible nouveau. [12], [13], [14]

Le circuit primaire est à deux boucles, avec 2 branches froides et 1 branche chaude par boucle. Les branches froides comprennent au total 4 pompes de circulation, montées directement sur le raccord de sortie du bas des générateurs de vapeur verticaux. La cuve de réacteur correspond au

⁶ Système d'exigences global, élaboré au début des années 1990 par les propriétaires et exploitants des centrales nucléaires d'Europe occidentale.

réservoir de Westinghouse largement appliqué par le passé. Une turbine à 60 Hz à tour lent (1800 rpm) est raccordée sur le circuit secondaire du bloc de référence, la turbine à tour lent (1500 rpm), à connecter à un réseau de 50 Hz, est encore en phase de conception.

Caractéristiques de sécurité

Les systèmes de sécurité du type AP1000 sont passifs, autrement dit ils ne comprennent pas de composants actifs (par ex. de pompes), leur fonctionnement ne requiert pas l'utilisation de systèmes auxiliaires classés «système de sécurité» (par ex. d'alimentation à courant alternatif, ou d'eau de refroidissement). Il y a quatre systèmes de sécurité passifs (système de sécurité signalant les incidents survenus dans la zone, systèmes de sécurité d'injection et de réduction de la pression, système d'évacuation de la chaleur résiduelle, refroidissement du confinement), lesquels respectent le principe de la tolérance de panne. Leur fiabilité a été testée à deux niveaux de performance différents (600 MW et 1000 MW), dans le cadre de programmes expérimentaux globaux.

Le commandement des systèmes de sécurité exige très peu d'intervention humaine, vu que but était d'éviter la nécessité d'intervenir, au lieu d'automatiser les interventions. Tous les systèmes de sécurité se trouvent dans le bâtiment auxiliaire ou dans le confinement, conçus de façon à résister à une surpression de 4,1 bars, et ces bâtiments ont une fondation commune, résistante aux séismes.

2.4.1.2.MIR.1200

Caractéristiques techniques

Le fabricant russe fournit aujourd'hui principalement deux versions de réacteur VVER : le type AES-92 [13], qui est un bloc de réacteur de la 3^e génération, et le type AES-2006 (*figure n° 2.4.1.2-1*), une version plus avancée du précédent, dont en Russie on construira 17 jusqu'en 2020 (avec une capacité totale de 20 000 MW_e). Tout comme les versions précédentes des blocs VVER, ces réacteurs incluent également 4 boucles de circuit primaire, et des générateurs de vapeur horizontaux.

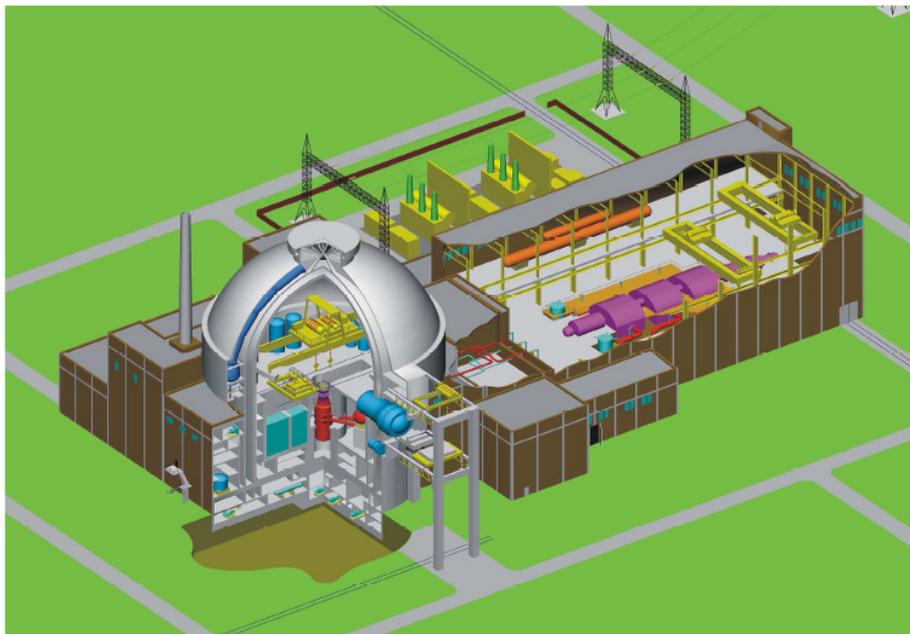


Figure n° 2.4.1.2-1: Plan de visualisation du bloc MIR.1200 [15]

La version produite pour le marché international du bloc AES-2006 est le type MIR.1200, lequel a évolué par rapport au type AES-92 surtout du point de vue de la rentabilité (performance unitaire, rendement), et de l'amélioration de la disponibilité (par ex. facteur de l'utilisation des capacités de 92%, atteinte de la durée de vie de 60 ans). En plus des changements visant la sécuriser les réacteurs, le fonctionnement des pompes de circulation a également été amélioré (par la suppression de l'opération de la lubrification), un combustible nouveau, contenant du poison neutronique consommable⁷ a été introduit, et la fiabilité des générateurs de vapeur a été augmentée. Selon les prévisions, le type MIR.1200 sera à même d'utiliser du combustible MOX. Dans les blocs de nouvelle construction une technique de commande intégrée, numérique est appliquée. Le circuit secondaire du bloc comprend une turbine à mouvement rapide (3000 rpm), mais l'application de turbines à mouvement lent (1500 rpm) est également prévue. L'application cohérente des normes de sécurité généralement admises à l'échelle internationale et des exigences EUR⁸ ont amélioré le bloc MIR.1200 au niveau de qualité de l'AP1000 et de l'EPR. C'est confirmé par le fait que le type AES-92 a été certifié conforme par l'organisme EUR.

Caractéristiques du système de sécurité

En cas d'incident, le refroidissement à long terme du réacteur et du circuit primaire est assuré sans intervention humaine, c'est assuré par 4 hydroaccumulateurs de haute pression et 8 hydroaccumulateurs de basse pression, avec les systèmes de refroidissement de zone, de fonctionnement automatique.

Les systèmes nucléaires du bloc se situent dans un confinement à double parois, dimensionné de manière à résister à une surpression de 4 bars en cas d'incident, et la chemise d'acier intérieure dispose d'un refroidissement passif. Les systèmes de sécurité travaillant avec une capacité de 100% chacun ont quatre canaux indépendants l'un de l'autre, chacun de ces canaux étant alimenté en énergie à travers un générateur diesel d'une puissance de 6,3 MW. La partie intérieure du confinement fonctionne en tant que piège de matière fusionnée.

2.4.1.3. ATMEA1

Caractéristiques techniques

Le type ATMEA1 (*Figure n°2.4.1.3-1*) est le résultat de l'évolution de la technologie à eau pressurisée d'Areva et Mitsubishi, laquelle technologie a déjà fait ses preuves. Le bloc est fondé sur le type à eau pressurisée à trois boucles de Mitsubishi, mais inclut un nombre de solutions EPR. Les plans du bloc sont conformes aux exigences EUR. La construction de ce type exige 5 ans, du fait de la capacité installée supérieure à la moyenne (1000–1150 MW) les coûts spécifiques d'investissement sont favorables. Les assemblages de combustibles comprennent 17×17 positions de crayons, et sont conformes aux assemblages utilisés dans la zone EPR, sauf qu'ils sont plus courts à ceux-ci. Une révision générale est à prévoir chaque dix ans. La puissance du bloc peut être modifiée à une vitesse maximum de 5%/minute. Le bloc peut être exploité également en mode réglementation de fréquence automatique. [16], [17]

⁷ Le poison nucléaire est une substance qui absorbe les neutrons (en diminuant ainsi le facteur de multiplication des neutrons), sans contribuer à la réaction de fission en chaîne.

⁸ EUR: Exigences des compagnies d'électricité européennes. *Note du traducteur.*

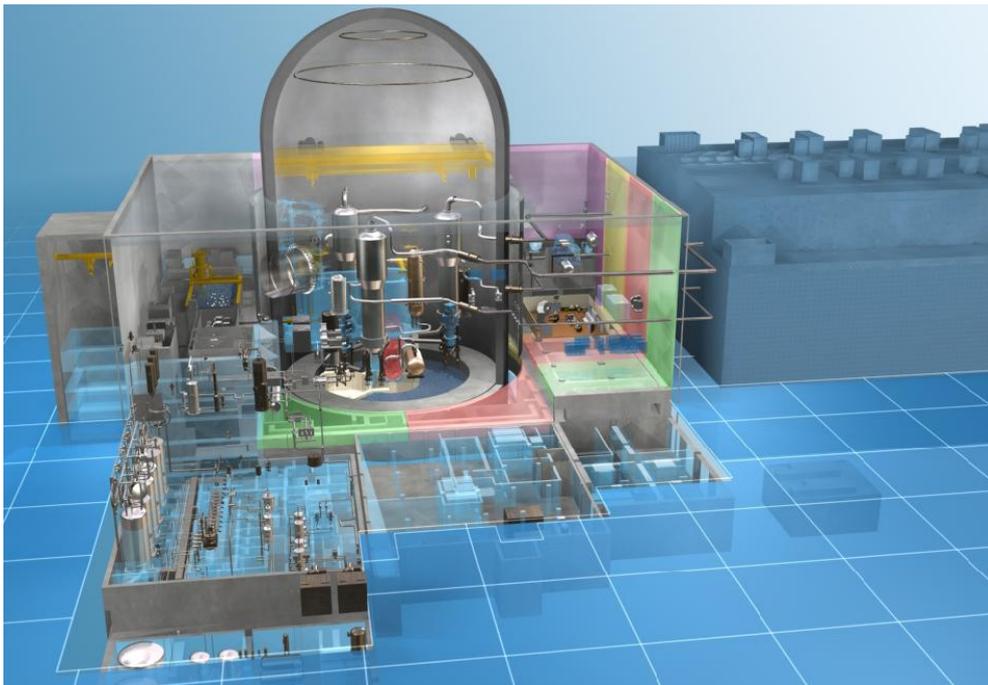


Figure n°2.4.1.3-1: Plan de visualisation du bloc nucléaire ATMEA1 [18]P

Caractéristiques du système de sécurité

Les systèmes de sécurité comprennent trois branches actives indépendantes, redondantes à 100%, permettant de réaliser l'entretien même au cours de l'exploitation. Pour la gestion des conséquences des accidents graves, ils utilisent les solutions considérées standards des blocs de réacteurs de troisième génération, soit: le piège de matière fusionnée pour la localisation et le refroidissement de la zone fusionnée, les recombineurs catalytiques et les dispositifs d'allumage d'hydrogène pour éviter les concentrations dangereuses accumulées dans le confinement, le rejet contrôlé de l'air radioactif dans l'atmosphère (en passant par un filtre) et le refroidissement, destinés à sauvegarder l'intégrité du confinement à long terme. Le confinement est à double parois, résistant même au choc provoqué par un gros avion tombé. Le bloc est résistant aux séismes, à tel point qu'il peut être construit même dans des zones exposées aux tremblements de terre.

2.4.1.4. EPR – Evolutionary Pressurized Water Reactor

Caractéristiques techniques

Le type EPR (« European Pressurized Water Reactor », lequel nom a été changé en « Evolutionary Pressurized Water Reactor » lors de son lancement sur le marché américain, pour des raisons de marketing) (*Figure n°2.4.1.4-1*) constitue une évolution de la technologie à eau pressurisée de Framatome, société française, et Siemens-KWU, entreprise allemande, laquelle technologie a fait ses preuves. Les plans du bloc ont déjà reçu l'autorisation des autorités finlandaise, française et chinoise, et celles des Etats-Unis et du Royaume Uni sont en train de les examiner. Le bloc est conforme aux exigences EUR. [19]



Figure n°2.4.1.4-1: Plan de visualisation du bloc EPR en construction à Olkiluoto, Finlande
[19]

Du fait de la grande capacité installée, les coûts d'investissement spécifiques sont raisonnables, cependant, compte tenu des conditions d'utilisation du réseau de la Hongrie, la puissance unitaire élevée représente plutôt un désavantage. Par contre, si les capacités de réserve de ce bloc EPR sont utilisées dans le cadre d'une coopération régionale, les investissements complémentaires nécessaires ne diminuent pas sa compétitivité. Le rechargement du coeur, accompagné de travaux de maintien préventif, demande 16 jours, les révisions générales à réaliser après chaque 10 ans durent environ 40 jours.

Le coeur inclut 241 assemblages, dont chacun comprend 17×17 crayons. La régulation de la réactivité est assurée par des grappes de contrôle, incluant 89 crayons de contrôle.

Le circuit primaire inclut quatre boucles, avec une pompe de circulation par boucle, et un générateur de vapeur. Le circuit secondaire est le résultat de l'évolution du circuit secondaire fonctionnant dans les blocs Konvoi allemands, ayant fait leur preuve, et ayant des indices de disponibilité excellents. Le système de vapeur, de condensat et d'eau d'alimentation, ainsi que les différentes vitesses des turbines haute et basse pression ont été optimisés, ce qui a contribué à l'accroissement significatif du rendement.

Les systèmes assumant en fonctionnement normal les tâches de régulation et de protection sont redondants (doubles), et présentent une tolérance de panne. Les incidents transitoires prévisibles peuvent être résolus par 2 systèmes redondants, divers, tandis que les incidents postulés sont gérés par quatre systèmes redondants. L'alimentation de secours est assurée par quatre générateurs diesel, situés dans un bâtiment séparé. Du point de vue de l'entretien il est d'une importance primordiale qu'un parmi les systèmes quadri-redondants peut à tout moment être mis hors service, aux fins d'une réparation ou d'un entretien.

Caractéristiques du système de sécurité

Les indicateurs de sécurité importants du bloc (fréquence de la fusion du coeur, probabilité des émissions radioactives importantes, etc.) sont excellents. Les systèmes de sécurité sont des systèmes quadri-redondants, les sous-systèmes ont une capacité de 100% chacun.

Il n'y a pas d'injection haute pression, il y a seulement des systèmes d'injection de moyenne et basse pression. L'In-containment Refueling Water Storage Tank (IRWST) (réservoir principal d'eau borée) se situe en bas dans le bâtiment de réacteur, et allie les fonctions de stockage et de réservoir du liquide de refroidissement. La gestion des accidents graves dus à la fusion du cœur est réalisée à l'aide du piège de matière fusionnée. L'eau stockée dans le réservoir IRWST est versée sur la matière fusionnée par une technique passive (par la force de la gravitation).

La paroi interne du confinement à double parois est en béton armé, et est recouverte d'une couche d'acier d'une épaisseur de 6mm. La paroi externe en béton armé normal sert la protection contre les événements externes, et est dimensionnée de manière à résister au choc provoqué par un avion tombé.

Lors des accidents graves des recombineurs H₂ auto-catalytiques passifs sont appliqués. Ce système sert à atténuer les conséquences des accidents graves, et le système de refroidissement est prévu pour baisser la pression du confinement

2.4.1.5. APR1400 – Advanced Pressurized Reactor

Caractéristiques techniques

Le bloc APR1400 (*Figure n°2.4.1.5-1*) a été développé par KEPCO (Korea Electric Power Corporation), société sud-coréenne, sur la base de réacteur type OPR1000 (Optimum Power Reactor) ayant une puissance électrique 1000 MW. Tous les deux types de réacteurs sont basés sur le bloc appelé System 80+ de la société Combustion Engineering, élaboré aux Etats-Unis au début des années 1990. Les plans du bloc ont obtenu l'autorisation de l'autorité nucléaire sud-coréenne, la préparation du dossier nécessaire à l'obtention de l'autorisation relative au type NRC est en cours actuellement. Ce type n'a pas encore certifié EUR.

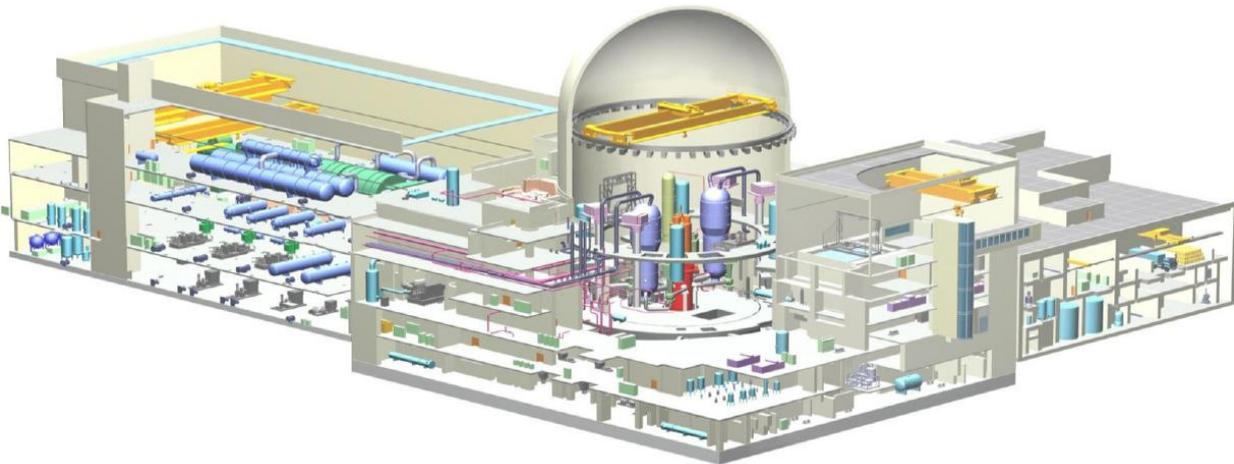


Figure n°2.4.1.5-1: Le plan de visualisation du bloc APR1400 [18]

Les indicateurs de sécurité de ce bloc sont bons, il utilise toutes les solutions reconnues à l'échelle internationale visant à prévenir les accidents graves et à réduire les conséquences de ceux-ci. Dans les conditions du système hongrois le bloc a le désavantage d'avoir une puissance unitaire élevée mais (tout comme pour les blocs EPR), si ses capacités de réserve sont utilisées dans le cadre d'une coopération régionale, les investissements complémentaires nécessaires ne diminuent pas sa compétitivité.

Le cœur de ce réacteur inclut 241 assemblages (conformes aux assemblages standards PWR), dont chacun comprend 16×16 crayons. Le combustible est produit par la société KNF (KEPCO

Nuclear Fuel). Ce bloc est capable de fonctionner également avec des assemblages dont maximum un tiers est constitué par des éléments combustibles MOX.

Le circuit primaire APR1400 inclut deux boucles. Une boucle inclut une branche chaude et deux branches froides, et toutes les branches froides comprennent une pompe de circulation (cette construction est similaire à celle du bloc AP1000, conçu par Westinghouse). Les branches chaudes se raccordent sur des générateurs de vapeur verticaux de très grande taille, dont chacun est conçu pour être capable de transférer une puissance thermique de 2000 MW. Dans le circuit secondaire la quantité d'eau est si importante qu'en cas de perte de 100% de l'eau d'alimentation il y a au moins 20 minutes à disposition avant le dessèchement total du générateur de vapeur.

Une seule turbine puissante – ayant une vitesse à haute pression et trois vitesses à basse pression, et un régime de 1800/minute (pour un réseau de 60 Hz) - appartient au bloc APR1400. Le système a été élaboré de façon à être à même d'évacuer la vapeur même en cas d'arrêt survenu à une charge maximum, sans que la turbine ou le réacteur soit mis à l'arrêt d'urgence. Cette turbine prévue pour un réseau à 50 Hz, fonctionnant avec un régime de 1500tours/min sera utilisée pour la première fois dans les blocs APR1400 des Emirats Arabes Unis.

Caractéristiques du système de sécurité

Le système de protection de ce réacteur est quadri-redondant, applique des systèmes de sécurité actifs et passifs également afin d'atteindre les objectifs sécurité.

La cuve peut être alimentée en eau à travers quatre raccords assurant une injection directe depuis l'énorme (presque 2500 m³) réservoir d'eau prévu pour le rechargement du cœur, situé dans le confinement (IRWST – In-containment Refueling Water Storage Tank). La capacité de toutes les branches s'élève à 50%, ce qui représente une redondance de 4×50%. En plus de l'injection à haute pression entraînée par des pompes, toutes les branches incluent un réservoir de grande taille sous pression (un accumulateur), à fonctionnement passif.

Le confinement principal du bloc APR1400 est construit en béton armé précontraint, dont la paroi interne est couverte d'un revêtement d'acier hermétique. Le confinement secondaire couvrant l'extérieur du confinement principal assure la protection suffisante contre les dangers extérieurs (par ex. le choc provoqué par un avion tombé). Le système de pulvérisation appliqué pour diminuer la température et la pression du confinement comporte deux branches indépendantes, ses pompes étant reliées avec un réservoir IRWST. L'espace intérieur du confinement est d'une dimension si grande qu'en l'occurrence d'un accident grave hypothétique, la pression resterait inférieure aux limitations pendant 24 heures, et la concentration en hydrogène n'atteindrait nulle part une valeur dangereuse.

En cas d'accidents graves le système tente de maintenir la zone fusionnée à l'intérieur de la cuve, par le refroidissement de l'extérieur de celle-ci. Mais la version EU-APR1400 élaborée pour les constructions européennes est également pourvue d'un piège de matière fusionnée. L'hydrogène est maîtrisé par des recombineurs mais, en complément, des dispositifs d'allumage d'hydrogène sont également utilisés [20].

Tableau n°2.4.1-1: Principaux caractéristiques techniques des types de bloc envisageables

Types de blocs	AP1000	MIR.1200	ATMEA1	EPR	APR1400
Maximum de la puissance nette	1117 MW	1150 MW	1000 MW	1600 MW	1400 MW
Durée de vie	60 ans	50 (60) ans	60 ans	60 ans	60 ans
Facteur d'utilisation de la puissance prévue	93%	92%	92%	92%	au moins 92%
Arrêts annuels dus à la révision générale planifiée	17 jours	20 jours	16 jours	14 jours	17 jours
Auto-consommation	6,9%	7,0%	5,8%	7,0%	3,8%
Type de combustible utilisable	UO ₂ , MOX	UO ₂	UO ₂ , MOX	UO ₂ , MOX	UO ₂ , MOX
Source du combustible utilisable	Westinghouse	TVEL	Areva et MHI	Areva	KEPCO Nuclear Fuel
Cycle combustible	18 mois	18 à 24 mois	12 à 18 à 24 mois	12 à 18 à 24 mois	18 mois
Besoins en combustible	43,2 t UO ₂ / 18 mois	43,0 t UO ₂ / 24 mois	42,7 t UO ₂ / 24 mois	64 t UO ₂ / 24 mois	44,7 t UO ₂ / 18 mois
Nombre des nouveaux assemblages de combustibles au moment du chargement des coeurs	68 pcs (18 par mois)	82 pcs (24 par mois)	60 pcs (18 par mois)	120 pcs (24 par mois)	92 pcs (18 par mois)
Enrichissement moyen des nouveaux assemblages	4,8%	4,0%	4,95%	4,4%	4,09%
Capacité de manoeuvre	Entre 25% et 100%, 100% à 50% à 100% par jour	Entre 30% et 100%, max. 250 pcs Δ70% par an	Entre 30% et 100%	Entre 20% et 100%, 100% à 25% à 100% par jour	Entre 20% et 100%, 100% à 25% à 100% par jour
Pression du circuit primaire	155,2 bars	157 bars	155 bars	155 bars	155 bars
Température d'entrée du réacteur	280,6 °C	291,0 °C	290,9 °C	295,5 °C	290,6 °C
Température de sortie du réacteur	321,1 °C	320,0 °C	326,3 °C	328,0 °C	323,9 °C
Pression de sortie du générateur de vapeur	57,6 bars	62,7 bars	>70 bars	78,0 bars	69,0 bars
Quantité d'eau de refroidissement utilisée	136 000 m ³ /h	140 000 m ³ /h	122 000 m ³ /h	190 000 m ³ /h	173 000 m ³ /h

Tableau n°2.4.1-2: Solutions de conception appliquées à l'atteinte de l'objectif, et procédures visant à réduire les conséquences

Objectif de sécurité à atteindre	Conception appliquée pour atteindre l'objectif, ou procédure visant à réduire les conséquences				
	AP1000	MIR.1200	ATMEA1	EPR	APR1400
Gestion des incidents survenus du fait du redimensionnement	<ul style="list-style-type: none"> – Systèmes de sécurité passifs – Rétention dans la cuve de réacteur – Injection d'eau dans la cuve et refroidissement extérieure de la cuve – Recombinateurs catalytiques d'hydrogène et dispositifs d'allumage 	<ul style="list-style-type: none"> – Confinement double parois – Système de refroidissement passif – Système de refroidissement passif du confinement – Recombinateurs catalytiques d'hydrogène – Piège de matière fusionnée 	<ul style="list-style-type: none"> – Confinement de béton précontraint de grand volume – Refroidissement long terme du confinement – Recombinateurs catalytiques d'hydrogène – Piège de matière fusionnée 	<ul style="list-style-type: none"> – Confinement double parois – Système de refroidissement du confinement – Recombinateurs catalytiques d'hydrogène – Piège de matière fusionnée (épandage et refroidissement de la matière fusionnée) 	<ul style="list-style-type: none"> – Confinement de béton précontraint de grand volume – Refroidissement long terme du confinement – Recombinateurs catalytiques d'hydrogène – Rétention dans la cuve de réacteur (en option : piège de matière fusionnée)
Prévention des processus haute tension susceptible de provoquer un défaut précoce du confinement	<ul style="list-style-type: none"> – Soupapes de décompression automatiques du circuit primaire 	<ul style="list-style-type: none"> – Soupapes de décompression – Système de refroidissement passif 	<ul style="list-style-type: none"> – Soupapes de décompression rapide, redondantes 	<ul style="list-style-type: none"> – Soupapes de décompression de circuit primaire à fonctionnement manuel 	<ul style="list-style-type: none"> – Soupapes de décompression à fonctionnement manuel – Pulvérisateur du confinement
Gestion de l'hydrogène produit	<ul style="list-style-type: none"> – Recombinateurs passifs (pour les incidents dus à une fuite de la tuyauterie) – Dispositifs d'allumage de l'hydrogène (pour les accidents graves) 	<ul style="list-style-type: none"> – Recombinateurs passifs 	<ul style="list-style-type: none"> – Recombinateurs passifs 	<ul style="list-style-type: none"> – Recombinateurs passifs 	<ul style="list-style-type: none"> – Recombinateurs passifs + Dispositifs d'allumage de l'hydrogène
Stabilisation et refroidissement de la matière fusionnée dans le coeur	<ul style="list-style-type: none"> – Rétention à l'intérieur de la cuve de réacteur – Injection d'eau dans la cuve et refroidissement extérieure de la cuve 	<ul style="list-style-type: none"> – Piège de matière fusionnée 	<ul style="list-style-type: none"> – Stabilisation du piège de matière fusionnée située à l'extérieur de la cuve 	<ul style="list-style-type: none"> – Stabilisation du piège de matière fusionnée située à l'extérieur de la cuve 	<ul style="list-style-type: none"> – Rétention à l'intérieur de la cuve de réacteur – Injection d'eau dans la cuve et refroidissement extérieure de la cuve (la version européenne)

Objectif de sécurité à atteindre	Conception appliquée pour atteindre l'objectif, ou procédure visant à réduire les conséquences				
	AP1000	MIR.1200	ATMEA1	EPR	APR1400
					inclura également un piège de matière fusionnée)
Baisse de la pression du confinement	Système de refroidissement passif du confinement	<ul style="list-style-type: none"> – Systèmes de refroidissement passif, de superficie étendue (entre 0 à 24 heures) – Equipements mobiles (entre 24 à 72 heures) 	– Pulvérisation du confinement	<p>Avec le refroidissement de l'espace du confinement:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Pulvérisation de l'eau d'en haut sur la matière fusionnée, son refroidissement en bas – Refroidissement du pulvérisateur du confinement, à démarrage manuel 	Pulvérisateur de confinement + système d'évacuation de chaleur pendant l'arrêt

2.4.2. Présentation du système de refroidissement prévu

L'analyse des possibilités de refroidissement applicables dans les nouveaux blocs nucléaires du site de Paks a été réalisée dans le cadre d'examen spécifiques [21], [95]. Ces examens ont visé à choisir le mode de refroidissement qui assure, tout au long de sa durée de vie prévue, la meilleure efficacité, le meilleur rendement, et l'utilisation des meilleures solutions techniques, compte tenu des circonstances et conditions climatiques pertinentes. D'après les résultats des analyses réalisées, tout comme pour les quatre blocs utilisés actuellement, c'est le système de refroidissement à l'eau qui a été retenu.

Au cours de l'exploitation du système de refroidissement, l'alimentation en eau de refroidissement industrielle des blocs nucléaires, et l'alimentation en eau de refroidissement des condenseurs, sont assurées à l'aide de l'eau captée dans le Danube. L'application du système de refroidissement à l'eau est limitée par les exigences environnementales relatives à la charge thermique due au retour de l'eau de refroidissement réchauffée. Afin que les valeurs limites puissent être respectées après l'entrée en service des nouveaux blocs, même dans des conditions extrêmes (une température élevée du Danube, un rendement d'eau bas), il est possible de mélanger de l'eau froide fraîche avec l'eau de refroidissement réchauffée, rejetée par les blocs ou, en cas de circonstances extraordinaires, il est possible de diminuer la charge des blocs nucléaires.

Lorsqu'on utilise un système de refroidissement à l'eau fraîche, fondé sur l'utilisation de l'eau brute prise dans le Danube, traversant les circuits, l'eau est utilisée à l'état brut, sans traitement chimique, après passage à travers un filtre mécanique permettant de retenir les matières en suspension. Les besoins en eau de refroidissement des condenseurs des blocs, autrement dit, la quantité de l'eau brute à capter dans le Danube, est indiquée, selon les puissances à produire par bloc de réacteur, dans le *Tableau n°2.4.2-1*. Après son utilisation, la quantité totale de l'eau de refroidissement réchauffée est rejetée dans le Danube.

Le plan de situation du système de refroidissement à l'eau fraîche est présenté dans la *figure n° 2.4.2-1*.

Tableau n°2.4.2-1: Données de référence prises en compte lors de l'examen du système de refroidissement à l'eau fraîche

	Dans le cas d'une puissance de 2×1200 MW	Dans le cas d'une puissance 2×1600 MW
Réchauffement de l'eau de refroidissement dans le condenseur [°C]	8	8
Besoins nominaux en eau des condenseurs [m ³ /s]		
Par blocs nucléaires	66	86
Au total	132	172

La station de levage de l'eau du Danube sera construite au dessus de l'embouchure du canal d'eau froide existant de la centrale nucléaire. L'eau traversera cette station en deux étapes. La station de pompage remontera d'abord l'eau brute du Danube dans le nouveau canal d'eau froide, ensuite la station de pompage du condenseur transférera l'eau de refroidissement vers les condenseurs. Le nouveau canal d'eau froide est d'une profondeur de 4m environ, la cuvette du canal est – en fonction du choix de la version de bloc – est d'une largeur de 12 à 20m, et d'une longueur de 1000m environ.

Depuis le bâtiment de filtrage, l'eau de refroidissement du condenseur arrive à la station de pompage à travers un canal de béton armé clos. L'usine de pompage doit faire passer la quantité

d'eau de refroidissement nécessaire, du canal d'eau froide, à travers les condenseurs, dans le canal d'eau chaude partante. L'eau chaude quitte le bâtiment principal à travers des canaux de béton armé, qui sont reliés avec le canal d'eau chaude existant de la centrale nucléaire, en passant par un ouvrage d'art dont le niveau d' hauteur est inchangé. D'après les calculs hydrauliques préalables [21] le canal d'eau chaude existante est capable de faire passer non seulement le débit d'eau de 100–110 m³/s (max. 120 m³/s) des blocs actuellement en service, mais aussi celui de 172 m³/s des nouveaux blocs ayant une puissance de 2×1600 MW, soit 172 m³/s.

Au point de rejet de l'eau de refroidissement dans le Danube, un autre point de rejet dans le Danube sera construit, relié à une nouvelle branche d'eau chaude, qui sera située, selon les prévisions, à une distance de près de 1000m du point de rejet actuel, au sud de ceci. Le nouveau tronçon de canal commence avant la courbe existante, tournant vers le Danube, du côté de l'aval du canal existant, en traversant un nouvel ouvrage d'art de branchement (*figure n° 2.4.2-1*). (Il est prévu de construire une centrale hydroélectrique de récupération sur les canaux d'eau chaude.)

La rive du sud du nouveau tronçon de canal d'eau chaude fonctionnera – en remplacement du tronçon du bord du sud du canal d'eau chaude existant, qui commence au point de commencement du nouveau canal, et finit à l'embouchure – en tant qu'ouvrage d'art de protection contre les inondations.

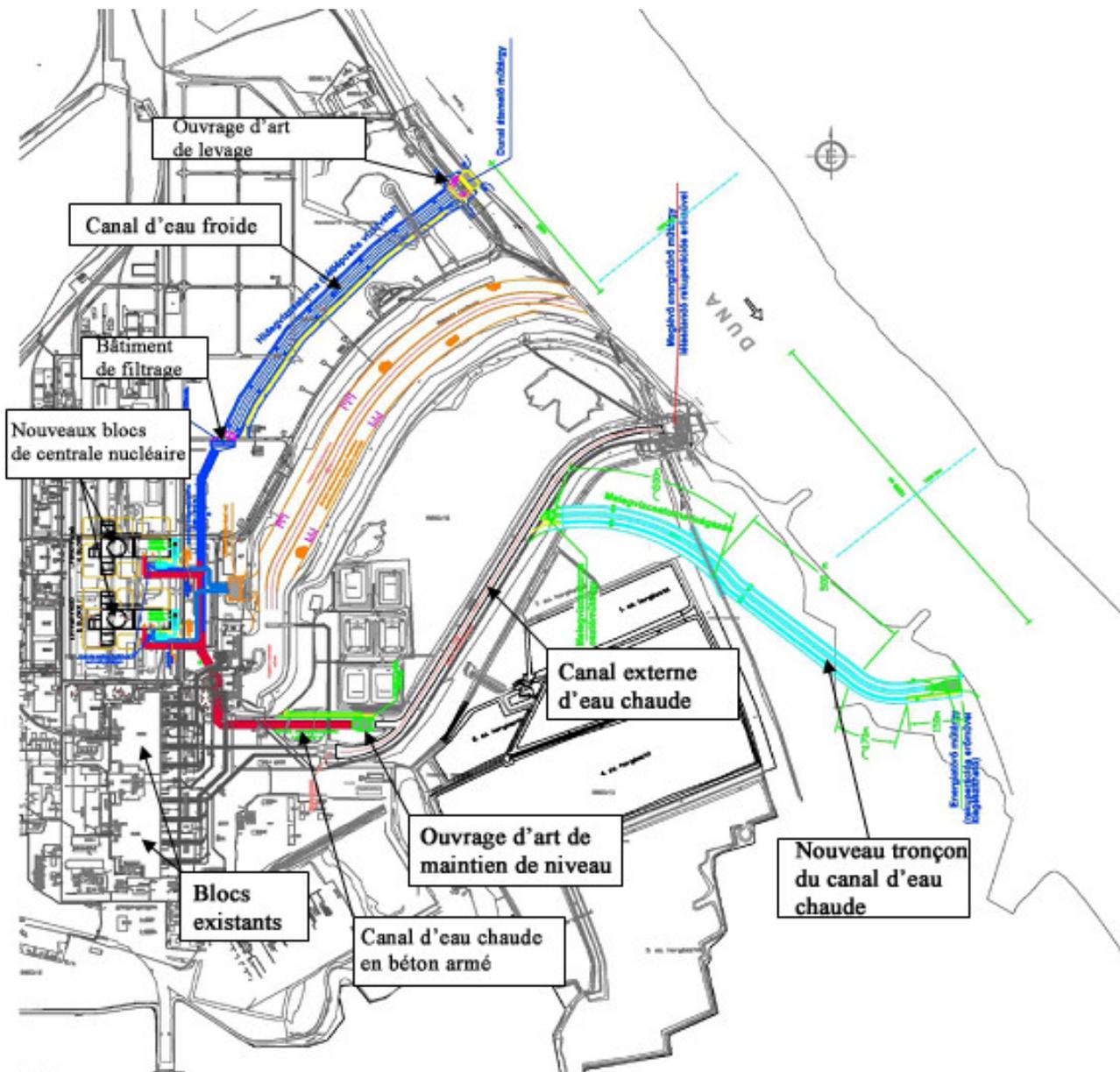


Figure n°2.4.2-1: Les différentes parties et le plan de situation du système de refroidissement à l'eau fraîche en deux étapes

2.4.3. Autres établissements et opérations nécessaires à la réalisation des activités

Les blocs actuellement en exploitation de la centrale nucléaire de Paks sont reliés avec le réseau électrique hongrois à travers le poste de commutation à 400 kV de la sous-station à 400/120 kV appartenant à la société MAVIR Zrt., titulaire de permis de réseau de transmission. Du point de vue du raccordement sur le réseau national, le site de Paks est un point de distribution de 400 kV ayant une capacité suffisante, mais l'intégration des nouveaux blocs nucléaires dans le réseau électrique ne peut être assurée que par la mise en place de nouvelles connexions de réseau. Il est nécessaire d'examiner plusieurs types de blocs, avant de choisir le fournisseur mais, les différentes puissances installées des différents types de réacteurs exigent de développer le réseau dans des mesures différentes.

Au cours de la construction de nouveaux blocs nucléaires des calculs de réseau préliminaires [22] ont été faits afin d'examiner quelles sont les conditions dans lesquelles, en fonctionnement normal et en cas d'incidents, la puissance produite peut être livrée, compte tenu du fait que les blocs nucléaires produisent une puissance nette de 1000 à 1600 MW. Les résultats ont confirmé que, pour arriver à produire les puissances en question, il est nécessaire de procéder aux développements suivants :

- La construction d'une ligne double à haute tension, simultanément utilisable, entre Paks et Albertirsa, est une condition essentielle et indispensable de la mise en service des nouveaux blocs.
- Le résultat des examens relatifs à la panne simultanée de deux éléments de système, et l'alimentation de réserve de la nouvelle centrale nucléaire ne justifient pas l'incorporation d'un troisième transformateur à 400/120 kV dans la sous-station (Paks-I) actuelle.
- En fonction de la taille et des caractéristiques dynamiques du bloc à construire il est nécessaire de renforcer la stabilité transitoire, par la mise en place d'une deuxième ligne à haute tension menant vers Litér ou Martonvásár. Cette question devra faire l'objet d'examens supplémentaires lorsqu'on connaîtra les principaux paramètres du type de réacteur retenu.

Pour le raccordement au réseau des nouveaux blocs, un nouveau poste de commutation de 400 kV (Paks-II.) sera mis en place, dont l'emplacement n'a pas encore été déterminée. [23] Il sera placé peut-être sur le tracé des lignes à haute tension passant vers le Nord-Est, dans la région située entre les routes reliant Paks avec Nagydorog, et Paks avec Kölesd, à environ 6km de la place prévue des nouveaux blocs.

Afin d'assurer l'alimentation en énergie de réserve des blocs, il est nécessaire de réaliser une liaison par câbles à 120kV entre la place prévue des nouveaux blocs et le poste de commutation à 120kV de la sous-station Paks-I.

L'infrastructure nécessaire à la construction des nouveaux blocs est disponible d'ores et déjà sur le site (réseau d'eau, de canalisations, de routes et de télécommunication, etc.), mais plus tard leur extension et modernisation deviendra prévisiblement nécessaire. Les liaisons infrastructurelles disponibles du site de Paks sont présentées dans les détails par le *sous-chapitre 2.1.2.*

Il sera probablement nécessaire de construire dans l'avenir une nouvelle station d'épuration pour l'épuration des eaux usées urbaines produites au cours de l'exploitation des nouveaux blocs, des eaux résiduelles du bâtiment de laboratoire et du bâtiment sanitaire, ainsi que les eaux supplémentaires non prévues.

2.4.4. Présentation des références internationales des types de réacteurs envisageables

2.4.4.1. AP1000 (Westinghouse)

Actuellement trois blocs de réacteur AP1000 sont en construction en Chine (Sanmen 1-2. – *figure n°2.4.4.1-1*, Haiyang 2. – *figure n°2.4.4.1-2*), qui seront prévisiblement mis en service entre 2013 et 2014. Des réacteurs type AP1000 seront prévisiblement construits également aux Etats-Unis, les préparatifs ont été lancés sur deux sites (Georgia, Centrale nucléaire Vogtle) mais ils prévoient de soumettre la demande d'autorisation pour la construction de 12 blocs AP1000 sur 6 sites. Les blocs chinois seront construits en 5 ou 6 ans, et selon les constructeurs, l'instauration du réacteur AP1000 de référence sera terminée en 5 ans.



Figure n°2.4.4.1-1: Mise en place du troisième anneau de confinement, sur le site Sanmen 1.



Figure n°2.4.4.1-2: La construction de Haiyang 2

2.4.4.2. AES-2006 (MIR.1200) (Atomsztróexport)

En Russie deux blocs type AES-2006 (MIR.1200) sont en construction dans la centrale nucléaire de Leningrad (Sosnovy Bor – *figure n°2.4.4.2-1*), et deux autres blocs types AES-2006 dans celle de Novovoronezh. La Russie projette d'augmenter significativement la capacité nucléaire jusqu'en 2020, notamment par la construction de 17 blocs type AES-2006 ayant une puissance totale de 20 000 MW_e.



Figure n°2.4.4.2-1: Le bloc nucléaire en construction à Sosnovy Bor

2.4.4.3. ATMEA1 (Areva-Mitsubishi)

Les plans de conception technique du bloc ATMEA1 ont été achevés à la fin de 2009, ensuite les travaux préliminaires nécessaires à l'obtention des autorisations ont été entamés. Celles-ci seront accordées et certifiées conformes à l'EUR probablement sans souci, vu que, déjà au départ, les plans ont été établis dans le respect des exigences EUR, et compte tenu des prescriptions NRC.

Les participants de la joint-venture Areva-MHI ont une longue expérience dans la construction, car ils ont déjà construit 123 blocs nucléaires, leur capacité de fabrication est importante, ils ont 12 sites de production dans le monde.

2.4.4.4.EPR (Areva)

Actuellement deux blocs réacteurs EPR sont en construction en Europe : le premier est instauré en Olkiluoto, en Finlande [24], le deuxième sur le site français de Flamanville [25]. Les travaux de construction du bloc OL-3 ont été entamés en 2005, la création du bloc Flamanville-3 a débuté en Normandie en été 2006 (*figure n°2.4.4.4-1*). La réception de ces blocs sont en retard par rapport au planning initial. La société Areva a des contrats pour l'instauration de deux blocs EPR en Chine (Taishan 1. et Taishan 2.), qui sont également déjà en construction (*figure n°2.4.4.4-2*) et seront raccordés sur le réseau, selon les prévisions, en 2013 et en 2014.



Figure n°2.4.4.4-1: Construction du bloc Flamanville-3



Figure n°2.4.4.4-2: Travaux de construction des blocs Taishan 1 et 2

2.4.4.5.APR1400 (Korean Hydro and Nuclear Power)

En Corée du Sud sur deux sites (Shin-Kori – *figures n° 2.4.4.5-1 et 2.4.4.5-2*, et Shin-Ulchin) quatre blocs APR1400 sont actuellement en construction, en fin 2009 les Emirats Arabes Unis ont conclu un contrat également pour l'instauration de quatre blocs avec le consortium mené par KEPCO, société sud-coréenne.



Figure n°2.4.4.5-1: Travaux réalisés dans le bâtiment du confinement, sur le bloc Shin-Kori 3.

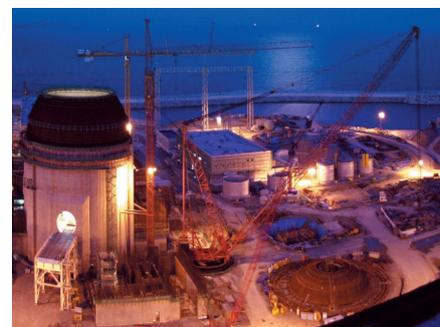


Figure n°2.4.4.5-2: Travaux de construction de la centrale nucléaire Shin-Kori

2.5. Présentation de la phase de construction, description des caractéristiques de la technologie de construction et d'autres caractéristiques

2.5.1. Présentation des données caractéristiques de la construction

Superficie occupée par les établissements à construire

La superficie prévue des nouveaux blocs nucléaires s'élève à 106 ha, et occupera 29,5 ha de la zone d'opération actuelle de la centrale nucléaire de Paks et 76,3 ha de la dite zone de chantiers. L'emplacement du site de Paks et des nouveaux blocs est présenté dans *la figure n°M-2 de l'Annexe*. Les besoins en place des bâtiments, constructions et autres établissements appartenant aux différents types de blocs examinés, précisés par les différents fournisseurs, sont récapitulés par le *tableau n°2.5.1-1*.

Tableau n°2.5.1-1: Besoins en place des différents types de bloc

Type de bloc de réacteur	Besoins en place	Besoins en place des deux blocs
AP1000	Les dimensions hors-tout de la zone d'opération couverte par le bloc sont : 250×233 m, soit 5,825 ha. La zone de chantiers occupera la totalité du terrain de 100 ha env. [26]	≈ 12 ha
MIR.1200	Les besoins en place du bâtiment du bloc s'élèvent à 2,6 ha, mais avec les établissements annexes et les surfaces recouvertes ils peuvent s'élever au double de cette valeur. La zone de chantiers demande ici aussi la totalité du terrain disponible. [27]	≈ 10 ha
ATMEA1	D'après le dessin disponible, un bloc demande une surface de 12ha. La zone de chantiers demande ici aussi la totalité du terrain disponible. [28]	≈ 24 ha
EPR	Les dimensions hors-tout de la zone d'opération couverte par le bloc sont : 384×283 m, 10,867 ha par bloc. La zone de chantiers occupera la totalité du terrain de 100 ha env. [29]	≈ 22 ha
APR1400	Les deux blocs peuvent être placés sur 36 ha. La zone de chantiers occupera ici également la totalité du terrain. [30]	≈ 36 ha

La végétation de la zone de construction aussi bien que, probablement, celle de la totalité de la zone de chantiers, vont être abîmées, ou vont disparaître. Cela n'a que peu d'influence sur l'environnement, vu que la zone de construction aussi bien que la zone de chantiers se situent à l'intérieur du site actuel, dans une zone industrielle. Après avoir terminé les constructions, les espaces situés entre les bâtiments de la zone de chantiers et de celle d'opération devront être réhabilités.

Durée des travaux de construction

La durée prévisible, indiquée par les fournisseurs, des travaux de construction est indiquée, selon les types de blocs, par le *tableau n°2.5.1-2*.

Tableau n°2.5.1-2: Durée des travaux de construction pour les différents types de blocs

Type de bloc	Phases de construction indiquées
AP1000	La préparation du site demande 18 mois. L'exécution, jusqu'à l'achèvement des essais de mise en service, exigent 4 ou 5 ans. [26]
MIR.1200	La durée entre le premier coulage de béton et la mise en exploitation est de 60 mois. [27]
ATMEA1	La construction d'un bloc exige, entre le premier coulage de béton et la mise en place de l'élément combustible, moins de 40 mois. Le service d'essai prendra 8,5 à 10,5 mois. [28]
EPR	62 mois sont nécessaires entre le premier coulage de béton et la mise en exploitation. [29]
APR1400	La durée totale de la construction de deux blocs APR1400 est de 58 mois entre le premier coulage de béton jusqu'à l'utilisation simultanée. Cette durée inclut la construction, le montage, la mise en service jusqu'à la réception commerciale. [30]

Besoins en main d'oeuvre de la construction, effectifs nécessaires à la construction

Le *tableau n°2.5.1-3* récapitule les effectifs de construction nécessaires en moyenne, et ceux nécessaires pendant les périodes de pointe du processus de construction, selon les types de blocs, sur la base des données fournies par les fournisseurs [26 – 31]. Pendant la période de la construction il faut calculer avec un travail en trois équipes. [32]

Tableau n°2.5.1-3: L'effectif de construction, selon les types de blocs, dans les périodes normales et dans celles de pointe

	AP1000		MIR.1200	EPR		ATMEA1		APR1400
	mo- yenne	de pointe	Max.	mo- yenne	de pointe	Valeur plus basse indiquée (pointe)	Valeur plus élevée indiquée (pointe)	Max. (effectifs mensuels)
Main d'oeuvre de construcion [personnes]	3 000	4 300	5 600	800	2 400	6 000	7 000	1 200

Les besoins effectifs en main d'oeuvre des travaux de construction des nouveaux blocs (environ 5000 à 7000 personnes pendant la période de pointe de la construction) dépend fort du choix de l'investisseur, car chacune des cinq solutions techniques envisageables demandent l'intervention d'un nombre bien différent de main d'oeuvre avant et pendant la construction.

Il y a plusieurs solutions pour placer les participants sur le site de Paks, et dans les agglomérations environnantes. Si de nouveaux bâtiments sont construits pour pour y placer ces effectifs, ces bâtiments pourront être vendus après la fin des constructions, à la population locale, ou utilisés par les exploitants de la centrale nucléaire. Il est possible d'acheter ou de louer des appartements, maisons existants, ou des foyers de travailleurs provisoires peuvent être mis en place près du chantier, ou dans les agglomérations de proximité. Cette solution a l'avantage que, lorsqu'il n'y a

plus besoin de la main d'oeuvre provisoirement employée, les conteneurs d'habitation provisoires sont réutilisables dans d'autres chantiers. [32] [33]

Matériel et engins de travail

Pendant la période de construction il faudra utiliser plusieurs engins de travail de types différents et un nombre de camions effectuant la manutention à l'intérieur du site. Selon les données fournies par le fournisseur du type de bloc réacteur APR1400 [30], au cours de la construction le matériel mécanique et les véhicules suivants doivent être utilisés.

1. Grue puissante (matériel de construction principal)

Il est très important d'utiliser une grue puissante pour l'installation des équipements principaux de grande taille et lourds de la centrale nucléaire (cuve du réacteur ≈ 530 t, générateur de vapeur ≈ 775 t). Au cours de la construction des blocs 3 et 4 de la centrale nucléaire de Shin-Kori, qu'on considère comme référence pour les réacteurs type APR1400, une grue d'une capacité de charge max. de 1350 t. a été utilisée pour la manipulation des équipements principaux.

2. Autres engins et matériels de travail

- Pendant les travaux de préparation (aménagement du terrain, fondation, etc.) des remorqueurs, des bargues, des trailers (100t), des machines à creuser (0,2; 1 et 8 m³), niveleuse, des machines de compactage aux pneus de caoutchouc, des rouleaux compresseurs à vibration, des foreuses du sol, des grues à tour (50t), des grues hydrauliques, des grues à chenilles (200 t), chargeur frontal, des tombereaux (15 et 25 t), bouteurs (32 t), bétonnières, des poids-lourds, et des compresseurs sont utilisés.
- Au cours des travaux de construction de bâtiment des grues à tour (5, 10–12 et 20 t), des grues mobiles (90, 200 et 300 t), des grues pour la pose de blocs de béton (35 et 50 t), des grues hydrauliques (35 et 50 t), des grues à chenilles (100 et 150 t), des camions pompe (80 m³/heure), des pompes à béton, des véhicules de nettoyage des rues, des trailers (25 t), des camions citernes d'eau (6000 l), des camions plateaux (25 t), des compresseurs d'air (100 et 210 m³/min), des tracteurs (10 t), et des chariots élévateurs (5–10 t) seront prévisiblement utilisés.
- Pour la mise en place des installations mécaniques et pour les autres travaux de construction / de montage (par ex. plomberie, mise en place des installations électriques, une grue principale de construction (1350 t), des grues hydrauliques (30, 50, 100, 150, 300 et 400 t), des chariots élévateurs (7,5 et 10 t), des grues mobiles (140 et 300 t), des trailers, des chariots électriques (2 t), et des générateurs diesel seront utilisés.

En ce qui concerne les autres types de blocs nucléaires, étant donné que leur construction comprendra les mêmes processus de travail et les mêmes activités de construction que l'instauration du bloc réacteur APR1400, ils exigeront l'utilisation d'à peu près des mêmes matériels et engins de travail que la construction du bloc réacteur APR1400 (surtout des machines de terrassement, des machines de levage et de manutention, des véhicules de transport, des grues, etc.). Le nombre, les paramètres et les types des engins nécessaires sont différents d'une version à l'autre. Il ne sera possible de les préciser que plus tard, dans une deuxième étape de la conception, compte tenu des caractéristiques spécifiques du site.

Plusieurs engins de travail et de transport fonctionneront simultanément sur le chantier. Pour nos estimations nous sommes partis d'un nombre de 50 engins. Plus tard, avec l'avancement des travaux, leur nombre sera largement bien inférieur à ce chiffre.

Etapes de travail spéciales (fondation, évacuation des eaux)

Les blocs de réacteur actuellement en exploitation disposent d'une fondation plate, construite sur une plaque monolithe continue, dans une profondeur de 6,5 m. Les salles de machines ont une fondation monolithe, la profondeur du plan de la fondation est de 7,0 m. Les groupes de turbines sont installés sur une fondation superficielle ou sur une fondation profonde (poteaux d'une longueur de 6 ou 7m). La profondeur de la fondation est de 7,5m. Les bâtiments et établissements ayant un poids moins important (postes de générateur diesel, bâtiments auxiliaires, salle de réfrigérateur, salle de compresseur, ponts de communication et de processus) ont une fondation superficielle, sur béton moyolythe, la profondeur de la fondation varie entre 3 et 7 mètres. Sous les bâtiments principaux le sol devra supporter une charge maximum de 700 kN/m^2 ($= 0,7 \text{ MPa}$) env. sous les bâtiments principaux, et une charge maximum de $250\text{--}450 \text{ kN/m}^2$ ($0,25\text{--}0,45 \text{ MPa}$) sous les établissements moins lourds.

Lors de la fondation des différents établissements projetés, du fait de la similitude des conditions géotechniques, on utilisera des techniques de fondation similaires. Les travaux de fondation des blocs de réacteur impliqueront – de manière indépendante du type retenu des blocs - l'extraction et le déplacement de plusieurs centaines de milliers de m^3 de terre par bloc nucléaire.

L'emplacement et les dimensions des excavations des différentes fondations ne sont pas encore connus. La charge représentée par les salles de turbines à construire sera prévisiblement supérieure à celle des salles de turbines actuelles, pour cette raison elles auront une fondation profonde.

Si la hauteur des eaux souterraines est supérieure au plan inférieur de la fondation, il sera nécessaire d'évacuer les eaux de l'excavation. Jusqu'à une profondeur de -7m l'excavation ne demande pas de faire baisser la hauteur des eaux souterraines, mais si une excavation supérieure à 7m doit être réalisée, il faudra procéder à la diminution de ce niveau. La solution la plus efficace à celle-ci est l'application d'un puits à vide (utilisé déjà lors de la construction des quatre blocs réacteur existants et des établissements y liés, au cours de laquelle, au moment où les profondeurs de a -6,8 m et de -9,0 m ont été atteintes, deux lignes de puits ont été creusées autour des excavations). Du côté ouest du chantier la profondeur maximum de l'excavation a atteint 12,1 m.

Il est approprié et rentable de réaliser l'extraction de l'eau dans des périodes de temps où la hauteur des eaux souterraines est généralement basse. La quantité de l'eau à évacuer dépend de la hauteur des eaux souterraines, et de la hauteur d'eau du Danube. Lors de l'évacuation de l'eau, la qualité de l'eau rejetée doit être contrôlée en permanence. Il est possible de soumettre les zones concernées à la dessiccation, mais aussi de procéder à la décantation. Après la séparation de l'huile, l'eau évacuée peut être rejetée dans le Danube.

2.5.2. Modes de livraison et quantités de matériaux fournies, enlevés, en relation avec la construction

La fourniture des matériaux de construction, l'enlèvement des sols et déchets issus des travaux de terrassement, peuvent se réaliser par voie routière, ferroviaire ou fluviale. Le transport routier peut être réalisé sur la route nationale n°6 et l'autoroute M6. Depuis l'autoroute le chantier ne peut être atteint qu'en traversant l'agglomération de Paks. Selon les données fournies par le Mandant [32], il est possible que les autorités vont imposer l'obligation d'emprunter une voie de circulation directe depuis la sortie « Paks-Sud » de l'autoroute M6 pour accéder au chantier, sans traverser la ville de Paks.

La main d'oeuvre travaillant sur le chantier peut être transportée par voie routière, principalement en autocars, depuis Paks et les agglomérations des alentours. Le nombre des effectifs peut varier, en fonction du type de bloc en question et de la phase de la construction, entre 800 et 7000 personnes. En partant de l'hypothèse que la proportion entre les personnels arrivant en autocar et ceux

transportés en automobile est de 80% à 20%, on peut estimer le nombre des autocars arrivés par jour à 16 à 140, et le nombre des automobiles à 80 à 700.

La durée prévisible des activités de construction sera bien plus longue par rapport aux autres investissements habituels, notamment de 5 ou 6 ans. Pendant cette période il faudra compter sur le transport (l'entrée et la sortie) d'un volume important de sol, de béton, et d'équipements technologiques, etc.

D'après les données fournies par le fournisseur du réacteur type MIR.1200 [27], la quantité des sols à déplacer pour deux blocs s'élèvera à 4 à 6 millions de m³, selon les données du fournisseur des blocs de réacteur APR1400[30], cette quantité se fixera (toujours pour deux réacteurs) à près de 3 millions de m³. Le fournisseur du bloc EPR a prévu le déplacement d'une quantité de sol correspondant à plusieurs centaines de milliers de m³, en fonction des conditions du site, pour la réalisation de deux blocs [29]. Le volume, la forme et la superficie occupée par des différents établissements varient en fonction des différentes versions de blocs, aussi, les versions AP1000 et ATMEA1 requièrent-elles l'extraction de quantités de sol différentes, entre plusieurs centaines de milliers et 4 à 6 millions de m³, selon les données précisées par les autres fournisseurs.

Les zones concernées par le trafic lié à la construction sont l'entrée du sud de la ville de Paks, et les zones de la route nationale n°6, éventuellement le bord de l'ouest de Dunaszentgyörgy, et l'agglomération de Csámpa. Afin de gêner le moins possible ces zones, il est approprié de transporter un maximum de matériaux de construction par voie fluviale. Même le transport ferroviaire est meilleur à celui routier. La liaison ferroviaire est disponible, mais la ligne secondaire reliant Dunaföldvár avec Paks exigera une reconstruction. Il est à réfléchir si la majorité des transports ne doit pas être réalisée par voie fluviale, surtout si le transport des modules de structure des bâtiments n'est possible qu'ainsi.

Si la totalité des matériaux arrive par transport routier, d'après les quantités de matériaux nécessaires, le volume moyen estimé de la circulation routière sera constitué par environ 80 véhicules lourds, et pendant les périodes de pointe, de 130 véhicules lourds par jour. 12 heures seront disponibles par jour pour l'arrivée des livraisons.

2.6. Etablissements, équipements et interventions d'ordre écologique, prévus

Dans la phase de l'avant-projet de la construction de nouveaux blocs nucléaires on n'est pas encore à même d'identifier les établissements et interventions assurant la protection de l'environnement, mais les expériences du fonctionnement de la centrale nucléaire en exploitation permettent de prévoir un nombre d'établissements et de mesures dont la réalisation constituera un impératif pour la construction des nouveaux blocs. Les mesures de ce type doivent englober aussi bien les périodes de construction que celles de l'exploitation et de l'arrêt définitif.

En mode de fonctionnement normal la centrale nucléaire ne pollue pas l'air dans le sens classique (pollutions autres que radioactives). Seul les transports de charges et de personnes, le service d'essai des générateurs diesel, et les arrêts d'urgence peuvent occasionner une pollution d'air de ce genre. Afin de diminuer les nuisances environnementales, il est recommandé d'appliquer les véhicules et installations les plus modernes, aussi bien pendant l'étape de construction qu'au cours de celle de l'exploitation. Lors du transport de personnes vers le nouveau site il convient de favoriser, pendant toutes les deux étapes ci-dessus, le réseau de transports en commun, par l'introduction de nouvelles lignes de car de tracés et d'une fréquence adaptées aux besoins.

La construction et l'exploitation de la centrale nucléaire requièrent l'utilisation d'une quantité accrue d'eau potable. Les ressources en eau existantes seront probablement suffisantes pour assurer

cette quantité d'eau supplémentaire. Cependant, avec la croissance des besoins en eau, la zone à protéger contre les émissions devient plus large. A cette fin il est nécessaire de modifier l'étendue de la zone de protection hydrogéologique.

Lors du choix des solutions technologiques il convient de favoriser les solutions permettant d'économiser de l'eau, et construites sur le recyclage de l'eau. Sur le nouveau site la collecte, la gestion selon les besoins, et l'utilisation de l'eau de précipitations doivent être assurées de façon à éviter que ni les eaux de surface, ni les eaux souterraines soient polluées.

Lors de l'établissement et de l'exploitation des nouveaux blocs on doit compter également sur la production d'eaux usées. La plus grande quantité d'eaux usées urbaines sera produite pendant l'étape de la construction. Pour l'épuration des eaux usées urbaines produites pendant cette période les capacités de la station d'épuration existante de la centrale nucléaire ne seront pas suffisantes, pour cette raison une nouvelle station d'épuration moderne devra prévisiblement être construite. Ce nouvel établissement pourra être créé sur le Danube. Pour préserver la bonne qualité de l'eau, conforme à la Directive-Cadre sur l'eau, il est conseillé de construire l'établissement le plus moderne possible.

Les blocs à construire produiront, en plus des eaux usées urbaines, des eaux usées industrielles également. Pour celles-ci il sera nécessaire d'introduire une étape de pré-traitement des eaux, et seules les eaux prétraitées conformément à la législation en vigueur peuvent entrer dans la station d'épuration.

La construction des blocs donnera probablement lieu à un volume important de travaux de creusement et d'excavation. Sur les lieux de la construction une partie du sol sera représentée non pas par des terres mais des décombres, donc des déchets inertes. Le traitement et la neutralisation de ces déchets doivent être assurés conformément à la législation. En plus de ce type de déchets spéciaux, produits en grosse quantité pendant l'étape de la construction, pendant cette même période, et aussi pendant l'exploitation, des déchets industriels communaux, non dangereux, et des déchets industriels dangereux. Leur gestion, stockage, neutralisation doivent être réalisés conformément à la législation. Cela signifie que sur le nouveau site également, il sera nécessaire de mettre en place des aires de stockage, de gestion, et des points de collecte appartenant au site. La collecte doit être sélective.

Il est nécessaire de consacrer une attention particulière au recyclage des déchets produits, à la diminution de la quantité des déchets, afin de déposer seulement une quantité minimale de déchets. Pour cette raison déjà lors de la sélection des technologies, ensuite des matériaux à utiliser, il faudra s'efforcer d'utiliser des technologies sans déchets et des matériaux recyclables.

Il est indispensable d'assurer l'aménagement paysager du nouveau site, non seulement pour mieux adapter le site à l'environnement, mais aussi pour améliorer le bien-être du personnel de la centrale nucléaire. De plus, il est recommandé de réaliser une plantation forestière sur la limite du nouveau site également.

Du fait de leur taille, il sera impossible d'adapter complètement les établissements projetés au paysage. Des solutions architecturales (formes, couleurs, etc.) peuvent cependant permettre d'harmoniser leur architecture avec celui-ci.

Les impacts – radiologiques et traditionnels - sur l'environnement du nouvel établissement doivent être suivis, pendant l'étape de l'exploitation, par la mise en place et l'exploitation d'un système de contrôle de la surveillance des émissions et du contrôle de l'environnement. Le système de contrôle de l'environnement doit fournir en permanence des données sur les changements de l'état de l'environnement, sous l'impact du fonctionnement des blocs nucléaires. Cela permet de contrôler la fiabilité des modèles de préservation de l'environnement appliqués, et des prévisions des impacts

sur l'environnement, d'une part, et d'intervenir rapidement, d'arrêter les processus défavorables, en l'occurrence d'impacts ou de changements d'état défavorables, d'autre part.

2.7. Incertitude des données présentées

Dans la présente phase d'avant-projet de la construction de nouveaux blocs nucléaires nous ne disposons pas encore de plans d'exécution et de construction, et le type et le fournisseur concrets des blocs à installer n'ont pas encore été choisis – parmi les cinq blocs envisageables, présentés au *sous-chapitre n°2.4.1*. Les solutions et données techniques présentées dans le présent dossier de consultation préalable sont fondées principalement sur les données fournies ou publiées par les constructeurs/fournisseurs des équipements de centrale nucléaire, ainsi que sur les données de référence des blocs similaires déjà construits ou en construction.

Au fur et à la mesure de l'avancement du processus de conception, et suite à la mise en concurrence des fournisseurs, dans la phase suivante de la procédure visant à obtenir l'autorisation environnementale les données indiquées ici seront précisées, et les données les plus importantes relatives à la technologie et aux nuisances environnementales estimées à l'avance ne pourront plus se modifier que dans une faible mesure.

3. Présentation des impacts sur l'environnement

Le but principal de l'examen des impacts sur l'environnement est d'estimer à l'avance et de qualifier les changements qui surviendront, sous l'impact des activités projetées, dans les différents éléments/systèmes de l'environnement, et ce d'après les changements constatés dans les milieux touchés. Lors de l'évaluation de l'impact sur l'environnement le plus important est de suivre la chaîne logique suivante : le principal facteur d'action → impact direct → impact indirect, autrement dit les processus générés → les milieux et personnes touchés directement ou indirectement → les milieux finalement touchés. Pour estimer l'impact, il convient de déterminer avant tout les facteurs d'action de l'activité projetée, ainsi que les processus qu'ils génèrent. Ces processus s'appellent processus générés potentiels car dans cette phase tous les processus générés envisageables au cours de l'activité sont pris en compte. Dans un deuxième temps, déjà en connaissance des conditions du chantier, il est possible de concentrer les examens sur les processus effectivement constatés.

Une méthode appropriée pour la définition des processus générés potentiels lors de l'évaluation de l'impact des investissements sur l'environnement est la réalisation du diagramme des processus générés. Les diagrammes des processus générés sont théoriques, ce qui signifie qu'une fois que les projets seront connus, il faudra compter sur la génération de ces processus environnementaux. La construction des diagrammes des processus générés relatifs à la phase de construction des nouveaux blocs (*Figure n°M-5 de l'annexe*) correspond à celle des diagrammes des processus générés habituels de l'évaluation d'impact sur l'environnement, donc la première colonne marque le premier élément environnemental ou système concerné. La deuxième colonne comprend les numéros d'ordre, et la troisième colonne inclut les facteurs d'action prévisibles de l'activité prévue. Le facteur d'action en question s'applique toujours dans le cas de l'élément environnemental sur lequel il a un impact direct, sans facteur intermédiaire. Un facteur d'action peut avoir un impact direct sur plusieurs éléments environnementaux à la fois, mais de manières différentes, pour cette raison il doit être appliqué sur tous les éléments environnementaux concernés. Les impacts directs prévisibles figurent dans la quatrième colonne, et les impacts indirects dans la colonne numéro cinq. Les flèches indiquent la transmission des impacts sur les milieux finalement touchés. La transmission des impacts peut passer par un grand nombre de phases, avec une efficacité de plus en plus faible ou, rarement, de plus en plus forte. En général, au cours de la transmission des impacts l'intensité des impacts diminue. Le milieu finalement touché est généralement l'écosystème et/ou l'homme. Ce dernier est indiqué dans la figure à part, dans la dernière colonne, vu que les impacts environnementaux, autrement dit, les changements survenus dans l'état des éléments/systèmes de l'environnement peuvent s'interpréter et être évalués principalement du point de vue de l'homme.

Les principaux facteurs d'action, déterminants pour l'environnement, des travaux de construction des nouveaux blocs nucléaires, sont :

- les travaux de construction (les poussières, le gaz d'échappement des véhicules de transport et des machines de construction, la pollution sonore et la vibration, la perturbation, les effectifs constituant le personnel de construction),
- le transport du main d'oeuvre et des matériaux de construction (les poussières, le gaz d'échappement des véhicules de transport et des machines de construction, la pollution sonore et la vibration, la perturbation, la détérioration des routes),
- occupation durable et provisoire des voies publiques, couverture par des constructions d'une superficie relativement grande (étalement urbain, changement de la structure des sols, changement de la quantité des eaux souterraines),
- extraction des matières premières, construction des établissements y liés,
- gestion des déchets au cours des travaux de construction (déchets communaux, déchets industriels dangereux et non dangereux),
- production d'eaux usées et d'eaux résiduaires,

- apparition de nouveaux bâtiments sur le site et dans les environs de la centrale nucléaire.

Les processus générés par l'exploitation des nouveaux blocs à construire sont à déterminer de la même façon que pour l'étape de construction. Dans un premier temps il convient de déterminer les facteurs d'action et, en partant de ceux-ci, les processus générés potentiels, avec l'établissement du diagramme des processus générés. Les facteurs d'action déterminants de l'exploitation sont les suivants :

- rejets radioactifs de l'exploitation (dans l'air, dans l'eau),
- rejets de chaleur dans le Danube (changement des conditions microclimatiques),
- circulation des véhicules de transport de personnes et de charges (pollution de l'air, sonore et vibration, perturbations),
- production de déchets radioactifs et traditionnels,
- captage d'eau (besoins en eau des blocs sanitaires),
- production des eaux usées, pollution d'eau due à une avarie (changement de la qualité de l'établissement de réception),
- existence des surfaces construites et revêtues (changement de la quantité et de la qualité du sol et des eaux souterraines),
- l'existence de la centrale nucléaire (le paysage, la structure de ceci, l'étalement urbain).

Le diagramme des processus récapitulant les processus générés dans l'environnement par le fonctionnement de la centrale nucléaire (*Figure n°M-6 de l'Annexe*) présente les facteurs d'action les plus importants, liés à l'existence et au fonctionnement de la centrale nucléaire, aux événements des éventuelles avaries, les impacts directs et indirects de ces facteurs d'action. Il présente également comment ces impacts atteignent le milieu finalement touché, soit le milieu humain.

L'état constaté avant la construction des nouveaux blocs nucléaires sert de référence pour les pronostics relatifs aux impacts prévisibles sur l'environnement. Dans le cadre du processus de l'évaluation de l'impact sur l'environnement, les pronostics relatifs aux changements d'état toute la durée de vie doit être examinée, ce qui peut se réaliser par la présentation des tendances. Lors du choix des données de référence pour la comparaison du fonctionnement des nouveaux blocs, les nuisances environnementales supplémentaires issues des impacts de la centrale nucléaire actuellement en exploitation et la situation actuelle doivent également être prises en compte. Il faut démontrer séparément, autant que possible, dans quelle mesure les établissements nucléaires en fonctionnement ont influencé l'évolution de la situation initiale de référence.

Ce chapitre commence par la présentation générale de l'environnement géographique, en précisant les limites géographiques du paysage et les caractéristiques les plus récentes de l'environnement de l'établissement à créer. Ensuite nous présenterons – dans la répartition des éléments/systèmes de l'environnement – les impacts sur l'environnement prévisibles de la construction, de l'exploitation des nouveaux blocs, de l'exploitation simultanée des blocs existants et nouveaux (les processus générés sont présentés sur la *figure n°M-7 de l'Annexe*), ainsi que des incidents et accidents susceptibles de survenir, dans la répartition des impacts radiologiques et traditionnels.

3.1. Présentation générale de l'environnement géographique

La zone située dans un rayon de 30 km env. autour du site de la centrale nucléaire existante et des nouveaux blocs nucléaires se trouve dans la macrorégion de la Grande Plaine, et plus précisément, sur la plaine de la région du Danube, et dans la mésorégion de Mezőföld. Sa partie située sur la plaine de la région du Danube comprend les paysages de Solti-sík, Kalocsai-Sárköz et Tolnai-Sárköz, et celle située dans la mésorégion de Mezőföld inclut les paysages du centre et la partie du Sud de Mezőföld, ainsi que les microrégions de la vallée de Sárvíz. La ville de Paks se trouve dans la partie du nord de la petite région de la région Mezőföld du Sud. Donc les microrégions occupant la majorité de la zone en question sont les suivantes [34]:

- Microrégion de Kalocsa-Sárköz (située sur le territoire des départements de Bács-Kiskun- et de Tolna, sa superficie est de 992 km², une plaine constituant une zone inondable par les eaux de surface intérieures, avec une hauteur d'entre 89,4 et 125,6 mBf⁹. Sa partie du Nord constitue une zone inondée haute, sa partie du sud est un terrain inondé bas. La zone inondée haute est un paysage entrecoupé surtout au nord par des plateaux au sol sodique, la partie centrale par des eaux mortes, et par des plateaux de zone inondée basse. La zone aux sols tourbeux, située dans la région du marécage « Vörös », près des hautes rives de Kecel-Baja, est la partie la plus basse de cette microrégion. La zone inondée haute (appelée la terrasse de Madocsa) s'élève au dessus de son environnement en tant qu'un cap large et ovale.
- La Microrégion de Tolna-Sárköz (se situe dans les départements de Tolna et de Bács-Kiskun, sa superficie est de 680 km², est une plaine constituant une zone inondable, avec une hauteur d'entre 88,1–162 mBf. Dans cette zone les eaux souterraines montent souvent à la surface. Avant la régulation de la rivière les marécages, régulièrement couvertes d'eaux, ont occupé des superficies importantes. Il en reste encore une partie qui s'appelle Forêt de Gemenc. La partie du nord est une zone inondable basse ininterrompue, la partie du sud est une zone inondable haute, entrecoupée par des îles de terrasse et, sur le bord de l'ouest, par les cônes d'alluvions des ruisseaux arrivés des collines de Tolna et de Baranya).
- Microrégion de Dél-Mezőföld (située sur le territoire des départements de Fejér et de Tolna, sa superficie est de 503 km². C'est une plaine constituée par des alluvions, couverte de sables mouvants et de loess, avec des hauteurs d'entre 90 à 213 mBf. Du côté ouest et du côté est elle se délimite de ses environs par une limite orographique¹⁰. La superficie de cette petite région se compose de deux niveaux orographiques, dont l'un est une plaine d'une hauteur moyenne de 180 à 200m, qui est entourée d'une plaine couverte de sables mouvants d'une hauteur moyenne de 150 à 160m. La superficie est à moitié couverte par différentes formes de sables mouvants.)
- Microrégion de Sárvíz-völgy (située sur le territoire des départements de Fejér et Tolna, sa superficie est de 344 km², sa hauteur est entre 89 à 161 mBf. Elle constitue une vallée de rivière en plusieurs terrasses étagées. On distingue trois niveaux de différentes hauteurs sur sa surface. La vallée de Sárvíz et les reliefs de celle-ci ont été créés par les processus d'érosion et d'accumulation. La topographie variée est due aux reliefs des sables mouvants se trouvant dans les zones inondables hautes et les terrasses couvertes de loess, produites par l'érosion et la dérasion.)

3.2. Caractéristiques de la radioactivité de l'environnement

3.2.1. Présentation de la situation initiale

Il est indispensable pour l'exploitation d'une centrale nucléaire de suivre en permanence l'évolution l'état de l'environnement. Le pronostic de l'impact des nouveaux blocs à construire sur l'environnement prend pour référence la période précédant la construction de nouveaux blocs nucléaires. Pour déterminer les données de celle-ci, nous avons eu à la disposition les résultats des mesures des dix dernières années (de 2001 à 2010), ainsi que les rapports annuels constituant le synthèse de ceux-ci, et intitulés « Activités de protection contre les radiations dans la Centrale nucléaire de Paks » [35]. En plus du débit de dose radioactive ambiante, nous avons examiné encore l'activité des différents milieux environnementaux.

⁹ mBf : hauteur au-dessus du niveau de la mer Baltique

¹⁰ Orographie: la description des montagnes, le domaine de la géographie concernant la description du relief de la Terre.

Lors de la description des caractéristiques de l'état de l'environnement nous avons tenté de définir l'impact que les établissements nucléaires en exploitation dans les environs de l'établissement nouveau à construire ont sur la situation initiale. Cette évaluation a été fondée sur les analyses approfondies réalisées avant la mise en service du premier bloc de la centrale nucléaire de Paks, pour voir le débit de dose de radioactivité ambiante, ainsi que la concentration en isotope radioactif – le dit niveau de référence. Afin d'être en mesure de les mieux évaluer, les résultats obtenus ont été comparés étalemment avec les données nationales du Système de Surveillance de la Protection de l'Environnement contre les rayonnements (Környezeti Sugárvédelmi Ellenőrző Rendszer (OKSER) [36].

Bien qu'on ait utilisé des outils et méthodes de grande sensibilité, souvent les résultats ont été inférieurs au seuil de détection (sd). Dans ces cas nous avons retenu le seuil de détection, et lors de l'élaboration des données nous avons utilisé ces valeurs.

La dispersion des différentes valeurs mesurées est en générale inférieure à 10%, mais elle est bien supérieure (donc rend bien plus incertaine les résultats) dans le cas des échantillons extraits d'un milieu hétérogène. Lors du calcul des moyennes nous avons évité en général de calculer la dispersion, car les valeurs dont la moyenne a été cherchée ne peuvent pas toujours être considérées comme des données suivant une distribution normale [35], cependant nous avons précisé les valeurs minimum et maximum.

3.2.1.1. Le débit de dose de radioactivité ambiante

Le niveau de référence du débit de dose de la radioactivité ambiante¹¹ a été déterminé sur la base des données mesurées aux postes de télémétrie, entre 2001 et 2010. Les mesures ont été effectuées à l'aide de dosimètres passifs (systèmes dosimètres thermoluminescents ALNOR, et PorTL) et actifs (sonde type BITT RS03/232).

Su la base des mesures réalisées à l'aide de dosimètres passifs, le débit d'équivalent de dose ambiant moyen s'est fixé à 76 nSv/h. Au cours de la période de 10 ans, examinée, la valeur minimum mesurée en un mois était de 46 nSv/h, la valeur la plus élevée était de 118 nSv/h [35]. Le résultat des mesures réalisées à l'aide d'une sonde BITT correspond dans une grande mesure avec les données des dosimètres TL: le débit d'équivalent de dose moyen s'élève à 77 nSv/h, sa valeur minimale mesurée en un mois est de 58 nSv/h, et sa valeur maximale se fixe à 109 nSv/h. Ces résultats sont similaires aux valeurs nationales, ainsi qu'aux valeurs de 67 ± 8 nGy/h mesurées dans un rayon de 30 km autour du site, sur 23 postes [37]. La variation des valeurs s'explique par le type de sol, la quantité des isotopes radioactifs naturels se trouvant dans les sols, ainsi que par les variations des conditions météorologiques.

3.2.1.2. Résultat des mesures gamma-spectrométriques réalisées sur le site

Dans les environs des postes de télémétrie et d'échantillonnage, les examens gamma-spectrométriques réalisées sur le site ont été effectués à l'aide d'un appareil de mesure portable, pourvu de détecteurs à semi-conducteur. Les mesures relatives à la couche supérieure du sol permettent de constater que dans les différents spectres on peut bien déceler, à part les isotopes radioactifs naturels (^{40}K , et les éléments des isotopes de l'uranium et du thorium), les isotopes ^{137}Cs issus des retombées radioactives des explosions nucléaires survenues dans l'atmosphère, ainsi que de la catastrophe de Tchernobyl. Les résultats des mesures réalisées au cours des dix dernières années (valeur moyenne, minimum et maximum) sont présentés dans le *tableau n° 3.2.1.2-1*. [35].

¹¹ Lors de la mesure du rayonnement ambiant la valeur indiquée est la valeur totale du rayonnement gamma ambiant et du rayonnement cosmique. Dans notre étude nous avons repris le termes rayonnement gamma utilisé dans les documents sources, mais nous soulignons que ce terme inclut également la valeur du rayonnement cosmique. Vu que celle-ci est une valeur quasiment constante, elle ne change pas les valeurs des comparaisons.

Tableau n°3.2.1.2-1: La concentration radioactive de la couche supérieure du sol dans les environs des postes type « A », sur la base des mesures gamme-spectrométriques réalisées entre 2001 et 2010 sur le site [35]

La concentrations sur la base des mesures gamma-spectrométriques réalisées sur le site	Moyenne (min-max) [Bq/kg]
⁴⁰ K	240 (182 à 348)
¹³⁷ Cs	3,7 (0,49 à 13,3)
Us	17,7 (8,0 à 31,0)
Ths	14,9 (8,4 à 26,6)

3.2.1.3. La concentration en l'activité de l'atmosphère

Environ 500 échantillons sont analysés chaque année afin de déterminer le taux de radioactivité ambiante de la zone examinée. Pour les différents isotopes le seuil de détection de cette méthode est entre 10^{-5} et 10^{-6} Bq/m³.

D'après les résultats de l'analyse effectuée sur de grands volumes d'échantillons d'aérosols et de retombées atmosphériques on constate que la concentration en différents isotopes n'a atteint le seuil de détection que chez moins d'1% des échantillons examinés, que les résultats sont similaires à ceux obtenus à l'échelle nationale [36], [38], et que les isotopes mesurés sont issus probablement des retombées radioactives mondiales.

La concentration en activité du ¹⁴C dans l'air a été mesurée mensuellement, la valeur moyenne étant de 43 mBq/m³.

3.2.1.4. Activité des échantillons de sol et d'herbe

Entre 2001 et 2010 des échantillons de sol et d'herbe ont été prélevés régulièrement, la teneur en ⁷Be, ⁴⁰K, ⁶⁰Co, ^{110m}Ag, ¹³⁴Cs, ¹³⁷Cs, ainsi que l'activité des isotopes de l'uranium et du thorium des échantillons a été déterminée par mesures gamma-spectrométriques, et la teneur en ⁹⁰Sr des échantillons a également été déterminée. Les données ont montré des concentrations d'activité typiques pour les sols sablonneux, et sont similaires à la moyenne nationale [36] et aux valeurs de référence des années quatre-vingt [39].

3.2.1.5. Concentration en isotopes radioactifs des eaux de surface

On procède régulièrement à des échantillonnages dans les environs des blocs en exploitation de la centrale nucléaire de Paks. Les analyses ont pour but de surveiller les rejets d'isotopes radioactifs dans l'environnement, de déterminer les nuisances environnementales en résultant, mais elles sont utiles également pour évaluer l'état écologique du site. La concentration en l'activité bêta totale typique des échantillons d'eau a varié entre 0,06 et 0,55 Bq/dm³. Les concentrations d'activité mesurées ont une origine naturelle (environ la moitié de l'activité mesurée est issue de l'isotope ⁴⁰K), les isotopes artificiels n'ont pu être démontrés que quelque fois et seulement en faibles concentrations (¹³⁷Cs et ⁶⁰Co, 10 à 20 mBq/dm³). Les résultats sont similaires aux concentrations en activité bêta totale typique, mesurées dans les eaux de surface naturelles, et aussi aux valeurs de référence mesurées au début des années 1980. [39]

La concentration en tritium calculée sur les 70 échantillons d'eau prélevés en moyenne chaque année sur le territoire du site et dans ses environs a été inférieure à 3,5 à 10 Bq/dm³ (exception faite

de quelques cas), les valeurs supérieures à ces chiffres étaient entre 15 à 22 Bq/dm³. Les valeurs mesurées sont maximum deux ou trois fois plus élevées à la concentration en tritium normale des eaux de surface [36], et sont légèrement inférieures aux valeurs constatées au cours de l'évaluation du niveau de référence actuel du site de Paks.

3.2.1.6. *Activité des échantillons de boues prélevés dans les bassins versants*

On a régulièrement prélevé des échantillons de boues dans le lit des eaux de surface (Danube, étang de pêche et étang piscicole). On a pu démontrer dans presque tous les échantillons de boues prélevés dans le Danube la présence des radionucléides d'origine naturelle aussi bien que celle des isotopes ¹³⁷Cs et ⁹⁰Sr. Dans les étangs de pêche on a pu déceler une petite quantité d'isotopes ¹³⁷Cs, ce qui vient probablement de Tchernobyl. Dans les échantillons de boues la concentration moyenne en isotope ⁹⁰Sr est de 0,3 à 0,5 Bq/kg, ce qui se situe bien à l'intérieur de l'intervalle des valeurs de référence. Quelque fois, à un point de prise d'échantillon du Danube, on a décelé la présence d'isotopes ¹³¹I d'origine artificielle, dans une quantité qui est proche du seuil de détection, pour cette raison des échantillonnages supplémentaires ont été réalisés. Les analyses détaillées ont suggéré la contamination du Danube. La présence des radionucléides artificielles décelées n'est pas consécutive à au fonctionnement de la centrale nucléaire, les isotopes à longue durée de vie viennent de Tchernobyl, et l'isotope ¹³¹I ayant une durée de vie courte est probablement d'origine thérapeutique, médicale.

3.2.1.7. *La concentration en isotopes radioactifs des échantillons de poissons*

Les étangs piscicoles situés près de la centrale nucléaire font l'objet d'échantillonnage par trimestre. Entre 2001 et 2010 aucun échantillon n'a permis de démontrer la présence d'isotopes radioactifs d'origine artificielle (seuil de détection: 0,5 Bq/kg), ce qui était en harmonie avec le fait que ni l'eau, ni la boue des étangs piscicoles ne contiennent d'isotopes radioactifs artificiels. Les concentrations en radionucléides artificielles mesurées dans les poissons prélevés dans le tronçon du Danube situé en aval de la centrale nucléaire sont très faibles, dans la majorité des échantillons elles sont inférieures au seuil de détection. Entre 2005 et 2010, la concentration la plus élevée des isotopes ¹³⁷Cs était de 1,3 Bq/kg, et celle des isotopes ⁹⁰Sr était de 0,99 Bq/kg. L'activité bêta totale s'élevait à environ 50 à 60 Bq/kg, dont la majeure partie était due aux isotopes ⁴⁰K. [36]

3.2.1.8. *Activité des eaux souterraines*

L'état des eaux souterraines situées sur le site et dans les environs de la centrale nucléaire a pu être étudié d'une part grâce aux échantillons pris avant la construction de la centrale nucléaire, d'autre part sur la base des analyses des puits d'observation construits spécialement pour permettre de surveiller la qualité des eaux souterraines. Bien que sur le site de la centrale nucléaire – principalement dans les eaux de la nappe d'eau souterraine situées sous le bâtiment principal et les bâtiments auxiliaires – on puisse démontrer depuis le milieu des années 1980 la présence du tritium originaires des procédés technologiques de la centrale nucléaire, mais son impact ne peut être démontré que sur une superficie restreinte, et n'aura qu'un effet négligeable sur le nouveau site ([40] [41]). Suite aux réparations réalisées jusqu'à l'année 1998 on a pu observer une diminution significative de la concentration en tritium dans les puits d'eaux souterraines. Ce changement permet de constater qu'aujourd'hui les eaux de la nappe souterraine n'est plus contaminée par des rejets aqueux contenant de tritium originaires de la centrale nucléaire. Les concentrations en ¹⁴C de quelques puits excèdent le seuil du rayonnement ambiant, ce qui fait penser que ces isotopes proviennent de la centrale nucléaire, mais cette nuisance est encore moins importante que celle due au tritium.

3.2.1.9. Concentration radioactive des échantillons de lait

Les échantillons de lait sont achetés chaque mois, à tour de rôle, aux fermes laitières de Dunaszentgyörgy et de Gerjen, situées au sud de la centrale nucléaire, à proximité de celle-ci, et analysés par un spectromètre gamma. Compte tenu d'un seuil de détection de $0,5 \text{ Bq/dm}^3$ on ne trouve dans les échantillons ni des isotopes radioactifs issus de Tchernobyl, ni ceux originaires de la centrale nucléaire. Les valeurs des concentrations en $^{110\text{m}}\text{Ag}$ et en ^{137}Cs étaient dans tous les échantillons inférieures au seuil de détection, la concentration en isotopes ^{40}K varie entre 40 Bq/dm^3 et 60 Bq/dm^3 , sa moyenne étant de $51,1 \text{ Bq/dm}^3$, ce qui est similaire aux valeurs nationales.

3.2.1.10. Surveillance radiologique de l'environnement

En vertu du décret n° 15/2001. (VI. 6.) du Ministère de l'environnement sur les rejets radioactifs dans l'atmosphère et dans l'eau, au cours de l'application de l'énergie nucléaire la centrale nucléaire de Paks doit surveiller les niveaux de la radioactivité de l'environnement, liés aux rejets de la centrale nucléaire, et ce dans l'atmosphère aussi bien que dans l'eau. Que la centrale nucléaire soit en exploitation ou non, le système doit fournir des données suffisamment fiables, et en quantité nécessaire pour permettre d'évaluer les impacts sur l'environnement et, le cas échéant, de prendre les mesures nécessaires. Les principaux domaines de la surveillance sont :

- mesure des rejets dans l'atmosphère et dans l'eau dans les cheminées d'aération, dans le parc de réservoirs de collecte des eaux, et dans les égouts,
- mesure des paramètres hydrologiques du Danube,
- mesure de la concentration en isotopes radioactifs de l'air, du sol, de la nappe d'eaux souterraines et de la flore naturelle (herbe), ainsi que des retombées radioactives dans l'environnement,
- mesure de l'activité des différents types d'échantillons (eau, boues, poissons) prélevés dans les eaux de surface (Danube et étangs piscicoles), ainsi que des canalisations des eaux de pluie,
- mesure de la concentration en isotopes des différents échantillons d'aliments (lait),
- mesure de la dose du rayonnement gamma ambiant, et du débit de dose de ce rayonnement.

La surveillance s'effectue sur deux niveaux, en partie par des systèmes de télémétrie, en partie par l'analyse au laboratoire des échantillons, qui permet de tester environ 4000 échantillons chaque année. Le système de télémétrie fournit des données en ligne, en générale par la mesure du rayonnement de tous les isotopes.

Les stations de mesure doivent permettre de prouver que, en fonctionnement normal, la centrale nucléaire ne rejette pas de radionucléide dans l'atmosphère. En cas d'incident ou de dysfonctionnement elles doivent continuer à fournir des données sur les composants les plus importants de la radioactivité ambiante, même si les rejets passent à travers la cheminée. Ces informations doivent être à même de constituer le fondement des décisions à prendre pour défendre la population des environs.

- Dans un rayon de 1 à 1,5 km autour de la centrale nucléaire 9 points de prélèvement et de mesure type « A » ont été mis en place avec les principales fonctions suivantes :
 - mesure du débit de dose gamma,
 - mesure de l'activité bêta des aérosols
 - mesure de l'iode radioactif élémentaire ou élémentaire + dans la phase organique,
 - prise d'échantillon pour la mesure en laboratoire des aérosols et du iode.
- La station de contrôle (B24) correspondant aux stations type « A » fonctionne à Dunaföldvár.

- Pour une meilleure couverture territoriale, parmi les stations de mesure type « A », 11 autres stations de mesure type « G », mesurant le débit de dose gamma

Aux points de rejet et à différents autres points de l'environnement – aux stations de surveillance de l'environnement et à d'autres points - les signaux émis par les détecteurs de télémétrie sont complétés par des tests effectués dans le laboratoire sur les échantillons prélevés. Ces examens sont très sensibles, et applicables à toutes les radionucléides.

Aux stations type « A » on prélève des échantillons d'aérosol, d'iode, de retombées atmosphériques, de sol et d'herbe, afin de permettre de réaliser dans le laboratoire des tests haute sensibilité spécifiques aux nucléides. Dans cinq stations on prélève des échantillons d'air, de tritium (sous forme de gaz d'hydrogène (HT) et de vapeur d'eau (HTO)), de CO₂, et de C_nH_m. Les échantillons d'eau, de boues et de poisson prélevés dans les eaux de surface se trouvant autour de la centrale nucléaire (Danube, étangs piscicoles, canal de ceinture) font l'objet d'une analyse spécifique relative à la teneur en radionucléides. Pour contrôler le niveau de contamination radioactive des eaux souterraines, dans 40 puits de la zone d'opération on mesure la concentration en ³H, et dans 20 puits on mesure, à l'aide d'appareils d'échantillonnage automatique, la teneur en nucléides émettant des rayons gamma et en isotopes ¹⁴C, fixés par les colonnes échangeuses d'ions.

Parallèlement avec les mesures effectuées par la centrale nucléaire, un Système de Surveillance de la Protection de l'environnement contre les rayonnements (Hatósági Környezeti Sugárvédelmi Ellenőrző Rendszer (HAKSER)) est mis en place et exploité par les autorités et laboratoires radiologiques compétents pour surveiller la protection des environs de la centrale nucléaire contre les rayonnements. Ce système analyse chaque année environ 2 à 3 mille échantillons. Dans le cadre du contrôle des autorités, en plus de la surveillance des rejets atmosphériques et des rejets dans les eaux des environs, des échantillonnages sont réalisés dans l'eau du Danube, dans les boues, dans le sol, dans la flore et dans le lait, en vue d'une analyse effectuée dans un laboratoire.

3.2.2. Impacts radiologiques de l'exploitation des nouveaux blocs nucléaires

L'exploitation des blocs nucléaires peuvent exposer la population à une irradiation provenant de trois sources principales :

- le rayonnement externe direct et dispersé, issu de l'établissement,
- les émissions atmosphériques (irradiation externe, irradiation interne par inhalation, contamination radioactive du sol, impacts sur la chaîne alimentaire terrestre),
- les rejets liquides (eau potable, consommation de poissons, utilisation de l'environnement du Danube).

Le groupe critique (le groupe critique de référence)¹² est le groupe des individus vivant autour de l'établissement, dans une agglomération existante, lequel, du fait de son emplacement, de sa composition par âge, de sa consommation ou d'autres particularités (par ex. son mode de vie), est exposé au rayonnement le plus élevé. Pour sa détermination les caractéristiques météorologiques, hydrologiques, démographiques, de production agricole, de consommation et de mode de vie de l'environnement de l'établissement ont été utilisés. Un tel groupe peut bien être considérée hypothétique, en ce sens que les particularités de différents groupes sont réunies afin d'assurer un approche conservateur. Les calculs – tout comme pour les analyses portant sur les blocs nucléaires existants – ont été faits relativement à des enfants âgés d'1 an ou 2, et à des adultes. En harmonie avec les analyses précédentes [42], [43], pour le cas d'un rejet atmosphérique ou d'un rayonnement

¹² Dans les années passées, dans les recommandations internationales la notion du groupe critique a été remplacée par celle de la personne typique (représentative): „...une personne qui a reçu une dose d'irradiation correspondant à celle reçue par les personnes exposées au rayonnement le plus élevé...”. Vu que les facteurs relatifs à la dose, à la consommation et au mode de vie correspondront aux valeurs caractérisant le groupe critique de la méthode précédente, cette différence terminologique ne changera rien aux calculs.

gamma et neutronique, direct, dispersé, issu de l'établissement, nous avons considéré comme groupe critique (ou personne de référence) celui des enfants âgés d'1 an ou 2, habitant dans l'agglomération de Csámpa. Selon l'analyse présentée dans les détails dans l'étude [42], c'est le groupe dont les membres sont susceptibles d'être frappés le plus fort par les conséquences d'un rejet radioactif des établissements exploités sur le site. Le groupe qui est le plus exposé aux conséquences d'un rejet radioactif liquide, est celui de la population adulte habitant dans la commune de Gerjen, située près du Danube. Aux fins de l'estimation conservatrice, au cours des analyses le groupe de Csámpa et celui de Gerjen ont été unifiés, et c'est le total des doses reçues par ces deux personnes de référence qui a été pris en compte.

3.2.2.1. Impacts du rayonnement direct et dispersé

Selon l'EUR [44] la valeur cible du rayonnement direct issu d'une centrale nucléaire et touchant la population est de 0,1 mSv/an (soit 100 µSv/an), indépendamment de la puissance du(des) bloc(s). Cela correspond pratiquement à la contrainte de dose des autorités¹³. Nous avons peu de données – et, dans plusieurs cas, seulement des données obtenues grâce à des estimations conservatrices – relativement aux doses reçues par la population, issues du rayonnement direct des blocs nucléaires des différents types.

La valeur approximative du rayonnement direct et dispersé auquel le groupe de référence est exposé autour d'un bloc type AP1000 est de 4 µSv/an, cette valeur étant le résultat d'une estimation haute fort conservatrice.

Chez les blocs nucléaires EPR, sur la base du débit de dose de radioactivité (0,2 pSv/h) mesurable dans une distance de 1000m, le rayonnement externe annuel est inférieur à 2 nSv.

Chez le bloc nucléaire APR1400 le maximum indiqué pour une distance de 700m est de 50 µSv/an. Ce n'est pas une donnée calculée ou mesurée, ainsi ce serait trop conservateur d'admettre cette valeur pour la dose prévisible reçue par irradiation par le groupe de population vivant en Hongrie, le plus proche de la centrale (Csámpa, 1300 m). Après la correction des données sur la base de celles précisées pour les blocs EPR, et dépendant de la distance, dans une distance de 1300m on obtient une dose reçue par irradiation externe est de 0,5 µSv/an.

D'après la valeur de la dose reçue à une distance de 100m du bloc nucléaire type AP1000 – et même de celui type de bloc nucléaire APR1400 – on peut déclarer que la dose reçue par irradiation par le groupe de population vivant en Hongrie, le plus proche de la centrale (Csámpa, 1300 m) restera sûrement inférieure à 4 µSv/an. [42]

3.2.2.2. Estimation des rejets de radionucléides des nouveaux blocs nucléaires

Le document EUR fixe des exigences et des valeurs cibles pour les rejets des centrales nucléaires en mode de fonctionnement normal, en cas d'arrêts de tranche et en cas d'accidents [44]. Selon les exigences, en mode normal, la valeur annuelle maximale des rejets d'effluents liquides – exception faite du tritium – ne peut pas excéder 10 GBq, le plafond annuel des rejets atmosphériques de gaz rares est de 50 TBq, tandis que la quantité maximale des halogénures et des aérosols rejetés ne peut pas excéder 1 GBq. Ces valeurs sont valables pour les blocs ayant une puissance (électrique) de 1500 MW. Si la puissance d'un bloc est inférieure à 1500 MW, les valeurs ci-dessus diminuent au prorata de la puissance du bloc. Non seulement ces plafonds ne peuvent pas être excédés mais,

¹³ La contrainte de dose est une valeur stricte de la dose que les membres des personnes exposées à une radiation issue d'une source définie peuvent recevoir au maximum, qui s'utilise dans la période de conception de la radioprotection, pour l'optimisation des paramètres. Sa valeur est fixée par l'Office national de la Médecine du Travail, relevant du Service national de santé publique et de la médecine du travail.

conformément au principe ALARA¹⁴, les valeurs doivent être les plus basses possible, pouvant être raisonnablement obtenues.

Les données des rejets atmosphériques et liquides, autorisées en mode de fonctionnement normal, sont présentées par l'étude spécifique relative au calcul de la contrainte de dose des différents types de bloc [42]. Les rejets d'effluents liquides précisés n'incluent pas les rejets de radionucléides ayant une durée de vie d'une heure environ ou inférieure à 1h, car – compte tenu de leur voie de propagation – ils augmentent l'impact radiologique sur la population dans une mesure négligeable.

Les données des rejets des dysfonctionnements ou incidents prévus lors de la conception – dont la fréquence excède la valeur de 10^{-2} /an – sont également précisées, selon les types de blocs, dans l'étude [42]. Les rejets supérieurs à ceux du fonctionnement normal ne peuvent être occasionnés que par des incidents prévus lors de la conception impliquant des rejets atmosphériques, on n'a aucune raison de supposer la survenance d'un incident prévisible occasionnant des rejets liquides supérieurs à ceux du fonctionnement normal.

En cas de dysfonctionnements ou arrêts de tranche, la contamination des eaux de surface (le cas échéant, du Danube), peut survenir en principe des manières suivantes :

- a) contamination directe des eaux de surface,
- b) contamination indirecte des eaux de surface à travers les eaux souterraines,
- c) contamination indirecte des eaux de surface, contamination des eaux de surface par les retombées nucléaires ou par les eaux de ruissellement, due aux rejets atmosphériques d'un incident prévisible

Vu que tous les types de blocs nucléaires considérés assurent que, même pendant les incidents prévus lors de la conception, les effluents liquides puissent être rejetés de manière contrôlée, dans le respect des normes relatives aux émissions, d'après nos expériences on peut pratiquement exclure une contamination directe, incontrôlée des eaux de surface. Les descriptions des incidents prévus lors de la conception des différents types de blocs ne comprennent aucune mention relative à la contamination des eaux, pour cette raison, dans la présente étape de la conception, on peut exclure cette voie de propagation également. La contamination indirecte des eaux de surface à travers « la contamination des eaux de surface par les retombées nucléaires dues aux rejets atmosphériques d'un incident prévisible » n'est pas significative par rapport à la valeur des rejets atmosphériques. Compte tenu de ce qui précède, on n'a aucune raison de supposer la survenance d'un incident d'exploitation provoquant des rejets liquides dont la gestion ne serait pas possible dans le cadre du système de limitations en application pour le mode de fonctionnement normal. [42]

3.2.2.3. L'impact radiologique des nouveaux blocs sur la population

Nous avons déterminé l'impact radiologique des rejets gazeux et liquides attribuables au fonctionnement normal des cinq types de bloc. Vu que, selon les prescriptions internationales et nationales de radioprotection, l'irradiation attribuable aux incidents d'exploitation prévisibles ne peut pas excéder la valeur de la contrainte de dose, nous avons également cherché à connaître le volume des rejets dus aux incidents d'exploitation prévisibles.

Nous avons appliqué des modèles approuvés au niveau international pour déterminer la dose de radiation rejetée. Les calculs ont été réalisés par le logiciel PCCREAM [45] pour un fonctionnement normal, et par le logiciel PCCOSYMA [46] pour les incidents d'exploitation prévisibles.

Nous sommes partis de la supposition que le point d'émission se situe au centre du site prévu, et pour la définition du lieu d'habitation du groupe de référence nous avons pris en compte la situation du bâtiment d'habitation des communes environnantes situé le plus proche de la centrale nucléaire.

¹⁴ „As Low As Reasonably Achievable” soit aussi bas qu' il soit raisonnablement possible d'atteindre.

Le niveau d'émission considéré était fonction des types de réacteur : pour les réacteurs MIR.1200 et ATMEA1 nous avons compté avec une valeur de 100m, pour ceux des types EPR, AP1000 et APR1400, avec une hauteur de 60m. Pour ce qui concerne les conditions météorologiques, nous avons fondé nos prévisions sur les données des 10 années courant de 2000 à 2009.

La rugosité de la surface, ayant une influence sur la propagation, a été calculée compte tenu de la valeur typique des exploitations agricoles. Nous avons pris en compte les voies de propagation de radioactivité suivantes :

- le rayonnement externe des radionucléides provenant des nuages et de la superficie du sol
- irradiation interne par inhalation,
- irradiation interne par ingestion d'éléments radioactifs contenus dans les aliments.

Pour l'irradiation externe nous avons déterminé la dose intégrée répartie sur une année, tandis que pour l'irradiation interne nous avons calculé la dose engagée due à une exposition d'une année. Nous avons réalisé les calculs relativement aux enfants âgés d'1 an aussi bien qu'aux adultes. Nous avons supposé que ces personnes passent 90% de leur temps à l'intérieur d'un bâtiment, et que le facteur de blindage du bâtiment est de 0,2 pour le rayonnement des nuages et de 0,1 pour le rayonnement du sol. En prenant une approche conservatrice, nous avons supposé que la totalité de l'habitation consomme uniquement des aliments produits sur place (donc dans le secteur observé, et à une distance correspondant à celle constituant la base de notre calcul). Pour l'estimation des produits consommés en fonction de l'âge, nous avons utilisé les données de la zone de Bataapáti, figurant dans l'étude relative au département de Tolna. Ces données peuvent être considérées valables également pour les environs de Paks.

D'après les calculs portant sur les rejets *atmosphériques d'un fonctionnement normal*, on constate que :

- la valeur la plus élevée de l'irradiation issue des rejets d'exploitation normal est de 2,0 $\mu\text{Sv}/\text{an}$,
- un enfant âgé d'1 an est exposé à une irradiation d'environ 50% supérieure à celle des adultes,
- parmi les lieux d'habitation c'est la commune de Csámpa dont les habitants reçoivent une dose maximale
- ce sont les conditions climatiques de l'année 2003 qui résultent l'irradiation la plus élevée.
- en fonctionnement normal c'est le bloc nucléaire EPR qui résulterait l'irradiation la plus grave, et le bloc nucléaire TMEA1 provoquerait les rejets atmosphériques les plus faibles pour la population.

Une dose supérieure à 1% a été atteinte, chez tous les types de blocs nucléaires, par trois radionucléides, et c'est toujours l'isotope ^{14}C qui a été la radionucléide déterminante, ce qui est principalement dû au fait que, faute d'information relative à la forme chimique, nos calculs sont fondés, de manière conservatrice, sur la supposition que la forme pertinente est dans tous les cas celle du CO_2 [38].

Quant aux voies de propagation de l'irradiation, c'est la consommation des aliments qui est décisif, car l'importance de l'irradiation interne engendrée par l'inhalation est légèrement supérieure à 1%, et l'irradiation externe est d'un volume négligeable.

Au cours des calculs du logiciel PCCOSYMA, relatifs à l'irradiation atmosphérique due aux *incidents d'exploitation prévisibles*, nous avons supposé que la catégorie de stabilité ambiante (Pasquill « D ») neutre (une vitesse du vent de 5 m/s, un temps sec), car ce sont parmi les conditions climatiques les plus typiques de la région. Mais nous avons fait certains calculs également pour la catégorie Pasquill « F ». Nous avons considéré que les conditions

météorologiques sont constantes pendant la durée supposée des émissions (0,5 h), et nos calculs ont porté sur le lieu d'habitation situé le plus proche de la centrale nucléaire (soit Csámpa).

Nous avons déterminé le rayonnement des nuages, celui des nucléides du sol et l'irradiation subie après inhalation pour une durée d'1 année suivant l'incident d'exploitation prévisible, tandis que, pour la consommation d'aliments irradiés nous avons calculé avec une dose efficace engagée, compte tenu d'une durée d'un an. Lors du calcul de l'irradiation remontant à travers la chaîne alimentaire, de manière conservatrice, nous n'avons pas compté avec la consommation de produits importés d'une autre zone géographique. Nous avons supposé que les aliments consommés ont été produits sur un anneau d'une superficie d'environ 5 km², situé dans une distance déterminée autour des réacteurs en question.

Les résultats permettent de constater que, pendant un incident d'exploitation prévisible, l'impact radiologique le plus important sur la population est engendré par les rejets atmosphériques du bloc nucléaire type AP1000 (14 µSv/an), et celui le moins important est provoqué par le bloc nucléaire type ATMEA1 (0,71 nSv/an). Ce sont les adultes qui seraient touchés le plus fort par les irradiations liées aux incidents d'exploitation prévisibles, et ce sont les isotopes ¹³⁴Cs et ¹³⁷Cs qui contribuent le plus fort à l'irradiation.

Pour déterminer l'irradiation due aux *rejets liquides*, nous avons utilisé le modèle fondé sur l'édition Safety Reports Series 19 [47] de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) (NAÜ), en tenant compte du fait que les effluents rejetés dans le Danube ne se mélangent qu'en partie avec l'eau de la rivière, et cela est valable également pour les points situés loin du point d'émission. Dans nos calculs nous n'avons pas tenu compte de l'effet réducteur de la concentration de la sédimentation [47], et nous avons pris en compte des voies de propagation suivantes :

- irradiation externe provenant des eaux contaminées, des rives contaminées, ainsi que des sols irrigués,
- irradiation interne due à la consommation de l'eau potable, des poissons, et des aliments d'origine animale contaminés du fait de l'alimentation des animaux par des fourrages irrigués.

Pour l'irradiation externe nous avons regardé les doses intégrées sur une année, et pour l'irradiation interne nous avons calculé la dose engagée provenant des irradiations en une année. Ces calculs ont porté sur les enfants âgés d'1 an et sur les adultes vivant dans la première commune de la rive droite (Gerjen, 10 km). Les analyses ont permis de constater les suivants :

- Pour les blocs nucléaires APR1400 la quantité des isotopes ¹⁰⁶Ru, a ¹³⁴Cs et ¹³⁷Cs est dominante, pour les autres blocs nucléaires le rayonnement des isotopes ³H ou ¹⁴C est le plus fort. A part ces éléments, seuls les isotopes ⁶⁰Co, ⁶³Ni, et ¹³¹I sont responsables pour une irradiation de près d'1% ou supérieure à ceci.
- Tout comme dans le cas de l'irradiation attribuable aux émissions atmosphériques de l'exploitation normale, c'est l'irradiation interne qui est la plus importante.
- Vu qu'on ne dispose pas de l'intégralité des informations nécessaires, la comparaison des doses complètes n'est pas réaliste, mais si on regarde seulement les paramètres connus, ce sont les rejets liquides du type EPR qui résultent l'irradiation la plus importante pour la population (4,4 µSv/an).

Selon les expériences acquises jusqu'ici, et les données fournies par les fournisseurs, les *rejets liquides* provenant des *incidents d'exploitation prévisibles* peuvent être gérés dans le cadre du système de limitation en application en fonctionnement normal.

Les analyses effectuées permettent de constater que, en fonctionnement normal, l'impact des rejets atmosphériques et liquides ne peut pas excéder la valeur de 6 µSv/an. En ajoutant à ceci la valeur de 4 µSv/an des rejets directs et dispersés, on obtient une valeur de 10 µSv/an par bloc nucléaire. En

supposant que, outre les émissions annuelles de l'exploitation normale, un incident d'exploitation prévisible surviendra, la valeur de la contribution de dose augmentera, même dans les conditions climatiques les moins favorables, de 14 $\mu\text{Sv}/\text{an}$. En supposant donc la survenance d'un incident d'exploitation prévisible, la valeur de 10 $\mu\text{Sv}/\text{an}$, mesurée en fonctionnement normale, augmentera à 24 $\mu\text{Sv}/\text{an}$ par bloc nucléaire. Par conséquent, si deux blocs nucléaires sont construits, les valeurs obtenues en cas de fonctionnement normal, augmentées par celles de deux incidents d'exploitation prévisibles (un par réacteur), font au total une valeur de 48 $\mu\text{Sv}/\text{an}$.

3.2.2.4.L'impact radiologique des nouveaux blocs sur la flore et sur la faune

Dans le cadre du sixième Programme-cadre de Financement de la Recherche de l'Union européenne a donné lieu au projet « ERICA » (Environmental Risks from Ionising Contaminants: Assessment and Management, Risques des contaminants ionisants pour l'environnement: Evaluation et management). Le programme [48] établi grâce à ce projet permet de déterminer l'impact radiologique des nouveaux blocs sur la flore et la faune (écosystème) des environs de la centrale nucléaire, ainsi que quelques risques relatifs à quelques espèces particulièrement sensibles. Les principaux résultats du projet ERICA sont les suivants:

- Il n'y a pas de différence essentielle entre la radiosensibilité de la faune et de la flore des écosystèmes terrestres, marines et d'eau douce, plus particulièrement en ce qui concerne leur sensibilité aux émissions continues.
- Il existe un seuil de dose généralement applicable pour la faune et pour la flore des écosystèmes examinés. Si l'irradiation provenant de l'établissement examiné n'atteint pas ce seuil, ce risque est négligeable pour l'environnement. [49]

La notion de la dose équivalente, applicable uniquement pour la dose absorbée par le corps humain, n'est pas applicable pour la dose biologique (D_b) subie par la flore et par la faune. Nous préférons d'appliquer, selon la pratique internationale actuelle – et conformément à la recommandation d'International Commission on Radiological Protection (ICRP)¹⁵ – le calcul suivant:

$$D_b = \sum_R D \times w'_R \quad (3.2.2.4-1)$$

Dans l'équation (3.2.2.4-1) R indique le type de rayonnement, et w'_R est le facteur de risque du rayonnement type R . La valeur de ceci est de 10 pour le rayonnement α , de 3 pour le rayonnement β « mou » (de faible énergie), et 1 pour le rayonnement β d'énergie moyenne et haute, ainsi que pour le rayonnement γ .

Dans le cadre du programme ERICA une base de données appelée « FREDERICA » [50] a été réalisée, comprenant un grand nombre d'espèces végétales et animales, et le radionucléide qui émet la dose spécifique la plus élevée.

Pour ces calculs, le premier pas est la définition de la valeur du PNEDR („Predicted No-Effect Dose Rate” = Débit de dose sans effet [$\mu\text{Gy}/\text{h}$]) pour les espèces végétales et animales, ce qui est suivi par le calcul des valeurs EMCL (Environment Media Concentration Limit = Limite d'exposition environnementale). La valeur de la limite EMCL peut être différente pour la valeur tolérée des émissions de radionucléides et pour les quatre éléments de l'environnement (soit l'eau, les sédiments, le sol et l'air).

Le programme ERICA est doté d'une structure à trois niveaux (Tier 1, 2 et 3), les niveaux supérieurs étant de plus en plus détaillés et de plus en plus complexes. Dans la phase actuelle du travail – compte tenu de la profondeur des données disponibles relatives à l'établissement – nous avons procédé à l'examen du premier niveau (Tier 1). L'analyse de la radioactivité des rejets

¹⁵ Commission internationale de protection contre les radiations.

atmosphériques a été réalisée relativement aux espèces végétales et animales terrestres, vivant autour de la clôture du site.

Avec les données globales calculées à partir des valeurs d'émission maximales des cinq types de réacteur examinés, même le premier niveau (celui le plus conservateur) du programme ERICA a permis d'obtenir un facteur de risque inférieur à 1 et, même avec deux blocs nucléaires, ce facteur restera largement inférieur à 1.

3.2.3. Impacts radiologiques combinés des installations nucléaires exploitées sur le site

L'évaluation de la nouvelle situation radiologique créée par la mise en service des nouveaux blocs nucléaires, en appliquant une approche conservatrice, doit prendre en considération que, pendant un certain temps, les quatre blocs nucléaires type VVER-440, actuellement en service, dont la durée de vie a été prolongée, la nouvelle centrale nucléaire incluant deux blocs nucléaires au maximum, ainsi que le dépôt provisoire des combustibles irradiés. Pour cette raison il est nécessaire d'examiner les impacts radiologiques combinés des installations nucléaires exploitées sur le site.

La présentation de l'impact radiologique sur l'environnement binés des installations nucléaires exploitées sur le site de Paks est fondée sur les études destinées à justifier les contraintes de dose recommandées pour les nouveaux blocs nucléaires, ainsi que sur les analyses présentées dans les chapitres précédents, sur les définitions des contraintes de dose relatives aux établissements en fonctionnement et sur les valeurs des rejets gazeux et liquides effectifs.

Contrainte de dose relatif aux établissements actuellement en service sur le site de Paks et aux nouveaux blocs à construire

Dans sa résolution numéro OTH 40-6/1998, l'Office national de la Médecine du Travail, relevant du Service national de santé publique et de la médecine du travail a défini une contrainte de dose de 90 $\mu\text{Sv}/\text{an}$ pour les blocs nucléaires 1 à 4 de la centrale nucléaire de Paks. La contrainte de dose relatif au Dépôt Provisoire des Combustibles Irradiés, dont les limites géographiques sont les mêmes, mais qui est exploité par un autre titulaire d'autorisation (soit la société qui s'appelle actuellement: Radioaktív Hulladékokat Kezelő Közhasznú Nonprofit Korlátolt Felelősségű Társaság, RHK Kft.) est de 10 $\mu\text{Sv}/\text{an}$ pour les 16 200 combustibles irradiés que le dépôt pourra accueillir simultanément après la réalisation de l'ensemble du projet. Ce sont ces valeurs qui ont été prises pour base pour le calcul des valeurs limites d'émission applicables aux différents établissements et voies d'émission.

Vu que les nouveaux blocs à construire seront de type différent de celui des réacteurs actuels, ils nécessitent la définition de contraintes de dose spécifiques. D'après l'étude présentant le calcul de la contrainte de dose des nouveaux blocs à construire [42] la contrainte de dose (90 $\mu\text{Sv}/\text{an}$) valable pour les blocs actuellement en fonctionnement est applicable également pour les deux blocs prévus dont la puissance électrique sera similaire.

C'est en partant de la valeur de la contrainte de dose qu'il faudra calculer ensuite les valeurs limites d'émission portant sur les effluents radioactifs. Les valeurs limites d'émission doivent être fixées par le titulaire de la licence d'exploitation. Celui-ci doit justifier par des calculs que, si ces valeurs sont respectées, les membres du groupe critique (et la personne de référence) ne subiront pas d'irradiation supérieure à la contrainte de dose. Pour l'évaluation il est nécessaire de connaître précisément les suivants :

- I. Le lieu précis de l'émission (par ex. cheminée, canal, etc.), l'état physique et chimique de ce lieu.
- II. La distance entre le lieu où se trouve la personne de référence et le point d'émission.
- III. Les particularités météorologiques, géographiques et géologiques déterminant la propagation de l'irradiation.

- IV. Tous les autres facteurs « anthropomorphes » ayant un impact sur la propagation (par ex. l'agriculture, l'utilisation des eaux, etc.).
- V. Les facteurs influençant l'exposition des personnes de référence (facteurs de conversion de dose pour l'inhalation, l'ingestion et l'immersion, données de la consommation, temps de séjour, etc.).

Impacts radiologiques combinés des nouveaux blocs nucléaires à construire et des installations existant sur le site de Paks

La contribution de dose des nouveaux blocs nucléaires est prise en compte sur la base des résultats présentés au *sous-chapitre 3.2.2.3*. Les données des émissions des blocs actuels ont été reprises du rapport le plus récent, portant sur la radioprotection du site de Paks [35], tandis que celles relatives au Dépôt Provisoire des Combustibles Irradiés correspondent aux chiffres figurant dans l'étude réalisée pour les besoins du dernier contrôle [51]. Pour leurs calculs, les auteurs de cette dernière étude sont partis de la supposition que la totalité de l'établissement allait être construite, et ont utilisé une source spéciale, dite composite qui, en ce qui concerne le niveau d'irradiation et la composition en isotopes radioactifs, avait les propriétés les plus défavorables en terme de radioprotection.

Ce sont les enfants âgés d'1 an ou 2, vivant dans la commune de Csámpa, qui risquent de subir les irradiations maximales, dues aux rejets atmosphériques des nouveaux blocs nucléaires. En fonctionnement normal, la valeur la plus élevée de l'irradiation due aux émissions des blocs nucléaires s'élèvera à 2 $\mu\text{Sv}/\text{an}$, les rejets prévisibles impliqués par les incidents d'exploitation prévisibles provoqueront l'émission d'une dose de 14 $\mu\text{Sv}/\text{an}$. L'impact des rejets atmosphériques des blocs nucléaires actuellement en service n'excède pas la valeur d'1 $\mu\text{Sv}/\text{an}$, et l'impact du Dépôt Provisoire des Combustibles Irradiés est encore plus faible. L'impact des émissions atmosphériques de l'ensemble des établissements actuellement en service et à construire sur le site est estimé à 33 $\mu\text{Sv}/\text{an}$.

Le groupe exposé le plus fort aux conséquences de l'émission d'effluents liquides est la population de la commune de Gerjen, dans laquelle les adultes et les enfants âgés d'1 an ou 2 devront subir une dose de radioactivité de 4 $\mu\text{Sv}/\text{an}$. D'après le rapport a [35], les conséquences de l'émission d'effluents liquides des blocs nucléaires actuels s'élève à environ 1 μSv . Selon l'étude [51], les rejets liquides du Dépôt Provisoire des Combustibles Irradiés (construit en intégralité) peut induire un débit de dose de 0,4 $\mu\text{Sv}/\text{an}$.

Pour les nouveaux blocs, la valeur approximative du composant issu du rayonnement direct et dispersé est de 4 $\mu\text{Sv}/\text{an}$, ce qui est estimation haute fort conservatrice. L'impact du rayonnement direct et dispersé des blocs actuellement en exploitation n'atteint pas $\mu\text{Sv}/\text{an}$. Du fait du déplacement des assemblages de combustibles, selon l'étude [51], la contribution de dose du Dépôt Provisoire des Combustibles Irradiés s'élève à 5 μSv par an. Compte tenu de ce qui précède, l'impact du rayonnement direct et disperse est de 13 $\mu\text{Sv}/\text{an}$.

En conclusion, la valeur estimée de la dose subie par la personne de référence du fait de l'exploitation simultanée des six blocs nucléaires du site et du Dépôt Provisoire des Combustibles Irradiés s'élève à 56 $\mu\text{Sv}/\text{an}$ (*tableau n°3.2.3-1*). Ce chiffre inclut la valeur obtenue par estimation haute très conservatrice de l'impact des rejets atmosphériques et liquides des nouveaux blocs nucléaires, induits en fonctionnement normal et compte tenu d'un incident d'exploitation prévisible par an. Ces résultats sont conservateurs, d'autant plus que le volume actuel des émissions de radionucléides (responsable des émissions les plus importantes) de la centrale nucléaire de Paks est largement inférieur à celui indiqué pour les nouveaux blocs à construire par les fournisseurs. Par conséquent les valeurs précisées par les concepteurs des nouvelles centrales nucléaires ne sont pas les valeurs des émissions moyennes prévisibles, mais une estimation conservatrice de la valeur cible. Bien que, même les chiffres ainsi obtenus restent inférieurs à 90 $\mu\text{Sv}/\text{an}$, dans un deuxième

temps il sera nécessaire de demander des chiffres plus précis aux fournisseurs, et de procéder à la vérification critique de certaines de ces données.

Tableau n°3.2.3-1: Impacts radiologiques combinés des installations nucléaires exploitées sur le site

Rejets atmosphériques [μSv/an]			Rejets liquides [μSv/an]			Rayonnement direct et dispersé [μSv/an]			Total [μSv/an]
PAE	Nouveaux	PPCI	PAE	Nouveaux	PPCI	PAE	Nouveaux	PPCI	56
<1	32	<<1	1	8	<1	<<1	8	5	

PAE – Blocs nucléaires 1 à 4 en service de la centrale nucléaire de Paks

Nouveaux – nouveaux blocs à construire

PPCI – Le Dépôt Provisoire des Combustibles Irradiés

3.2.4. Impacts des incidents et accidents

Pour les nouveaux blocs nucléaires le volume 3 des Règlements de la sécurité nucléaire (RSN), constituant l'annexe du décret gouvernemental n°118/2011. (VII. 11.) relatif aux exigences de sécurité nucléaire des établissements nucléaires et sur les activités y liées des autorités définit les modes de fonctionnement de la manière suivante (après la dénomination nous précisons l'abréviation appliquée dans les RSN, ensuite celle de l'EUR) :

- a) mode opératoire normal = TA1 (fonctionnement normal) = DBC1 (Design Basis Condition 1),
- b) événements prévus lors de la conception:
 - ba) incidents d'exploitation prévisibles = TA2 = DBC2,
 - bb) incidents d'exploitation prévisibles peu fréquents = TA3 = DBC3,
 - bc) incidents d'exploitation prévisibles très rares = TA4 = DBC4,
- c) événements non prévus lors de la conception = TAK (redimensionnement de la conception),
 - ca) accident non prévu lors de la conception = TAK1 = DEC1 (Design Extension Condition – catégorie des processus complexes),
 - cb) accidents graves = TAK2 = DEC2 (catégorie des accidents graves).

3.2.4.1. Incidents prévus lors de la conception

En vertu du point 3.2.4.0100 des RSN, lors de la construction de nouvelles centrales nucléaires la dose subie par le groupe de référence de la population ne peut pas excéder la valeur d'1 mSv/événement pour les processus partant d'un événement initial aboutissant à la survenance d'un mode opératoire TA3, et la valeur de 5 mSv/événement pour les processus partant d'un événement initial aboutissant à la survenance d'un mode opératoire TA4.

Réacteur nucléaire type AP1000

Le document [53] inclut la liste des incidents prévus lors de la conception du réacteur type AP1000. Bien que la terminologie soit différente de celle standard utilisée par le document EUR, la liste des incidents couvre les catégories DBC1–DBC4 du document EUR.

Selon le document [53] la centrale nucléaire est conforme aux conditions prévues par le document EUR. Nous avons vérifié cette conformité en nous appuyant sur des valeurs estimées. Nous avons obtenu les données en multipliant les chiffres pertinentes du réacteur EPR – considéré par le document [42] (destiné au calcul de la contrainte de dose applicable pour les nouveaux réacteurs nucléaires) comme le réacteur dont les taux d'émission sont les plus élevés – par le quotient des

puissances électriques brutes des deux types de réacteur. Cette procédure est conservatrice, donc donne une estimation fiable sur l'accomplissement des conditions. Selon les analyses réalisées ces critères sont respectés.

Réacteur nucléaire type MIR.1200

Le réacteur nucléaire type MIR.1200 a été conçu dans le respect des critères de conception en vigueur en Russie, qui ne correspondent pas tout à fait aux catégories du document EUR. En ce qui concerne la catégorie DBC1–DBC2 (TA1–TA2), on constate une correspondance presque totale, on note la seule différence au niveau de l'évaluation des incidents, car la réglementation russe ne fait aucune différence entre les incidents des fréquences et gravités différentes. Concernant les incidents prévus lors de la conception un plafond de 5 mSv est prescrit pour la dose pouvant être subie par le corps entier des membres de la population vivant sur les limites de la zone de protection, ce qui correspond au critère de 5 mSv/événement de la catégorie DBC4 (TA4) du document EUR. Nous avons vérifié la conformité de la même façon que pour le réacteur AP1000, et nous avons trouvé que le réacteur MIR.1200 est conforme aux critères.

Réacteur nucléaire type EPR

Les concepteurs de la centrale nucléaire EPR ont classé les différents modes de fonctionnement, états transitoires et incidents ont été dans les catégories DBC1 à DBC4, définies par le document EUR [56]. Nous avons procédé à la vérification de la conformité aux critères, pour ces centrales également, et nous avons constaté que les conditions sont remplies.

Réacteur nucléaire type ATMEA1

Pour les incidents prévus lors de la conception le tableau présenté dans l'Attachment 4 joint au document [57] inclut les contributions de dose maximum des limites de la zone de protection.

Ce type de réacteur a été conçu dans le respect de la réglementation américaine (US Regulatory Guide 1.183, juillet 2000), ce qui prévoit un plafond d'irradiation de 250 mSv pour les cas des incidents. Les exigences EUR sont plus sévères, en prévoyant un plafond de dose de 250 mSv pour les incidents. Les exigences prévues dans le document EUR sont plus strictes, pour cette raison le fournisseur devra compléter son dossier par la justification du respect des valeurs cibles prévues par le document EUR. En supposant que les émissions atmosphériques rejetées à travers la cheminée seront conformes à la prévision, on constate que les critères EUR sont respectés.

Réacteur nucléaire type APR1400

Les données du réacteur APR1400 sont précisées dans les documents [58] et [59]. Les concepteurs du réacteur type APR1400 ont également pris pour base la réglementation américaine 10 CFR, la conformité aux critères EUR ne pourra être vérifiée que plus tard, après la réception de certaines données supplémentaires. Nous avons contrôlé les critères, et nous avons constaté que, d'après les analyses fondées sur les données relatives aux émissions, fournies par le fournisseur, les critères sont respectés.

3.2.4.2. Redimensionnement des plans de construction

Les incidents, nécessitant le redimensionnement des plans de construction, se répartissent en deux catégories différentes : les processus complexes et les accidents graves. La première catégorie inclut les processus pouvant provoquer, suite à la survenance de plusieurs défaillances, l'émission d'une quantité très importante d'effluents radioactifs. Certaines successions d'événements, ayant très peu de probabilité de survenir, peuvent endommager le cœur, et engendrer le rejet d'une quantité considérable d'effluents radioactifs : il s'agit ici d'un accident grave. Les successions d'événements

(ou chaînes d'événements) sont sélectionnées par les méthodes ÉPS (Etudes probabilistes de sûreté, ou PSA, Probabilistic Safety Assessment).

L'émission provenant du circuit primaire et se dirigeant vers le confinement est considérée comme terme source. En appliquant la méthode de la meilleure approximation, il est nécessaire de définir, d'après les séquences identifiées par les ÉPS, un terme source de référence (Reference Source Term – RST), qui servira pour prouver la conformité aux critères d'émission. Dans le cadre de l'analyse ÉPS du deuxième niveau, les séquences relatives aux émissions similaires doivent être classées dans les différentes catégories de terme source. Les groupes de séquence supérieures à l'RST doivent être examinés spécifiquement, et il faut démontrer que leur probabilité n'excède pas la valeur cible de 10^{-7} /an. De plus, la probabilité totale de l'ensemble des groupes induisant une émission supérieure à l'RST ne peut pas être supérieure à 10^{-6} /an.

Conformément à l'EUR, l'objectif est d'éviter que les émissions excèdent la valeur

- donnant lieu à une intervention d'urgence (évacuation d'urgence) au-delà d'une distance de 800 mètres,
- donnant lieu à l'introduction de mesures provisoires au-delà d'une distance de 3 km (éloignement),
- donnant lieu à l'introduction de précautions tardives au-delà d'une distance de 800 m (évacuation),
- ayant des incidences économiques considérables (l'introduction des interdictions relatives à l'alimentation des personnes et des animaux n'est nécessaire que pour une période de temps et dans une zone limitées).

Réacteur nucléaire type AP1000

Le dossier [53] relatif au réacteur nucléaire type AP1000 comprend une analyse spécifique présentant la conformité aux limites d'émission prévues par le document EUR pour les cas des accidents graves. Le réacteur type AP1000 est conforme à ces critères.

Réacteur nucléaire type MIR.1200

Les émissions du réacteur nucléaire type MIR.1200, liées aux accidents graves, ont été examinées pour le cas de la fusion du cœur du réacteur, accompagnée de la rupture de la ligne ayant le diamètre le plus grand (850mm) et d'une panne complète d'électricité. C'est ce qui a été considéré comme « accident grave de référence » [55]. Le réacteur type MIR.1200 respecte les critères portant sur les émissions.

Réacteur nucléaire type EPR

Les calculs concernant la centrale nucléaire EPR sont inclus dans le document [62]. La méthodologie des calculs ne remplit les exigences EUR qu'en partie, certes, néanmoins elles permettent de constater que le réacteur EPR est conforme aux critères.

Réacteur nucléaire type ATMEA1

Pour les accidents graves le document [57] présente des valeurs d'émission relatives aux accidents graves accompagnés d'une panne complète d'électricité, mesurées 48 heures après le début de l'accident. Selon ces informations les émissions sont minimales dans la zone, mais pour l'évaluation on a besoin d'obtenir des informations complémentaires de la part des fournisseurs.

Réacteur nucléaire type APR1400

Les valeurs précisées dans la documentation [59] ne peuvent pas être comparées avec les critères EUR sans l'obtention de certaines informations complémentaires. Les valeurs figurant dans la documentation [58] sont inférieures aux critères de dose pertinents du document EUR, mais pour confirmer la conformité à ceux-ci il est nécessaire d'obtenir des compléments d'information des fournisseurs.

3.2.4.3. Probabilité de la survenance des incidents et accidents graves non prévus lors de la conception

Dans le cadre des analyses de sécurité, il est nécessaire de réaliser, en plus des analyses déterministiques, des analyses de sécurité relatives à la probabilité. La fréquence de l'endommagement de la zone doit être inférieure à 10^{-5} /an pour tous les débuts d'accident et pour tous les modes de fonctionnement (exploitation, arrêt). Des émissions importantes dues à des accidents peuvent être engendrées en cas de fusion du cœur du réacteur et en cas d'endommagement des fonctions du confinement. La fréquence des accidents graves - tous les incidents initiaux compris - doit être inférieure à 10^{-6} /an. Pour justifier la conformité de cette construction aux exigences, il faut prouver qu'il n'existe pas d'événement qui contribue dans une mesure supérieure à 10^{-7} /an à la fréquence totale des processus dûs aux accidents graves.

Réacteur nucléaire type AP1000

Les valeurs de probabilité sont fondées sur les résultats présentés dans le document [66]. La fréquence de l'endommagement de la zone est de $5,1 \cdot 10^{-7}$ /an pour tous les débuts d'accident et pour tous les modes de fonctionnement (exploitation, arrêt), ce qui est largement inférieur à la valeur limite retenue. La fréquence totale des accidents graves - tous les incidents initiaux et modes de fonctionnement compris - est bien inférieure à 10^{-7} /an, ainsi ce critère est largement rempli.

Réacteur nucléaire type MIR.1200

Les valeurs de probabilité sont fondées sur les résultats présentés dans le document [67]. La fréquence de l'endommagement de la zone - tous les incidents initiaux et modes de fonctionnement compris - est largement inférieure à 10^{-7} /an. C'est nettement inférieur au plafond requis. La fréquence totale des accidents graves est d'environ 10^{-8} /an, ainsi ce critère est largement rempli.

Réacteur nucléaire type EPR

Les valeurs de probabilité sont fondées sur les résultats présentés dans le document [68]. La fréquence de l'endommagement de la zone - tous les incidents initiaux et modes de fonctionnement compris - est inférieure à 10^{-6} /an. C'est nettement inférieur au plafond requis.

Vu que la fréquence totale des accidents graves est d'environ 10^{-7} /an, le critère relatif à la fréquence totale des accidents graves est largement rempli.

Réacteur nucléaire type ATMEA1

Pour ce type de réacteur nucléaire, l'analyse de la probabilité doit être fondée sur une analyse de sécurité de probabilité préalable, disponible pendant la phase de conception (basic design) [69]. D'après les résultats disponibles la fréquence de l'endommagement de la zone est autour de 10^{-7} /an, donc la centrale nucléaire remplit largement le critère relatif au risque d'endommagement de la zone.

L'analyse de probabilité de premier niveau permet de constater que la fréquence maximale des accidents graves est autour de 10^{-7} /an, ainsi le critère relatif à la fréquence des accidents graves est rempli.

Réacteur nucléaire type APR1400

Les valeurs de probabilité sont fondées sur les résultats présentés dans le document [58]. La fréquence de l'endommagement de la zone - tous les incidents initiaux et modes de fonctionnement compris – est, selon une estimation haute, de $3 \cdot 10^{-6}$ /an. C'est moins que le tiers de la valeur limite retenue.

L'analyse de probabilité de deuxième niveau permet de constater que, compte tenu des facteurs de risque évalués et chiffrés, la fréquence totale des accidents graves est d'environ $2,84 \cdot 10^{-7}$ /an, donc le critère est largement rempli.

3.3. Qualité de l'air

3.3.1. Présentation de la situation initiale

La présentation de la situation initiale est fondée sur les données actuellement disponibles. Bien que la pollution d'air classique de la nouvelle centrale nucléaire (hors le transport des personnes et des charges) soit négligeable pendant la période d'exploitation, vu la charge importante représentée par l'étape de la construction, nous proposons de présenter les caractéristiques de la situation initiale jusqu'à la phase de l'évaluation d'impact sur l'environnement.

3.3.1.1. La pollution de l'air actuelle

Faute de mesures, la situation actuelle peut être décrite par les caractéristiques ci-dessous :

- *Classement en zones*: L'arrêté n°4/2002. (X. 7.) du Ministère de l'Environnement et du Développement rural relatif à la désignation des agglomérations et zones de pollution d'air répartit le territoire du pays en plusieurs zones, selon les taux de pollution d'air. La ville de Paks et le territoire de la centrale nucléaire ne sont pas parmi les régions polluées, pour cette raison ils sont classés dans le groupe n°10, soit dans la zone appelée « Le reste du territoire du pays ». Cette catégorie inclut les régions les moins polluées du pays, appartenant aux deux catégories de pollution les plus basses (exception faite du $PM_{10(BaP)}$ ¹⁶).
- *Mesure de la pollution d'air*: Le Réseau national de la Pollution d'Air (RNPA) (Országos Légszennyezettségi Mérőhálózat, OLM) mesure à Paks depuis 1987, par des méthodes manuelles, le dépôt de poussières rejetées. D'après les données de l'année 2011, l'agglomération est classée dans la catégorie de pollution « excellente ». La station de mesure automatique la plus proche se trouve à Dunaújváros, où en 2011 la pollution en dioxyde de soufre, en oxydes d'azote, en monoxyde de carbone est classée dans la catégorie « excellente », la pollution en dioxyde d'azote et en benzène est dans la catégorie « bonne », et celle en poussières constituant des dépôts appartient à la catégorie « satisfaisant ». Les tendances montrent une amélioration.
- *Contamination de fond régionale*: D'après les données du réseau de mesure de la contamination de fond régionale, exploité par le Service Météorologique National, et les mesures effectuées dans les régions similaires à la zone examinée, les données de la qualité de l'air non influencée par les sources de pollution locales (contamination de fond) sont basses par rapport au niveau régional.

3.3.1.2. Sources de pollution environnementale

¹⁶ PM_{10} : particules en suspension dans l'air, soit les fines particules (à diamètre de moins de 10 micromètres) solides portées par l'air.

$PM_{10(BaP)}$: teneur en benzo(a)pyrène des particules en suspension dans l'air.

Les sources de pollution de la région de la centrale nucléaire sont la route publique, les émissions domestiques et industrielles, et la centrale nucléaire elle-même:

- *Les émissions dues à la circulation routière:* La route nationale n°6 et les deux bretelles menant vers la centrale nucléaires sont des sources de pollution locales, du fait de circulation des véhicules de transport de personnes, de charges et des autocars. Lorsque nous avons préparé le dossier à soumettre en vue d'obtenir l'autorisation environnementale pour le renouvellement de la durée de vie de la centrale nucléaire [37], nous avons calculé la pollution engendrée de la route nationale numéro 6. Le trafic total de l'année 2004 des environs de la centrale nucléaire s'est élevé à 11 059 véhicules par jour. Aux heures de pointe de la circulation de la route nationale n°6 génère, à une distance de 50m de l'axe de la route, une concentration en monoxyde de carbone de $850 \mu\text{g}/\text{m}^3$, une concentration en dioxyde d'azote de $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ces valeurs sont inférieures à la valeur limite. En 2010 la circulation de la route nationale n°6 a diminué, grâce à l'inauguration de l'autoroute M6, à 7279 véhicules par jour, soit une diminution de 28%, aussi la pollution a-t-elle baissé.
- C'est en 2003 que les dernières mesures ont été effectuées le long des bretelles du Nord et du Sud, ainsi que sur le territoire de la centrale nucléaire. Ces mesures ont montré que les concentrations en dioxyde d'azote et en monoxyde de carbone n'étaient pas importantes, et restaient largement inférieures à la valeur autorisée. La concentration en PM_{10} des particules en suspension dans l'air a parfois excédé la valeur limite pour la protection de la santé.
- *Pollution d'air par la population, par le secteur tertiaire, et par l'industrie:* Environ deux tiers des appartements utilisent du gaz naturel, un tiers de la chaleur issue de la centrale nucléaire pour le chauffage et pour la production de chaleur. Il est recommandé d'assurer cette possibilité pendant les travaux de la construction des nouveaux blocs également. Dans la ville et à ses alentours il n'y a pas d'établissements industriels sources d'émissions considérables.
- *Les propres sources de pollution de la centrale nucléaire existante:* Sur le territoire de la centrale nucléaire seule l'exploitation temporaire des sources d'alimentation de secours fixes engendrent une pollution d'air classique. En 2006 la propagation des émissions des générateurs diesel a été modélisée [37], ce qui a permis de préciser que la zone d'impact est un rayon de 590m autour de ces installations. La durée de vie et les taux d'émission n'ont pas changé depuis, ainsi nous estimons que c'est valable également pour la situation d'aujourd'hui. La zone d'impact ne s'étend pas sur des zones habitées.

Selon les mesures effectuées auparavant dans l'environnement de la centrale nucléaire de Paks et d'après les estimations faites concernant la situation actuelle, la concentration en polluants atmosphériques « classiques » (non radioactifs) n'atteint pas le seuil susceptible de nuire à la santé. Les agglomérations et zones habitées se situent si loin de la centrale nucléaire que la pollution atmosphérique classique (non radioactive) de la centrale nucléaire ne peut pas les atteindre.

3.3.2. L'impact de la construction

La pollution d'air classique des blocs nucléaires à construire sera nettement supérieure pendant la construction, la mise à l'arrêt et le démantèlement de la centrale nucléaire que pendant son exploitation. L'examen de l'étape de la construction repose sur les données de départ suivantes :

- les zones habitées les plus proches se situent à 1100–1300 m par rapport au bord du chantier.
- La durée de la construction est plus longue que d'habitude, soit de 5 ou 6 ans, avec un trafic considérable, dû aux transports. Le trafic moyen des camions sera, d'après les

informations fournies par le Client [32] de 80 camions par jour en périodes normales et de 130 camions par jour en périodes de pointe.

- Pendant la période d'avant-projet (de pointe) 50, plus tard 15 engins de travail et véhicules de transport pourront travailler simultanément sur le chantier.
- En fonction du type du réacteur à construire, pendant les périodes de pointe 1200 à 7000 personnes vont travailler sur le chantier [26 à 31]. Leur transport sur le chantier générera une circulation importante. 80% des ouvriers utiliseront les véhicules de transport en commun, 20% en automobile.

Les émissions atmosphériques seront les suivantes:

- La pollution liée aux *activités réalisées sur le chantier* dépendent moins du type du réacteur nucléaire construit, et en majorité du nombre et du type des machines se déplaçant simultanément sur le chantier.
- D'après nos calculs, le fonctionnement des engins de travail et de manutention engendre une pollution supplémentaire considérable sur le chantier. Mais celle-ci n'a pas d'impact significatif sur les zones à protéger, grâce à leur distance du chantier. Cet impact devra être précisé au cours de l'étape suivante.
- Les *opérations technologiques* (par ex. soudage, brasage, collage, isolation) n'auront prévisiblement d'impact détectable même pas dans les environs du chantier, mais dans la phase actuelle on ne peut pas encore estimer le volume de ces émissions.
- La pollution d'air la plus importante liée à la construction sera prévisiblement la production de poussières. (Aucune poussière toxique ne sera rejetée dans l'environnement.) La valeur de cette pollution sera influencée dans une grande mesure par les conditions climatiques, les propriétés et le taux d'humidité instantané du sol. La construction de la centrale nucléaire exige des travaux de terrassement considérables qui, d'après notre expérience, peuvent induire une pollution appréciable dans un rayon de 500m autour de la zone des travaux. Compte tenu de leur grande distance (1100 à 1300 m) du chantier, les zones d'habitation ne devront pas subir des pollutions supplémentaires considérables dues aux travaux de construction, même en sachant que le rejet des particules dans l'atmosphère soit proche de la valeur limite même en situation de base.
- La livraison des matériaux de construction, le transport des terres et l'enlèvement des déchets peuvent se réaliser par voie routière, ferroviaire et fluviale. Du point de vue de la pollution d'air la circulation routière est critique, car le train et les navires sont à même de transporter le double de la quantité des matériaux rentrant dans un camion. Le transport routier peut être réalisé à travers la route nationale n°6 et l'autoroute M6. La pollution due aux transport – y compris la pollution de base et celle supplémentaire – peut être importante dans les environs immédiats des voies de transport. La croissance de la population (main d'oeuvre de construction) génère une augmentation de la circulation et de la pollution au centre de la ville également. Pour cette raison les immissions du trafic, relatives aux zones habitées, devront être précisées ultérieurement en fonction des itinéraires de transport et de la pollution initiale de référence des voies de circulation concernées.

Faute de précisions, nos estimations reposent sur des suppositions. Au cours de l'étape de l'évaluation d'impact sur l'environnement, en possession de données plus concrètes, on sera en mesure de calculer plus précisément, en utilisant des méthodes normalisées, la pollution engendrée par les travaux de construction, les concentrations, la zone d'impact du rejet de particules dans l'atmosphère.

3.3.3. Impact de l'exploitation des nouveaux blocs nucléaires

La pollution d'air classique des centrales nucléaires en exploitation est minime par rapport aux centrales utilisant d'autres combustibles. Une partie minime de la pollution est due à la technologie, tandis que la majorité est attribuable aux transports :

- Les *émissions liées aux processus industriels* des nouveaux blocs nucléaires sont attribuables uniquement au fonctionnement des alimentations de secours et des pompes. Selon les données fournies [26 – 31] 2 à 4 générateurs diesel d'une puissance thermique de 4 à 7,5 MW sont nécessaires par bloc nucléaire. Aucune de ces installations des réacteurs en question n'atteindra les 50 heures de fonctionnement par an, prévues au point 2.8.3 de l'annexe n°7 de l'arrêté n°4/2011. (I. 14.) du Ministère du développement rural, donc il n'est pas nécessaire de définir une valeur limite y relative. Néanmoins il est obligatoire de faire une déclaration de base. Les émissions des équipements modernes à installer ne seront prévisiblement pas supérieures à celles des moteurs diesel actuels. Ainsi, conformément aux calculs préalables, la zone d'impact peut être définie comme le territoire inclus dans un rayon de 500 à 600 m autour du point d'émission. (Si la durée de fonctionnement est supérieure à 50 heures de service, il faut mettre en service des équipements à même de respecter les valeurs limites.
- L'émission de dioxyde de soufre des générateurs diesel sera prévisiblement minime, si le carburant diesel à faible teneur en soufre est utilisé. Si les émissions d'oxyde d'azote sont relativement plus élevées, il est possible de les réduire par l'ajout d'un catalyseur. Compte tenu de la durée de fonctionnement courte, de la hauteur du point d'émission (cheminée), ainsi que de la distance des zones d'habitation à protéger, l'impact des émissions des générateurs diesel ne sera prévisiblement pas significatif.
- A part cela, il faudra compter sur une pollution d'air classique au moment du redéclenchement des blocs nucléaires, après les arrêts de tranche, dues aux *entretiens/révisions générales* (par ex. du formaldéhyde et du monoxyde de carbone peuvent être produits suite au réchauffement des isolations, ou de l'ammoniaque peut être rejeté lors du redéclenchement du bloc nucléaire, par le générateur de vapeur). Les gaz sont évacués par un système de ventilation à travers de hautes cheminées. Les émissions technologiques pourront se reproduire une fois tous les six à vingt-quatre mois, et les émissions supplémentaires se réduisent à une valeur minimum en quelques (2 à 4) jours. Vu que le point d'émission est en haut, les polluants rejetés ne peuvent influencer la concentration atmosphérique que dans une faible mesure, et la zone d'impact reste à l'intérieur des environs immédiats du site. Pour le moment nous n'avons pas d'informations sur les ateliers auxiliaires (par ex. atelier de peinture).
- Pendant l'étape d'exploitation le facteur d'action déterminant est le *transport de la main d'oeuvre*. D'après les informations fournies [26 – 31], l'effectif chargé de l'exploitation des deux blocs sera entre 330 à 1000 personnes. Ainsi prévisiblement 10 à 30 autobus et autocars transportant la main d'oeuvre et entre 70 à 200 automobiles arriveront sur le site pendant les heures de pointe. D'après nos calculs préalables, pendant les heures de pointe on pourra enregistrer une pollution plus importante seulement dans les environs immédiats des routes, dans une bande de 25 à 60 mètres. A l'intérieur de cette bande il y a relativement peu de bâtiments à protéger (par ex. près de la route nationale n°6).

Au cours de la fonctionnement de la centrale nucléaire à construire la pollution de l'air va légèrement augmenter dans les zones d'impact directe et indirecte. L'étendue de la zone d'impact pourra être définie par le calcul de la propagation, en possession des émissions concrètes.

3.3.4. Impacts combinés des installations nucléaires exploitées sur le site

La centrale nucléaire en exploitation et le Dépôt Provisoire des Combustibles Irradiés se trouvent à l'intérieur de la zone d'impact de la pollution d'air de la nouvelle centrale nucléaire. A partir de l'achèvement de la construction de la nouvelle centrale nucléaire, jusqu'à la mise à l'arrêt des blocs actuellement en exploitation (qui aura lieu entre 2032 et 2037), les trois établissements industriels seront exploités simultanément, à l'intérieur d'une même zone d'impact. Cette période est critique du point de vue des impacts sur l'environnement, autrement dit, les plus grandes charges sont prévisibles pour cette période de temps :

- Quant aux émissions *issues des processus technologiques*, nous ne comptons pas sur leur accumulation, car les émissions des générateurs diesel appliqués ne dureront que quelques heures par mois, et les entretiens ne demanderont que quelques jours tous les six à vingt-quatre mois. Si les centrales nucléaires harmonisent leur fonctionnement entre elles, cette activité peut être planifiée de façon à assurer que les essais des différents générateurs diesel et les mises en service postérieures à l'entretien des réacteurs ne soient pas réalisés simultanément.
- Quant aux *transports*, l'accumulation des pollutions est presque inévitable. (Il est possible de réduire cette pollution en décalant l'horaire de travail des différentes équipes des blocs de réacteur existants par rapport à celui des nouveaux réacteurs.) Le trafic accumulé des heures de pointe comprend, en fonction du type de réacteur en question, 75 à 95 autocars ou autobus, et 550 à 700 automobiles. La pollution accumulée pourra être démontrée, elle sera probablement importante, mais seul les environs immédiats des routes devront subir une pollution plus significative, les immissions de ces zones pouvant excéder la valeur limite. Nous estimons que la zone d'impact sera constituée par une bande d'une largeur de 50 à 100m des deux côtés de la route, mais cette zone comprend peu d'établissements à protéger.

3.3.5. Impacts des incidents et accidents

Les incidents et accidents détériorant la qualité de l'air peuvent survenir suite à des incendies ou explosions. La zone d'impact estimée des incidents de ce genre s'étend sur un rayon d'1 à 3 km.

Une incendie peut être provoquée par:

- l'inflammation de l'huile en cas de panne du système d'alimentation en huile de la turbine, du transformateur, du système d'alimentation en huile des équipements auxiliaires, et en cas de panne des disjoncteurs,
- la panne des des bouteilles de gaz et du réservoir des bouteilles de gaz,
- le transport interne de matières dangereuses,
- une incendie dans l'entrepôt des déchets d'exploitation dangereux et dans celui des déchets industriels.

Une explosion peut survenir dans le local des réservoirs situés à l'usine d'hydrogène et des réservoirs d'azote. Ces impacts sont non-répétitifs, peuvent engendrer des rejets importants, mais en cas d'interventions correctes il est probable que les zones habitées ne devront pas subir une pollution supplémentaire considérable.

3.4. Caractéristiques des conditions climatiques régionales et locales

3.4.1. Présentation de la situation initiale

Nous récapitulons les caractéristiques météorologiques régionales et locales des environs du site de Paks sur la base du document [70], présentant les résultats du traitement des données relatives à la période de 30 ans courant de 1981 à 2010, réalisé par le Service Météorologique National :

- A la station de Paks la *température moyenne annuelle* (de 1981 à 2010) excède la moyenne nationale, en s'élevant à 10,7 °C. Le mois le plus chaud de cette région est celui de juillet, et le mois le plus froid est le janvier. La variation moyenne annuelle de la température (soit l'écart entre les températures moyennes du mois le plus chaud et celui le plus froid) s'élève à 21,7°C.
- Depuis 1951 c'est l'année 1961 qui était la plus sèche (285,9 mm), et l'année 2010 qui a été la plus humide (990,9 mm). Le mois au cours duquel on mesure le plus grand volume de précipitations est le mois de juin (72,3 mm). Il est suivi par les deux autres mois de l'été, et le mois de mai. Il existe une autre période où les températures sont particulièrement élevées, soit le mois de novembre (54 mm). Le mois le plus sec est le mois de mars (31,7 mm), mais en général en janvier et en février également il y a rarement des précipitations.
- Cette région enregistre en moyenne 30 jours de *neige* par an, et le sol est couvert de neige pendant 30 jours. C'est en 1986 et en 1996 qu'on a enregistré le plus grand nombre de jours de neige, et en 1996 la période la plus longue où le sol a été couvert d'une couche de neige ininterrompue. C'est en janvier qu'il neige le plus souvent, et en février et en décembre le deuxième plus souvent. La première neige arrive en général à mi-novembre, la dernière est enregistrée en fin de mars. L'épaisseur moyenne de la couverture de neige maximale est autour de 20 cm, la couche de neige la plus épaisse a été mesurée en novembre 1999, elle était de 53 cm.
- Dans la région de Paks 27 *orages* sont enregistrés en moyenne chaque année, ce qui excède la moyenne nationale (20 à 25 cas). Dans la période examinée (de 1997 à 2010) le nombre maximum des orages, observé en une année s'est élevé à 36 (en 1998 et en 1999). La saison des orages commence en avril, et dure jusqu'au mois d'octobre, mais la haute saison est la période courant entre le mois de mai et celui d'août, où on peut compter sur 5 ou 6 orages en moyenne par mois. Cependant au cours de ces dernières années il y a eu des mois où on a enregistré 9 ou 10 orages.
- Le mois le moins ensoleillé est le décembre, avec 53 *heures ensoleillées* en moyenne par mois. Entre mai et septembre on compte en moyenne plus de 250 heures d'ensoleillement, et c'est le mois de juillet qui est le plus ensoleillé, avec près de 300 heures.
- Dans la région de Paks la *pression atmosphérique* moyenne annuelle est de 1017,5 hPa. La tendance annuelle est similaire à celle constatée à l'échelle nationale: les valeurs les plus élevées sont enregistrées en général en janvier (1021,9 hPa), celles les plus basses en avril (1014,1 hPa). La pression atmosphérique moyenne des six mois incluant l'été est plus basse à celle du semestre de l'hiver.
- L'*évaporation* effective (la quantité d'eau s'évaporant effectivement de la surface du sol) est la moins forte entre novembre et février, et la plus faible entre mai et août. C'est en hiver que l'évaporation peut être la moins importante, et entre le printemps et l'automne l'évaporation possible est nettement supérieure à celle effective, car pendant cette période il n'y a pas assez d'eau à évaporer.
- Quant à la *direction des vents*, le vent le plus fréquent au niveau annuel est d'orientations nord-ouest (11,6%) et nord-nord-ouest (11%), celui le deuxième plus fréquent est d'orientation sud (8,1%) (*Figure n°3.4.1-1*). Pendant le semestre d'été la direction prédominante du vent est de nord-nord-ouest (12,7%), ce qui est suivi par l'orientation de nord-ouest (12,2%), et par celle de nord (8,9%), ainsi l'orientation de sud arrive seulement en quatrième place (6,7%). Au cours du semestre d'hiver la direction prédominante du vent est de nord-ouest (10,8%), mais ici la deuxième place est occupée par l'orientation de sud (9,6%), et la troisième place par la direction de nord-nord-ouest (9,1%).
- Au début de la période examinée, courant de 1997 à 2010, la vitesse moyenne annuelle du vent était entre 1,9 et 2 m/s, au cours de ces dernières années elle s'élevait à 1,6–1,7 m/s

(décroissance). Les valeurs les plus élevées de la vitesse du vent sont enregistrées en mars et en avril, celles les plus basses entre août et octobre. En moyenne 2,2% de l'année sont caractérisées par l'accalmie du vent, mais la variation est très importante entre les années (en 1997, en 2002 ce pourcentage s'est fixé à 0,3%, en 2007 à 4,5%). C'est entre août et octobre qu'on a la plus grande chance à enregistrer une accalmie du vent, et c'est entre mars et avril qu'on en compte le moins. Le plus souvent la vitesse du vent est de 1,1 à 2 m/s, un peu moins souvent elle est de 0,1 à 1 m/s. Les vitesses de 5,1 à 6 m/s sont plus rares, et celles supérieures à 6 m/s sont très rares.

La centrale nucléaire se situe à sud-est de la ville de Paks, ainsi, compte tenu de la prédominance de l'orientation de nord-est du vent, les pollutions émises par la ville se dirigent vers l'environnement de la centrale nucléaire. Depuis la centrale nucléaire les vents du sud-est également fréquents transportent la pollution vers la ville. Compte tenu des orientations les plus fréquentes du vent, les émissions en provenance de la centrale nucléaire se propagent vers les agglomérations situées sur l'autre rive du Danube (soit Dunaszentbenedek, Úszód). Le Danube, comme un couloir de ventilation, dilue et évacue les émissions locales.

Quant à la pollution atmosphérique classique, les environs de la centrale nucléaire sont pollués principalement par la ville, étant donné que la centrale rejette très peu de polluants de ce genre. Les émissions dues au trafic, en provenance de la route nationale n°6, sont transportées par les vents du nord-ouest vers la centrale nucléaire. Les vents turbulents du nord et de l'ouest favorisent la dilution de la pollution, tandis que les vents laminaires du sud, ainsi que les périodes d'accalmie du vent contribuent à l'accumulation de la pollution.

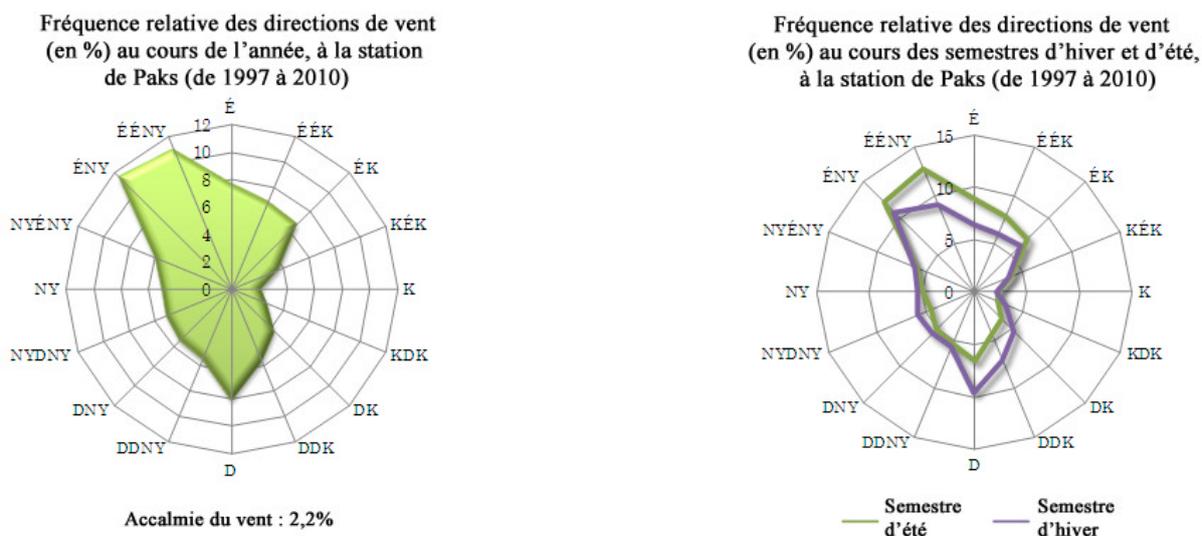


Figure n°3.4.1-1: Fréquence relative des directions du vent [%] à la station de Paks entre 1997 et 2010

Pour ce qui concerne l'évolution de la pollution atmosphérique, le relief et la flore de la région constituent un facteur important. La zone située entre la centrale nucléaire et la ville est plate, le relief n'empêche pas la propagation de la pollution.

Lors de la construction de la centrale nucléaire une large plantation forestière a été réalisée, qui filtre et épure l'air, et contribue à la réduction des rejets atmosphériques dues au trafic. La pollution due à la circulation de la route nationale numéro 6 est pratiquement isolée de la centrale nucléaire par la forêt.

3.4.2. L'impact de la construction

L'effet climatique dû à la construction des nouveaux blocs nucléaires provient seulement du dit étalement urbain¹⁷. Ceci est induit par les variations de la température, du taux d'humidité, etc. dues à la croissance des zones construites. Après leur construction, la centrale nucléaire actuellement en exploitation et les établissements y liés ont considérablement modifié le caractère de la superficie. Les exploitations agricoles et surfaces biologiquement actives ont été couvertes de constructions, ce qui a fort influencé par ex. l'albédo¹⁸ de la région, les taux d'évaporation et l'activité biologique.

Du fait de l'écart qui existe entre le bilan énergétique de la surface des villes et celui des surfaces naturelles, la température moyenne est supérieure dans les zones construites par rapport aux zones avoisinantes. Cette différence doit être relativement faible (pas plus que quelques décimales de °C). Des mesures concrètes prouvent que, à Budapest, l'écart entre la température moyenne annuelle du Cité et celle de Pestlőrinc, qui se trouve pratiquement dans la banlieue, n'est pas supérieure à 1,2 °C (Szász-Tőkei, 1997.).

La nouvelle centrale nucléaire ne sera plus construite dans une zone agricole ou biologiquement très active, mais sur une surface déjà perturbée, couverte de pelouse. La superficie couverte par des constructions fixes ou temporaires est légèrement supérieure à 100 ha. Sur cette superficie, les surfaces biologiquement actives seront pavées, remplacées par des constructions, ou pourvues d'une couverture végétale. Ainsi l'impact défavorable de l'étalement urbain peut être partiellement compensé. Un autre moyen compensatoire disponible est la réalisation de forêts de protection autour du site, ce qui contribuerait, de plus, à la réduction des autres formes de pollution (pollution atmosphérique et sonore), et serait un moyen approprié pour cacher une partie des éléments moins esthétiques de l'établissement.

La construction des deux nouveaux blocs nucléaires et des établissements accessoires ne génèrent pas de microclimat spécial.

3.4.3. Les impacts de l'exploitation des nouveaux blocs nucléaires

Ce sont la charge thermique engendrée par la centrale nucléaire et due à la charge thermique liée au refroidissement à l'eau fraîche, ainsi que l'étalement urbain déjà mentionné et affectant les environs de la zone construite, qui doivent être examinés. Le premier de ces impacts est typique en général chez les centrales thermiques, le deuxième est plus courant chez les établissements constituant une zone construite de grande étendue.

3.4.3.1. Les impacts de la charge thermique

Dans le cadre des démarches faites en vue d'obtenir l'autorisation environnementale relative au prolongement de la durée de vie des blocs nucléaires existants, afin de démontrer l'impact mésoclimatique de la charge thermique actuelle, entre 2002 et 2004 on a mesuré les paramètres météorologiques liées à la charge thermique. La charge thermique de la centrale nucléaire n'a pu être démontrée que sur le bord du canal d'eau chaude. La majorité des mesures réalisées a montré un écart inférieur à 1 °C entre les valeurs mesurées au dessus et celles constatées en dessous du canal.

A 200m en dessous du canal d'eau chaude on ne pouvait plus clairement démontrer l'impact de la charge thermique. Le fait que les valeurs moyennes du taux d'humidité mensuel étaient plus élevées (1 à 3%) à celles du point de mesure de référence, est dû probablement surtout à la proximité du Danube. Ces écarts étaient un peu plus grands dans les conditions anticycloniques, tranquilles, et pendant les périodes où il faisait plus frais (froid) à la moyenne, le ciel était moins couvert, et les

¹⁷ Ce phénomène s'appelle étalement urbain car c'est dans les grandes villes qu'on peut le démontrer le mieux.

¹⁸ L'albédo décrit la capacité d'une surface de réfléchir les ondes électromagnétiques incidentes. (L'albédo moyen de la Terre est de 39%, celui de la surface de la neige qui vient juste de tomber est de 80 à 90%, celui des surfaces couvertes d'herbe est de 20 à 30%, et celui des forêts est de 5 à 10%.)

courants verticaux n'étaient pas significatifs, certes, mais ils n'ont pas excédé 1,5 °C (dans la plupart des cas ils étaient inférieurs à 1 °C), ni la différence d'humidité de 5% (qui était en général inférieure à 3%).

Les nouveaux blocs nucléaires seraient également refroidis à l'eau fraîche, mais l'eau de refroidissement serait rejetée dans le Danube à deux points de rejet (et non plus à un). Ainsi la charge thermique serait absorbée en partie directement par le Danube, en partie par l'atmosphère. La chaleur serait transmise au milieu absorbant, mais seulement dans la limite du plafond de température à respecter concernant le Danube. La quantité de l'eau qui sera utilisée pour le refroidissement à l'eau fraîche des deux nouveaux blocs nucléaires à 1600 MW pendant leur exploitation (après l'arrêt des blocs existants) sera de 172 m³/s (contre 100 à 110 m³/s utilisés actuellement), sous réserve que Δt soit = 8 °C. En partant de la supposition qu'il existe une corrélation linéaire positive entre la quantité de chaleur et les variations des caractéristiques météorologiques, l'écart de température d'1 °C, mesuré autour du canal d'eau chaude augmentera à 1,7 °C, et le taux d'humidité relative passera d'un taux de 1 à 3% à un taux de 1,7 à 5,1%. Donc le changement de température ne sera toujours pas significatif autour des canaux d'eau chaude, tandis que le changement du taux d'humidité sera déjà détectable.

3.4.3.2. L'étalement urbain

L'étalement urbain dû à la croissance considérable de la zone construite pendant l'étape de construction peut s'intensifier du fait du fonctionnement de l'établissement (déplacement des camions, pollution d'air, émission de chaleur, etc.). La chaleur supplémentaire peut augmenter la chance d'avoir des averses, mais les propriétés du relief accidenté et du bilan thermique différent de celui des environs peuvent modifier les flux d'air locaux, ainsi les taux d'évaporation et d'humidité peuvent également changer. Il existent cependant des mécanismes des rétroactions contraires à l'étalement urbain, par ex. l'augmentation des nuages, une vitesse accrue du vent. Mais la forêt de protection et les espaces verts de la zone industrielle contribuent également à ce processus compensatoire.

Nous estimons que l'exploitation de la nouvelle centrale nucléaire, et l'éventuelle croissance de quelques décimaux de la température de la chaleur émise, n'auront pas d'effets climatiques significatifs. Autour des canaux d'eau chaude le taux d'humidité pourra augmenter dans une mesure minimale.

3.4.4. Impacts combinés des installations nucléaires exploitées sur le site

Pour le fonctionnement simultané des deux sites utilisant un système de refroidissement à l'eau, il faut maximum 272 m³/s d'eau au total (contre 100–110 m³/s actuellement). En partant de la supposition que, ici aussi, il existe la corrélation linéaire positive mentionnée plus haute, l'écart d'1 °C existant actuellement près du canal d'eau [37] augmentera à 2,7°C, et le taux d'humidité relative passera d'un taux de 1 à 3% [37] à un taux de 2,7 à 8,1%. C'est déjà un changement considérable et bien détectable pour tous les deux facteurs.

Même avec l'exploitation simultanée de tous ces établissements, l'étalement urbain ne changera pas significativement par rapport à la situation actuelle, vu que la majorité des surfaces construites ou pavées sera constituée par les établissements déjà existants, et non pas par les parties nouvellement construites.

3.5. Eaux de surface

3.5.1. Présentation de la situation initiale

Le cours d'eau déterminant des environs directs de la centrale nucléaire de Paks et de la zone plus large est le Danube (*figure M-8 de l'Annexe*). La fourniture en eau de refroidissement de la centrale est assurée par le canal d'eau froide quittant le Danube au point kilométrique 1526,6. L'eau retourne dans le lit principal par le canal d'eau chaude, entraînant un impact environnemental direct important, principalement une charge thermique.

Dans le bassin versant de la rive droite du Danube, à 2 km à l'ouest du site, on retrouve le ruisseau de Csámpa qui se jette dans le canal principal de Paks-Fadd. Au cours de ces dernières années le ruisseau de Csámpa s'était asséché pendant la plus grande partie de l'année. Pour cette raison, à travers un passage réalisé en 1996, de l'eau est envoyé régulièrement dans le canal principal de Paks-Fadd, à partir des équipements de climatisation du bâtiment des bureaux de la centrale, afin d'assurer l'appoint d'eau du canal principal et à travers ce dernier, du système de bras morts de Fadd-Tolna-Bogyiszló. Les eaux de surface de la rive gauche du Danube ne font pas partie de la zone d'impact direct de la centrale.

Le Lac Kondor, situé directement à sud-est de la centrale, est également un reste de l'ancien système de bras morts de la Plaine Dunamenti, bien étendu à l'époque. A 1 km à l'est - sud-est de la centrale, dans la zone située entre les limites naturelles formées par le lac Kondor, le canal d'eau chaude et le lit du Danube, des lacs de pêche ont été créés à partir des fosses d'extraction de matériaux utilisées pour la construction de la centrale, dont la superficie totale est de 75 ha. L'appoint d'eau du lac Kondor et des lacs de pêche est assuré par l'adduction périodique des eaux technologiques usées de la centrale nucléaire. La profondeur des lacs de pêche est de quelques mètres, leurs eaux sont reliées au Danube à travers la matrice sédimentaire locale. A 5 km au nord-ouest de la centrale, les lacs de pêche de Biritó ont été créés par l'endiguement d'eau du ruisseau de Csámpa. Néanmoins, par l'assèchement de plus en plus fréquent du ruisseau, aujourd'hui l'ensemble de lacs a pratiquement disparu.

Selon l'annexe 2 du règlement 28/2004. (XII. 25.) KvVM définissant les catégories territoriales de protection de la qualité des eaux de surface, les eaux de surface de l'environnement du site, y compris la partie concernée du Danube, ainsi que les autres cours d'eau et plans d'eau, sont classées dans la catégorie protégée.

En harmonie avec la directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil (Directive-Cadre sur l'Eau – DCI), le plan de gestion des bassins hydrographiques de la Hongrie (PGB) a été publié en annexe de la décision gouvernementale 1042/2012. (II. 23.), qui distingue 42 sous-ensembles de planification. L'environnement de la centrale nucléaire de Paks fait partie du sous-ensemble de planification de bassins hydrographiques, il se situe à la périphérie est de celui-ci.

L'objectif général de la DCI est d'atteindre d'ici à 2015 le bon état des différents milieux, mais en raison des charges économiques disproportionnées et des problèmes de financement, le bon état doit être atteint pour 2021.

Caractéristiques générales du tronçon concerné du Danube

Dans le tronçon de 127 km de long entre Dunaföldvár et la frontière sud du pays, on trouve 32 courbes de courbure variable. La largeur moyenne du fleuve à l'espace de liberté est de 400 à 600 m. La pente du fleuve est de 6 à 8 cm/km jusqu'à Fajsz, et de 4 à 5 cm/km plus bas. Le fleuve est accompagné des deux côtés par des digues de protection contre les inondations, à l'exception des berges hautes de la rive droite entre Dunaföldvár-Bölcske, Paks et Dunaszekcső-Bár. La largeur de l'espace de liberté à la centrale nucléaire (1527 p.km) est de 430 m, et celle du lit majeur est de 1,1 à 1,2 km.

Selon les plans de régulation élaborés à la fin des années 1970, le tronçon du fleuve entre Dunaföldvár et la frontière sud du pays peut être considéré comme partiellement régulé. En résultat de ceci, la régulation de l'espace de liberté a stabilisé le lit principal. Par contre, l'accroissement de la vitesse causée par le rétrécissement, et l'augmentation de la pente due au raccourcissement,

entraînent l'augmentation de la capacité de transport des sédiments du fleuve, ce qui a provoqué un processus d'approfondissement du lit mineur. Afin d'arrêter ce processus d'abaissement du niveau d'eau, les œuvres de régulation ont été construites, depuis ces 20 dernières années, avec un niveau inférieur et une disposition modifiée.

Au nord du point de captage d'eau de la centrale, directement en amont de la ville de Paks, le Danube fait une grande courbe de l'ouest vers le sud. En conséquence, le tracé du courant dérive vers la rive droite, la berge concave a donc été protégée contre l'érosion latérale par un revêtement en pierres tout le long de la rive longeant la ville et même en aval. Dans le cadre de la stabilisation de l'espace de liberté du fleuve, sur la berge convexe entre les p.km 1530 et 1533, des éperons ont été installés tous les 600 à 750 m. Au long de la rive gauche, la formation des récifs frangeants est en cours, jusqu'au p.km 1525,5.

Au p.km 1526 le tracé du courant se déplace à proximité de la rive gauche. En aval de la reconduite du canal d'eau chaude de la centrale nucléaire, là où la plaine d'inondation de la rive droite s'élargit progressivement, un îlot-récif d'environ 2 km de long s'étend près de la rive droite. Ce phénomène de formation de récifs, défavorable pour la navigation, a été régulé il y a déjà des décennies par des éperons, de façon à permettre l'atterrissement naturel permanent de l'évasement. En même temps le renforcement de la rive droite, sur la rive opposée, vers Uszód, des éperons courtes ont été construites tous les 400 mètres environ. Celles-ci ont permis de stabiliser complètement le long de la rive gauche.

Régime hydrologique de Danube

Le régime hydrologique du Danube est déterminé principalement par la fonte des neiges et la pluviométrie des Alpes. Ses crues sont liées, en règle générale, à la fonte des neiges du début du printemps ainsi qu'à la hauteur de pluie maximale et à la fonte des glaciers du début de l'été. Les périodes de basses eaux durables arrivent plutôt entre les mois de novembre et février.

Faute d'affluents importants, le régime d'eau du Danube ne change guère de Dunaújváros à Mohács. Le débit journalier minimum mesuré entre 1960 et 1989 est de 780 m³/s; le débit journalier moyen pluriannuel est de 2350 m³/s; le débit journalier maximal est de 8870 m³/s.

La variation du niveau d'eau dans le segment de la centrale, se trouvant au p.km 1527,0 fkm peut être caractérisée sur la base de la station hydrologique de Paks (1531,3 p.km) en service depuis le 1^{er} janvier 1868. La hauteur du point „0” de l'échelle limnimétrique est à 85,38 mBf (85,38 mètres au-dessus du niveau moyen de la mer Baltique). Le niveau d'eau plus bas mesuré depuis le début des observations (LKV) était de -58 cm (84,80 mBf, le 3 décembre 2011). Le niveau d'eau plus haut sans glace (LNV) était de +872 cm (94,10 mBf), et il a été observé le 19 juin 1965. Le plus haut niveau d'eau avec glace (LNV) était observé le 27 février 1876, avec un niveau d'eau de +1006 cm (95,44 mBf). La variation absolue annuelle du niveau d'eau dépend principalement du pic des crues : généralement 6-7 m, mais pour certaines années à régime hydrologique extrêmes le pic atteint 9 m.

Pendant les dix dernières années, la fréquence des basses et hautes eaux extrêmes a également augmenté. Entre 2003 et 2009 chaque année il a été constaté un niveau d'eau de -17 cm (85,21 mBf) ou inférieure. Cependant, en 2002, 2006 et 2010 il y a eu des crues atteignant le pic entre +836 et +861 cm (qui atteint ou même dépasse les 93,74 mBf) proche du niveau LNV précédent.

La station hydrologique de Paks est en même temps une échelle de crues de référence. Selon la modification de l'année 2010 de l'arrêté ministériel 10/1997. (VII. 17.) KHVM sur la protection contre les inondations et remontées de nappe, le niveau de protection contre les inondations pour le tronçon de protection Gorge de Sió - Paks, sur la rive droite du Danube, doit être ordonné à partir des données du limnimètre de Paks. Le seuil d'alerte de la mobilisation de niveau III actuellement en vigueur pour la rive droite est supérieur au niveau d'eau plus haut sans glace observé jusqu'à aujourd'hui. Par ailleurs, dans le cas de la digue de la rive gauche face à la centrale, l'arrêté prévoit

des niveaux d'alerte beaucoup plus bas pour le tronçon de protection Uszód–Solt. Ceci reflète bien le niveau de risque d'inondation différent des deux rives.

Selon l'arrêté ministériel 11/2010. (IV. 28.) KvVM sur le niveau de crue de référence des fleuves, dans le tronçon concerné du Danube la hauteur des ouvrages de protection contre les inondations doit être déterminée en sorte qu'elle dépasse de 1,0 m le niveau d'inondation de référence défini dans l'annexe de l'arrêté. Le niveau d'inondation de référence applicable pour le tronçon 1527,0 p.km de la centrale est actuellement 94,05 mBf.

Dans le tronçon de la centrale (au p.km 1527,0) les niveaux d'eau se trouvent – suivant les conditions de pente différentes des périodes de hautes eaux et de basses eaux – de 0,3 à 0,6 m plus bas que le niveau lu à la station hydrologique de Paks.

Le niveau du remplissage aménagé sur le site de la centrale est de 97,00 mBf. C'est à près de 3,0 m plus haut que le niveau de crue de référence et à env. 1,4 m plus haut que le niveau de crue sans glace d'une fréquence de réapparition de 10 000 ans (avec une probabilité d'apparition calculée de 0,01%), et il est également plus haut que le niveau de couronne de 96,60 mBf de la digue de protection contre les incendies de la rive gauche du Danube dans le tronçon de la centrale nucléaire. Compte tenu de ces éléments, le site de la centrale nucléaire peut être considéré sécurisé du point de vue de la protection contre les crues. Avec les conditions d'écoulement actuelles, l'apparition d'une crue pouvant causer la pollution directe du Danube par l'inondation du site de la centrale nucléaire, est exclue.

Pour le fonctionnement en sécurité de la centrale nucléaire de Paks, il est indispensable d'assurer le refroidissement adapté par eau fraîche. Lors de la conception de la centrale, ils ont pris en compte le niveau d'eau minimal détecté auparavant, +27 cm (85,65 mBf) et le niveau de référence des basses eaux pour le tronçon de la centrale a été fixé à 85,24 mBf. En conséquence, pour le niveau minimal initial à l'admission des pompes de refroidissement de la centrale, 84,74 mBf ont été prescrit. En revanche, dès à l'année de la mise en service du premier bloc, en automne 1983, une hauteur d'eau de -27 cm, inférieure à la LKV (le niveau d'eau plus bas mesuré depuis le début des observations) a été constatée à la limnimètre de Paks, et qui a donné un niveau d'eau de 84,77 mBf à la sortie du canal d'eau froide.

Les évaluations de l'époque ont mis en évidence que l'abaissement des niveaux de basses eaux a été causé par les dragages de graviers de construction réalisés dans le lit du Danube d'une mesure nettement supérieure au renouvellement naturel, et qui ont été interdits par conséquent.

En conséquence de l'incision du lit mineur, les débits des basses eaux s'écoulent avec un niveau d'eau de plus en plus bas dans les 25 dernières années [71], [72].

Le besoin en eau de refroidissement de la centrale est assuré par le canal d'eau froide quittant le Danube au point kilométrique 1526,6. Le volume du captage d'eau fraîche autorisé par les autorités est actuellement 98 m³/s (2,5 milliards m³/an). Le volume d'eau fraîche annuel réellement utilisé entre 1997 et 2008 était de 2,1 à 2,4 milliards de m³. Avec un fonctionnement normal des quatre blocs, le volume d'eau nécessaire au refroidissement des condensateurs de turbines est de 100–110 m³/s. Le besoin en eau de refroidissement supérieur au volume d'eau pouvant être capté est assuré par la recirculation de l'eau dans la technologie.

L'eau captée représente 4 à 4,5% du débit à moyennes eaux du Danube, et près de 14% du débit moyen minimal danubien de 700 m³/s. La quasi-totalité du volume d'eau de refroidissement utilisé est reconduite dans le Danube à travers l'ouvrage déflecteur du canal d'eau chaude, à env. 450 m en aval du point d'extraction d'eau. La consommation d'eau de la centrale n'entraîne donc pas de changements quantitatifs importants, mais la reconduite de l'eau de refroidissement usée a un impact sur les caractéristiques d'écoulement et du lit, sur la qualité de l'eau du Danube, la température de l'eau et les conditions écologiques.

Les caractéristiques de l'écoulement et du lit du Danube

Plusieurs études hydrométriques¹⁹ détaillées ont été réalisées dans les environs de la centrale nucléaire de Paks. La première fois en 1967 [73], puis en 1983 avec un débit de 2900 m³/s et une consommation d'eau de refroidissement de 55 m³/s. En 2003 avec un débit de 1600 m³/s et une consommation nominale d'eau de refroidissement de 110 m³/s. Dans l'étendue des moyennes eaux, l'impact du panache d'eau chaude sur la zone d'écoulement était moins important, le tracé du courant se trouvait à droite même au p.km 1525,0. Avec un débit d'eau plus bas, sous l'effet déviant des éperons, au p.km 1525,0 le tracé du courant passe sur le côté gauche du lit.

Dans la zone de la centrale nucléaire, la profondeur moyenne du lit du Danube est de 4 m sous les basses eaux et de 5 à 6 m dans le tracé du courant. Le lit est constitué principalement de sable graveleux et de gravier sableux.

Dans l'environnement immédiat de la centrale nucléaire l'approfondissement général du lit mineur s'est arrêté et peut être considéré relativement stable. En revanche, en raison de la diminution importante du renouvellement des alluvions, le tronçon concerné du Danube manque d'alluvions, par conséquent l'équilibre délicat actuel peut facilement être perturbé.

En aval de la bouche du canal d'eau chaude, la vitesse accrue du courant et la turbulence ont causé l'élargissement important du lit (*figure M-9 de l'Annexe*). Cependant, la hauteur du récif frangeant (récif de Uszód) longeant la rive droite a augmenté, une végétation permanente s'est installée et au-dessus du sable graveleux le dépôt de sédiments alluviaux fins peut déjà être observé. C'est également l'approfondissement du lit mineur qui explique que durant les 5 dernières années, au long de la rive gauche entre les p.km 1525,6 et 1526,1, un récif frangeant fin et long a commencé à se former.

La qualité de l'eau du Danube

Grâce à la réglementation environnementale de plus en plus stricte, en résultat de la diminution importante de la charge d'eaux usées industrielles et domestiques, la qualité de l'eau du Danube ne cesse de s'améliorer au cours de ces dernières décennies. La *figure M-10 de l'Annexe* présente l'évolution dans le temps de la valeur d'une persistance annuelle de 90% de quelques paramètres caractéristiques de la qualité de l'eau, mesurés dans les points du réseau principal de monitoring de la qualité d'eau du tronçon du Danube entre Dunaföldvár et Hercegszántó. Comme nous pouvons constater, dans la période entre 1979 et 2004 la variation dans le temps est beaucoup plus importante que l'évolution de la concentration des paramètres observés suivant le sens du courant.

La qualité de l'eau du Danube dans la zone de Paks est actuellement classée, sur la base des indicateurs de l'échange d'oxygène et le teneur en matières organiques, dans la classe I-II (très bon - bon) selon le standard MSZ 12749 :1994, et sur la base du teneur en substances nutritives végétales, dans la classe II-III (bon-médiocre). A partir de la concentration des détergents d'anion actif et des métaux toxiques, parmi les micropolluants organiques et non organiques, la qualité de l'eau correspond actuellement à la classe I-II, sur la base des phénols la qualité de l'eau est de classe II-III., et sur la base du pétrole et des produits pétroliers, malgré l'amélioration importante, elle est de classe IV (pollué).

Dans les points d'échantillonnage en aval de la centrale nucléaire (Fajsz, Baja, Mohács, Hercegszántó) la qualité de l'eau n'est généralement pas moins bonne que dans le point en amont (Dunaföldvár). La qualité de l'eau du Danube ne change donc pas notablement en conséquence du rejet d'eaux usées de la centrale nucléaire.

L'analyse de la gestion et de la qualité d'eau des réseaux d'eau de la centrale nucléaire de Paks est réalisée depuis 1983 [74]. Dans le cadre du monitoring local, la qualité de l'eau du Danube est analysée en amont de la sortie du canal d'eau froide au p.km 1527,0, et en aval de la bouche du canal d'eau chaude au p.km 1526,0.

¹⁹ Hydrométrie : science qui a pour objet la mesure des paramètres techniques importants des cours d'eau et des plans d'eau (p.ex. vitesse du courant).

Ces échantillonnages ont confirmé les conclusions faites suite à l'analyse des stations du réseau principal de monitoring : l'impact des eaux usées de la centrale nucléaire au long du tronçon du Danube pouvait être démontré principalement dans la température de l'eau et les indicateurs de l'échange d'oxygène, ainsi que par rapport à certains micropolluants, dérivés du pétrole et composants caractéristiques des eaux usées ménagères. En revanche, la concentration des polluants n'était que légèrement supérieure à la valeur moyenne caractérisant l'eau du Danube.

240 à 280 mille m³ d'eaux usées communales sont générées par an dans la centrale nucléaire. La station d'épuration d'eau propre à la centrale est de technologie à oxydation totale, à boues activées, et sa capacité est de 1870 m³/jour (657 mille m³/an). Les eaux usées épurées sont reconduites dans le canal d'eau chaude, dans le tronçon en amont de l'ouvrage déflecteur, où, en se mélangeant avec les eaux de refroidissement usées, elles rejoignent le Danube avec un facteur de dilution de plusieurs milliers.

L'eau captée du Danube est utilisée non seulement comme eau de refroidissement mais aussi comme eau d'appoint industrielle. Dans la centrale nucléaire près de 1 million de m³ d'eaux dessalées sont obtenues par an, par épuration par déminéralisation. Suite à ce procédé, 140 à 160 mille m³ d'eaux usées industrielles à pollution acide et basique sont générées par an, dont la neutralisation et la décantation se fait dans des bassins de décantation de 10 000 m³, dans la zone située entre le canal d'eau froide et d'eau chaude. La qualité de l'eau et le rejet des bassins sont vérifiés par des contrôles internes et externes faits par les autorités. Le rejet se fait par le tuyau collecteur des eaux usées domestiques épurées, avec une arrivée en amont de l'ouvrage déflecteur du canal d'eau chaude.

Évolution de la température de l'eau du Danube

La température de l'eau du Danube est régulièrement mesurée au plus près du site, dans le tronçon limnimétrique se trouvant au port de Paks, au p.km 1531,3. La température d'eau plus élevée des années précédant la construction de la centrale nucléaire était de 25,2 °C (le 8 août 1971.). Durant la période d'exploitation, la valeur plus élevée (26,7 °C) était mesurée en 2006, et auparavant en été 1994 et 2003 avec 25,9 °C. L'évolution annuelle de la température de l'eau du Danube dans la période de 1990 à 2009 est représentée dans la *figure M-11 de l'Annexe*.

Selon l'alinéa 10. § (1) de l'arrêté ministériel 15/2001. (VI. 6.) KöM sur les émissions de substances radioactives dans l'air et dans l'eau lors de l'utilisation de l'énergie nucléaire et leur contrôle : l'écart entre la température de l'eau sortant de la centrale et celle de l'eau réceptrice (ΔT) ne doit pas être supérieur à 11 °C, et pour une température de l'eau réceptrice inférieure à +4 °C cet écart ne doit pas être supérieur à 14 °C, dans tout point du tronçon en aval sur 500 m à compter du point de rejet, la température de l'eau réceptrice ne doit pas dépasser les 30 °C (T_{\max}).

Dans le système monitoring de l'exploitation de la centrale nucléaire de Paks, la température de l'eau des canaux de refroidissement est mesurée toutes les heures. L'eau filtrée captée du canal d'eau froide retourne dans le Danube, en passant par les systèmes technologiques, à une température de 7 à 9 °C plus haute que la température actuelle du Danube (11 à 12 °C pendant les mois d'hiver).

L'étude de probabilité de l'apparition simultanée et durable des températures d'eau et des débits a montré que deux situations significatives devaient être prises en compte : la température d'eau maximum de l'été et la situation caractérisée par le débit minimum de l'automne. En été, lorsque la température du Danube dépasse les 24 °C, c'est principalement le respect de la limite relative à la température maximale (T_{\max}) qui est à prendre en compte. La période plus critique est celle des basses eaux se présentant en été, lors des temps de canicule durablement chauds et secs. Durant ces périodes, la centrale nucléaire a pris des mesures pour la protection de la qualité de l'eau, assurant le respect des limites de température. Pendant la période des basses eaux de l'automne-hiver, lorsque la charge thermique relative est importante à cause du faible débit du fleuve, il faut veiller principalement au respect de la limite concernant l'écart thermique (ΔT).

Pour l'étude du mélange de l'eau de refroidissement chauffée avec les eaux du Danube, six mesures thermographiques ont été réalisées entre 1983 et 2005 [75] (*figure M-12 de l'Annexe*). Selon les enregistrements, indépendamment du débit et de la température du Danube, dans le tronçon de 1 à 2 km situé en aval du point de rejet, le panache thermique est relativement homogène, et en dehors de la turbulence de rejet, on n'observe guère de mélange. Le panache thermique passe tout près de la rive droite et rentre également dans les espaces d'eau entre les récifs. La dispersion du panache thermique se fait majoritairement dans le tronçon de 4-5 km à partir du rejet et à une distance de 10 km il ne peut plus être détecté à partir de la température de l'eau de la surface.

Pour l'étude du mélange sous la surface de l'eau et des écarts de température en profondeur, la distribution de la température en fonction de la profondeur a été étudiée dans 8 sections dans le tronçon entre les p.km 1527 et 1499 du Danube [76]. Selon les mesures, vers le pont de Szekszárd, c'est-à-dire à 27 km en aval du rejet, dans toute la section de profondeur du Danube, la température de l'eau est de 1,1 à 1,3 °C plus élevée que celle de la masse d'eau de la rive gauche. Mais ce n'est plus un écart pertinent pour les milieux finalement touchés (certaines espèces du milieu aquatique).

Dans le tronçon concerné par le panache thermique, la température élevée accélère localement la dégradation des matières organiques dans le fleuve qui provoque une consommation d'oxygène accrue et la diminution du teneur en oxygène. En conséquence de l'arrivée de l'eau chaude, la biomasse totale se trouvant dans le Danube est plus élevée que dans les tronçons en amont. La faune et la flore aquatique du tronçon de quelques kilomètres en aval du rejet, a une des plus grandes diversités d'espèces dans la région. Sous l'effet de la température plus élevée, la densité de peuplement de poissons - en particulier pendant les mois de l'hiver - dépasse la valeur moyenne. En résumé, il peut être conclu que les impacts sur les caractéristiques chimiques de l'eau et les impacts hydrobiologiques du rejet d'eau chaude sont conformes aux exigences réglementaires, et qu'aucun dépassement de valeurs limites de la qualité de l'eau n'a été constaté.

Le processus de mélange de l'eau de refroidissement chauffée a été étudié avec des modèles numériques [77]. Sur la base des résultats de calcul, des propositions ont été formulées pour l'amélioration du monitoring et de la gestion de l'exploitation. L'impact possible du changement climatique a été évalué, par l'analyse des impacts climatiques potentiels prévus pour 2050. Il a été constaté que les températures de l'eau du Danube supérieures à 24-25 °C et critiques pour le respect de l'exigence environnementale relative au tronçon de référence se trouvant à 500 m en aval du rejet, apparaissent au maximum pendant 2 à 5 jours par an en moyenne. Avec le scénario envisagé du changement climatique, la persistance des situations critiques peut être multipliée par trois et atteindre les 8 à 16 jours, mais l'incertitude de ces estimations reste importante.

3.5.2. Les impacts de la construction

Au cours de l'installation et la construction des nouveaux blocs prévus, en plus de l'impact des blocs existants, nous avons étudié la charge supplémentaire touchant les masses d'eaux de surface du point de vue des impacts directs et indirects suivants : fourniture, traitement et évacuation de l'eau industrielle et l'eau de refroidissement; traitement et évacuation des eaux usées domestiques; traitement et évacuation de l'eau captée lors des travaux de fondation; traitement et évacuation des eaux résiduelles et autres eaux usées; interventions touchant le lit du Danube et les rives du Danube, et pollution de l'eau de surface suite à l'émission de poussières.

3.5.2.1. Captage d'eau domestique et industrielle

Besoin d'eau industrielle

Les besoins en eaux industrielles sont assurés par captage de l'eau du Danube. Une grande quantité d'eau déminéralisée sera demandée probablement au cours des essais de mise en service, qui sera assurée par la station d'appoint d'eau. Le besoin exact en eau des différentes phases de la

construction n'est pas encore connu, à l'état actuel du projet. Les quantités d'eau données par les fournisseurs des différents types de blocs varient entre 400 m³/jour et 1300 m³/jour, le besoin moyen étant de 1000 m³/jour [27 – 30].

Fourniture de l'eau d'incendie

La fourniture de l'eau d'incendie sera assurée, même après la mise en service des nouveaux blocs, par le captage de l'eau du Danube, à partir des puits d'infiltration sur berge. Le besoin d'eau maximal est de 47 l/s, le besoin moyen mensuel peut être estimé à 1000 m³/mois [26], [27].

3.5.2.2. Rejet des eaux usées

Lors des travaux de construction, l'évacuation des eaux usées traitées a un impact sur le Danube. A 28/2004. (XII. 25.) Les valeurs limites de rejet définies dans l'annexe n°2 du décret 28/2004. (XII.25.) KvVM, intitulé "Les valeurs limites de rejet relatives à l'évacuation des eaux usées directement dans un émissaire, déterminées en fonction des catégories régionales de la protection de la qualité des eaux", doivent être respectées également pour les nouveaux blocs.

Drainage lors des travaux de génie civil

En raison de sa teneur élevée en sédiments et de sa pollution éventuelle par des hydrocarbures, la qualité des eaux de drainage des fouilles doit être surveillée. En dehors de la dessiccation, il est possible d'évacuer les eaux dans le Danube après traitement, décantation et séparation d'huile, si nécessaire, en respectant les valeurs limites visées à l'annexe 2 du décret n° 28/2004. (XII.25.) du KvVM. Les effets néfastes peuvent être limités à la période des travaux de fondations et même réduits en prenant des mesures préventives et en respectant les valeurs limites de rejet imposées.

Eaux pluviales

Au cours des travaux de construction, un système d'évacuation et de traitement des eaux pluviales, tombant sur le terrain du chantier de construction ou de la nouvelle centrale nucléaire ainsi que des eaux provenant de la fonte des neiges, sera mis en place. Le canal d'eau froide et d'eau chaude pourrait servir d'ouvrage de réception des eaux collectées après la séparation des hydrocarbures. Lors du démarrage des travaux de construction un système d'évacuation des eaux pluviales provisoire doit être mis en place, indépendamment du type de bloc, qui peut évoluer au fur et à mesure de l'avancement et selon les besoins des travaux. Les eaux pluviales peuvent être chargées d'alluvions, d'hydrocarbures et de polluants déposés par l'air, en particulier pendant la phase des travaux de construction. Il convient donc de veiller à ce que les contrôles et les traitements adaptés soient effectués avant de les évacuer dans l'ouvrage de réception.

Eaux résiduaires urbaines

La réalisation du nouveau bloc implique un besoin important en main d'œuvre ce qui augmentera la quantité d'eaux résiduaires urbaines générée. Une nouvelle station d'épuration d'eaux usées sera donc implantée avant même le démarrage des travaux afin de traiter les eaux résiduaires urbaines provenant du chantier. Les eaux usées épurées seront reçues par le Danube via le canal d'eau chaude. [78]

L'effectif du chantier peut varier considérablement dans les différentes phases des travaux. Selon les informations communiquées par les fournisseurs il peut varier entre 1200 et 7000 personnes. En se basant sur une valeur de 140 l/jour/personne, le rejet journalier d'eaux usées serait de 168–980 m³ par jour [26 à 30].

Dans le cas où les valeurs limites de rejet seraient respectées, les eaux usées n'auront pas d'impact significatif sur la qualité de l'eau du Danube, l'impact ne dépassera pas les 5 km.

3.5.2.3. *Autres impacts*

La centrale nucléaire dispose d'un port fluvial réalisé sur le canal d'eau froide. Les impacts produits par le transport routier pourront être réduits par la réalisation d'un port provisoire au bord du Danube.

L'alimentation en eau du nouveau canal d'eau froide à cuvette suspendue destiné à alimenter les nouveaux blocs en eau de refroidissement, faisant partie du système de refroidissement à eau froide à deux phases, serait assurée par la mise en place d'une station de pompage au bord du Danube. Les travaux d'exécution de la station de relevage ont un impact direct sur la qualité et l'état hydrodynamique de l'eau du Danube. Les impacts provisoires de la réalisation des travaux touchent directement le bord du Danube ainsi que le lit du Danube. Les conditions d'écoulement étant changées, des études approfondies portant sur les changements morphologiques et le changement de la qualité de l'eau sont indispensables.

3.5.2.4. *Les impacts indirects de la pollution*

Le dépôt sur les eaux de surface de la poussière produite lors de l'exécution des travaux de construction est à étudier comme un impact indirect. La production de poussière peut être minimisée en arrosant le terrain en période sèche, en couvrant les principales voies de circulation d'un revêtement provisoire (retenant la poussière) et en veillant à minimiser la poussière provenant de la charge des véhicules de transport, notamment en la maintenant humide ou en la couvrant. Les dispositions du décret gouvernemental 306/2010. (XII. 23) relatif à la protection de l'air doivent être respectées lors de la conception, de l'exécution des travaux, de l'exploitation et de l'arrêt.

Afin de prévenir la pollution du sol, des nappes d'eaux souterraines et de la masse d'eau, par les effluents éventuels des dérivées d'hydrocarbures des engins, il est important de bien choisir les engins adaptés et de les entretenir régulièrement. Un atelier destiné à la réparation et à l'entretien des engins, une station de carburants, un parc de réservoirs et un magasin de stockage des citernes de pétrole doivent être réalisés. Pour ces établissements il est particulièrement important de minimiser le risque de fuite.

3.5.3. Les impacts de l'exploitation des nouveaux blocs

3.5.3.1. *Alimentation en eau de refroidissement*

Lors de l'étude des techniques de refroidissement [21], et pour le cas de l'utilisation du refroidissement par eau fraîche, les besoins en eau figurant au *tableau 2.4.2-1 du sous-paragraphe 2.4.2* ont été pris en compte. La station de relevage du Danube rattachée au point de captage à deux phases, fournit de 132 à 172 m³/s d'eau dans le nouveau canal d'eau froide. Une étude est à mener localement et à long terme sur les impacts de la station de pompage sur la vitesse du courant, le trafic fluvial et les conditions morphologiques locales du Danube, du fait que le captage d'eau sera réalisé proche du tracé du courant dévié vers la rive droite. Le besoin en eau de l'exploitation des nouveaux blocs représente environ 25% du débit minimal moyen et environ 7,5% du débit moyen du Danube. La zone d'impact du captage de l'eau de refroidissement se situe entre le canal d'eau froide et le canal d'eau chaude du Danube.

3.5.3.2. *Captage de diverses eaux technologiques*

D'après les informations fournies par les fournisseurs, en cas d'exploitation normale, le besoin journalier moyen en eau déminéralisée est estimé à 430 m³/jour, au maximum 3000 m³/jour. Le

besoin en eau non traitée est estimé à 315 m³/jour au minimum et à 4000 m³/jour au maximum [26], [28], [29], [30].

L'alimentation en eau d'incendie des nouveaux blocs se fera également à partir des puits d'infiltration sur berge. Le besoin en eau est estimé à 20 à 47 l/s au maximum et le besoin moyen annuel 3000 m³/an [26], [27], [29].

3.5.3.3. Rejet d'eaux usées traitées

Lors de l'exploitation de la centrale, des eaux usées sont produites par les processus suivants : traitement d'eau, déminéralisation d'eau; purge des générateurs de vapeur; nettoyage et régénération du système de traitement de condensés; eaux usées chargées d'hydrocarbures (et prétraitée), rejet de diverses eaux technologiques et résiduaires urbaines.

En dehors des eaux usées traitées, la production des eaux usées ne nécessitant pas de traitement est également à prévoir. Les eaux usées à traiter doivent être collectées et rejetées dans le Danube via la station d'épuration déjà réalisée dans la phase des travaux de construction. La qualité des eaux usées rejetées doit être conforme aux valeurs limites visées au décret 28/2004. (XII.25) du KvVM relatif aux valeurs limites d'émissions de substances polluantes rejetées dans l'eau.

Eaux résiduaires urbaines

Par rapport au rejet d'eaux résiduaires urbaines particulièrement important pendant la phase des travaux de construction, la production d'eaux usées en période d'exploitation sera considérablement réduite. La valeur estimée est de 50 m³/jour à 160 m³/jour, représentant une moyenne de 100 m³/jour.

Rejets de diverses eaux usées

En plus du rejet d'eaux résiduaires urbaines, des eaux usées sont produites notamment lors du traitement des eaux (élimination de boue dans le bassin de décantation, régénération de l'échangeur d'ions et lavage des filtres), du nettoyage des bâtiments, des halls ainsi que lors de divers processus technologiques. Les eaux usées éventuellement chargées d'hydrocarbures peuvent être éliminées dans les égouts du site en les faisant passer par un séparateur d'huile et de boue.

Évacuation des eaux de pluie

Les eaux de pluie peuvent être chargées d'alluvions, d'hydrocarbures et de polluants déposés par l'air, en particulier pendant la phase des travaux de construction, cependant en phase d'exploitation les contrôles et les traitements adaptés doivent également être effectués avant de les évacuer dans l'ouvrage de réception. Lors de la mise en place du système d'évacuation des eaux de pluie, il convient de prévoir l'installation des filtres à huile ainsi que des bassins de rétention des eaux de pluie pour pouvoir retenir des eaux collectées même en période de pluies intenses.

La réalimentation du lac Kondor et des lacs de pêche se fait par l'introduction périodique des eaux technologiques de la centrale nucléaire. Lors de l'exploitation des nouveaux blocs, la démarche sera similaire dans le respect des valeurs limites de rejet visées à l'annexe 2 du décret 28/2004. (XII.25.) du KvVM relatif à l'évacuation directe des eaux usées dans une station de réception, portant sur les valeurs limites de rejet définies en fonction des catégories de régions de protection de la qualité des eaux.

La zone d'impact du rejet des eaux usées provenant des eaux de pluie et de diverses eaux usées reste dans un périmètre d'environ 5 km. Par la suite, il est à étudier à l'aide d'un modèle de dilution s'il y a un changement de classe de la qualité des eaux, et quelle est la zone d'impact exacte de celle-ci.

3.5.3.4. Rejet des eaux de refroidissement réchauffées

Dans un système de refroidissement à l'eau fraîche les eaux de refroidissement réchauffées sont rejetées dans le Danube, et transmettent leur chaleur directement à l'eau du fleuve. Pour la période du fonctionnement simultané des blocs nucléaires vieux et nouveaux, un nouveau tronçon de canal d'eau chaude - comprenant deux points de rejet d'eau chaude - est prévu pour permettre à l'eau de refroidissement réchauffée de bien se mêler avec l'eau froide.

L'utilisation de l'eau du Danube en tant qu'eau de refroidissement est limitée par les prescriptions actuellement en vigueur, qui prévoient des restrictions au rejet de l'eau de refroidissement usée et à la charge thermique due à ce rejet. A cet égard l'arrêté gouvernemental n°220/2004. (VII. 21.) sur les règles relatives à la protection de la qualité des eaux de surface, et l'arrêté n°28/2004. (XII. 25.) du Ministère de l'Environnement et du Développement rural, relatif aux limites d'émission de rejets aqueux, et aux règles de l'application de ces restrictions sont à respecter. La charge thermique due à la centrale nucléaire de Paks est régie actuellement par l'arrêté n°15/2001. (VI. 6.) du Ministère de l'Environnement, relatif aux rejets d'effluents radioactifs dans l'atmosphère et dans l'eau au cours de l'utilisation de l'énergie nucléaire. Cet arrêté précise (a) l'écart respectable entre la température du rejet aqueux et celle du milieu absorbant (ce qui est déjà régulièrement contrôlé aujourd'hui par MVM Paksi Atomerőmű Zrt., et (b) que, à une distance de 500m à compter (en aval du fleuve) du point de rejet de l'eau dans le fleuve, la température de l'eau doit être inférieure ou égale à 30°. [79] Si la température du Danube se révèle trop élevée, des mesures techniques complémentaires (rajout d'eau froide, diminution de la charge des blocs nucléaires) deviennent nécessaires afin de permettre de respecter la limite d'émission.

En application de la directive *MI-10-298-85 – Détermination de la propagation de la pollution dans les cours d'eau*, nous avons procédé au calcul de la température d'eau moyenne et intégrant les températures mesurées en différentes profondeurs d'eau, attribuable à l'impact du rejet de l'eau chaude dans le cours d'eau absorbant (le Danube, entre 1526,2 et 1510 km depuis sa source).

Nos calculs ne permettent que d'estimer la répartition de la température, dans un contexte où la température maximale de l'eau rejetée est de 30 °C, la vitesse moyenne du flux d'eau de 1,1 m/s, et la profondeur moyenne de l'eau se fixe à 4,5 m:

- (1) à une distance d'environ 4,5 km et à 8,5 km respectivement du canal d'eau chaude des 2 blocs nucléaires de 1200 MW et de 1600 M, les écarts positifs de température dûs au rejet d'eau sont inférieurs à 1 °C.
- (2) Le mélange parfait transversal du flux de chaleur est atteint à environ 30 km des points de rejet.

Les évaluations d'impact, mesures in situ, modèles numériques et tests de laboratoire, portant sur les blocs nucléaires actuellement en exploitation permettent d'estimer l'impact et la superficie des zones d'impact des nouveaux blocs nucléaires [37]. La zone d'impact de la charge thermique due à l'exploitation des nouveaux blocs nucléaires est une superficie d'environ 4,5 à 8,5 km.

3.5.3.5. Evaluation des impacts sur les eaux de surface, selon la Directive-cadre sur l'eau

D'après le Plan de Gestion de District hydrographique (PGD) de la Hongrie, dans l'environnement de la centrale nucléaire de Paks on peut distinguer les masses d'eau suivantes : le Danube, le ruisseau Csámpa, le canal reliant Paks avec Fadd (« Paks-Faddi-főcsatorna »), l'eau stagnante du Danube à Fadd (« Faddi-Holt-Duna»), les étangs piscicoles de l'Association des Pêcheurs de Paks («Paksi Horgászegyesület »), et le lac Szelidi, appartenant au Parc national de Kiskunság.

C'est par le rejet des eaux usées industrielles et urbaines et des eaux de refroidissement que l'exploitation des nouveaux blocs nucléaires peut influencer l'atteinte des objectifs environnementaux fixés relativement à la qualité de l'eau du Danube. Lorsque des eaux usées

industrielles et urbaines conformes à la législation sont rejetées, il convient d'examiner si les émissions dues à la construction et au fonctionnement normal nécessitent de classer l'établissement dans une catégorie de qualité inférieure.

Le programme d'actions techniques relevant du Plan de Gestion de District hydrographique (PGD) prévoit des mesures relatives aux points de rejet dans les eaux de surface. Le PGD inclut seulement des exigences, et ne précise pas le segment de contrôle de la température de l'eau chaude rejetée. Pour le Danube, la température maximum autorisée de l'eau chaude rejetée est $T_{\max} = 30 \text{ °C}$. Lorsque la température du Danube est inférieure à 4 °C , le ΔT_{\max} doit être entre 10 et 12 °C et lorsqu'elle est supérieure à 4 °C le ΔT_{\max} doit se trouver entre 5 et 8 °C . Après avoir atteint un mélange parfait, le ΔT doit être égal à 3 °C . Ces exigences seront remplies par les nouveaux blocs nucléaires.

En ce qui concerne le ruisseau Csámpa, le canal reliant Paks avec Fadd, l'eau stagnante du Danube à Fadd, les étangs piscicoles de l'Association des Pêcheurs de Paks, et le lac Szelidi, la construction et l'exploitation des nouveaux blocs nucléaires n'ont pas d'impact considérable sur les actions définies au PGD.

3.5.4. Impact de l'ensemble des établissements nucléaires exploités sur le site

Un volume d'eau d'environ 100 à $110 \text{ m}^3/\text{s}$ (mais max. $120 \text{ m}^3/\text{s}$) est capté aux fins du refroidissement des quatre blocs nucléaires de la centrale nucléaire existante. Cette quantité est encore augmentée par les besoins en eau de refroidissement des nouveaux blocs nucléaires, qui sont fonction de la puissance exigée. Le maximum des besoins en eau de refroidissement de l'ensemble des blocs nucléaires existants et nouveaux s'élève à $292 \text{ m}^3/\text{s}$, ce qui représente env. 42% du débit minimum moyen du Danube ($700 \text{ m}^3/\text{s}$), et env. $12,5\%$ du débit moyen de ce fleuve.

Dans la centrale nucléaire existante un volume de 240 à 280 mille m^3 d'eaux usées urbaines est produit chaque année, et épuré à la station d'épuration des eaux usées de la centrale nucléaire, dont la capacité s'élève à $1870 \text{ m}^3/\text{jour}$ (657 mille m^3/an). La qualité des eaux usées rejetées par la centrale nucléaire existante et par celle nouvelle devra respecter les valeurs limites prévues à l'arrêté n°28/2004 (XII. 25.) du Ministère de l'environnement et du développement rural.

Pendant leur fonctionnement simultané, les blocs nucléaires vieux et nouveaux pourront rejeter maximum un volume de $292 \text{ m}^3/\text{s}$ d'eau de refroidissement réchauffée dans le Danube, notamment sur le tronçon existant et sur le tronçon nouveau (servant à permettre une meilleure dilution de l'eau de refroidissement réchauffée) du canal d'eau chaude. Les calculs de la répartition des températures d'eau moyennes, intégrant les températures mesurées en différentes profondeurs d'eau, dues au rejet d'eau chaude dans le cours d'eau absorbant (soit le Danube, entre $1526,2$ à 1510 km depuis sa source) permettent de constater les suivants:

- (1) A une distance d'environ 20 km du canal d'eau des blocs nucléaires en exploitation et des 2 blocs nucléaires à 1200 MW (ou, s'il s'agit de blocs nucléaires de 1600 MW , à une distance d'environ 25 km de ceux-ci), l'écart positif de température, dû aux rejets d'eau chaude, baissera à moins d' 1 °C .
- (2) Le mélange transversal des flux de chaleur sera atteint à env. 30 km des points de rejet d'eau.

Les blocs nucléaires existants et ceux nouveaux nécessitent le captage d'un volume d'eau de refroidissement important. Compte tenu de l'application d'un système de refroidissement à l'eau fraîche pour la centrale existante et de celle nouvelle, la superficie de la zone d'impact de la charge thermique de l'ensemble de ces établissements s'élèvera à env. 18 à 24 km .

3.5.5. Impacts des incidents et accidents

L'examen de l'impact que les incidents et accidents induisant une pollution autre que radioactive sur l'environnement doit tenir compte de la quantité des matières dangereuses liquides stockées. Vu qu'elles seront stockées dans les bâtiments en petites quantités, les substances telles que le chlorure d'ammonium, l'hydroxyde de lithium, le molybdate de potassium, les bromures de sodium, les polyphosphates, les orthophosphates, l'acide phosphorique, l'acétate de zinc, la propylène glycol et l'éthylène glycol, ne représentent pas de risque déterminant pour les eaux de surface, même si un accident éventuel se produit.

Le stockage des matériaux se réalise – exception faite du carburant diesel – dans le hall des turbines, ainsi leur déversement n'a pas d'influence pour les masses d'eau de surface. Le carburant diesel sera stocké prévisiblement près des générateurs diesel, pour cette raison il sera nécessaire d'examiner dans les détails les conséquences d'un éventuel rejet dans les eaux de surface. L'impact de la pollution par les hydrocarbures dépend fort de la rapidité de leur localisation, et de la vitesse de l'intervention. Il existe des techniques différentes d'écumage et de collecte, utilisées afin de piéger les pollutions: tels que le confinement vertical, le barrage flottant, et l'équipement d'écumage.

L'entrée dans l'environnement souterrain du carburant diesel stocké sur le territoire de la centrale nucléaire peut avoir des effets sur les masses d'eaux souterraines également. Une fois que le carburant rejeté en grand volume à la surface atteint les eaux souterraines, il forme une poche ronde. Les groupes de composés d'hydrocarbures, issus de la poche de carburants, peuvent atteindre le canal d'eau et aussi le Danube. La probabilité de la survenance de ce phénomène peut être examinée à l'aide d'un modèle de transport hydrodynamique.

En cas de panne du système d'épuration des eaux usées urbaines, les eaux usées non traitées risquent d'entrer dans le Danube, et polluer ceci. Une grande quantité de matières solides en suspension, des matières organiques classiques d'origine communale, des substances nutritives et toxiques, présents en grande concentration, ainsi que des bactéries E. coli, peut quitter la station d'épuration d'eaux usées résiduelles, et se déverser dans le milieu récepteur, surtout dans les périodes de fortes précipitations.

En cas d'incidents, le système de chauffage doit évacuer la chaleur résiduelle (dit remanente), libérée après l'arrêt des blocs nucléaires, dont les quantités diminuent avec le temps, à compter du moment de l'arrêt des blocs nucléaires. Même en cas d'accident, la charge thermique due à l'eau de refroidissement réchauffée, rejetée dans le Danube, reste inférieure au plafond autorisé en fonctionnement normal.

3.6. Eaux souterraines

3.6.1. Présentation de la situation initiale

Sur le territoire concerné par l'investissement le niveau moyen de l'eau souterraine est de 7 ou 8 m sous le sol et, en périodes de hauteur d'eau moyenne, le flux d'eau est d'une orientation d'Ouest vers l'Est. La hauteur des eaux souterraines varie en moyenne entre 3,0 et 6,5 m.

La hauteur des eaux souterraines et le régime des eaux souterraines sont influencés, en plus des facteurs naturels (quantité des précipitations, eaux souterraines des régions voisines, hauteur d'eau du Danube), les établissements artificiels en service (canaux, bassins de rétention), l'évacuation des eaux de précipitations (canal de ceinture), le niveau comblement de terres de la zone, ainsi que l'état des services collectifs (par ex. défaillances du réseau d'eau et des égouts). Les eaux souterraines comprennent du carbonate de calcium et du carbonate d'hydrogène.

Le seul lieu qui est considéré comme source de pollution classique sur le site des nouveaux blocs nucléaires à construire est le dépôt des décombres de construction [80]. Les analyses ont démontré que les polluants tels que l'ammonium, les nitrates, les sulfates, les hydrocarbures pétroliers totaux et le zinc étaient présents dans les eaux souterraines seulement de temps en temps. Vu que cette

pollution n'a pas représenté de risque pour les organismes vivants de l'environnement, il n'a pas fallu procéder à l'assainissement des milieux environnants. La restauration de l'état initial de l'environnement naturel du dépôt a été achevée en 2004.

3.6.2. Les impacts des travaux de construction

L'impact sur les eaux souterraines de l'évacuation des eaux des excavations réalisées dans le sol, et destinées à recevoir les éléments de la fondation

L'évacuation des eaux des excavations destinées à recevoir les éléments de la fondation a une influence sur le niveau, ainsi bien que sur l'orientation et sur la vitesse du flux des eaux souterraines. Une diminution plus importante de la hauteur des eaux souterraines, engendrée par cette évacuation d'eaux ne sera constatée probablement que dans l'environnement immédiat de la zone de construction, et seulement pendant une période de temps limitée. Après cette période, l'équilibre actuel se rétablira. La zone d'impact s'étend vers l'Est jusqu'à la ligne du Danube. Pour définir plus précisément l'étendue de la zone d'impact, il est approprié de procéder à la modélisation hydraulique.

Les excavations seront réalisées en deux étapes. Lorsque la hauteur d'eau est moyenne ou basse, il est possible de creuser jusqu'à une profondeur d'env. -7m sans devoir évacuer les eaux souterraines. Pour les profondeurs supérieures à -7m, il est nécessaire d'évacuer les eaux souterraines.

Cette évacuation d'eau a pour conséquence immédiate le compactage des milieux de la nappe dont l'eau provient. La réduction du volume due à ce compactage peut produire des inégalités d'altitude à la surface du sol. Après la fin des travaux il faudra compter sur l'augmentation du volume des phréatiques.

L'évacuation des eaux peut avoir un effet défavorable sur l'environnement artificiel (bâtiments), du fait de la variation du volume des nappes phréatiques (mouvements du sol).

Impact de la croissance de la superficie construite sur les eaux souterraines

Les surfaces construites empêchent les précipitations d'entrer dans le sol, ce qui peut réduire la hauteur des eaux souterraines. Cependant la diminution de l'évaporation peut augmenter la hauteur d'eau. Ces deux impacts se compensent.

Sous la zone de construction les eaux souterraines sont alimentées latéralement (en fonction de la hauteur d'eau, soit par les eaux souterraines des environs, soit par le canal d'eau froide), donc les constructions n'ont pas d'effet déterminant sur l'évolution de la hauteur des eaux souterraines.

Estimation des impacts sur les eaux de formation

La construction ne peut avoir d'impact immédiat que sur les eaux de formation situées à faible profondeur, et n'a pas d'influence sur les eaux thermales se trouvant dans une profondeur supérieure à 500m. L'impact de l'évacuation d'un volume d'eau accru se fera sentir déjà au moment de la construction, mais il atteindra son maximum au cours de l'exploitation simultanée des blocs nucléaires existants et nouveaux.

Pendant la construction des nouveaux blocs les besoins en eaux usées urbaines varieront entre 112 et 980 m³/jour, en fonction du type de réacteur à construire. La capacité de l'installation de production d'eau de Csámpa est de 2500 m³/jour (env. 900 000 m³/an), ce qui suffit pour couvrir les besoins de l'ensemble des blocs nucléaires existants et nouveaux. Au cours de la procédure d'obtention des autorisations relatives aux eaux et égouts, il faudra redéfinir les aires de protection des ressources en eau de Csámpa.

Une consommation accrue en eaux de formation peut avoir les impacts défavorables suivants :

- Les niveaux des eaux de formation peuvent continuer à baisser.

- Suite à la baisse de la hauteur d'eau les besoins énergétiques liés au captage d'eau augmenteront.
- Un éventuel changement de l'orientation du flux et de la pression des eaux de formation peut transformer le gradient hydraulique vertical positif actuel en négatif, par conséquent les pollutions des eaux de surface peuvent descendre dans les formations géologiques contenant les eaux de formation.
- Suite à la diminution du potentiel hydrique, la chimie des eaux de formation peut changer.
- Suite à la diminution de la pression d'eau interstitielle les nappes phréatiques peuvent se compacter davantage, ce qui peut provoquer, dans des cas extrêmes, des affaissements de terrain [81].

Les niveaux de repos des eaux de formation vont sûrement baisser, ce qui fera augmenter les besoins en énergie de la production d'eau, indépendamment du type du bloc nucléaire utilisé. La hauteur d'eau ne baissera prévisiblement que de quelques mètres.

Quant aux besoins en eau potable des différents types de réacteurs, le volume de l'eau captée n'aura prévisiblement pas d'impact défavorable sur les réserves d'eau de formation.

3.6.3. Les impacts de l'exploitation des nouveaux blocs nucléaires

Au cours du fonctionnement normal des blocs nucléaires à construire, les eaux souterraines ne peuvent pas être polluées, car les technologies utilisées excluent toute pollution de ce genre. De telles pollutions ne peuvent avoir lieu qu'en cas d'avaries ou de catastrophes naturelles.

Impact des fondations profondes sur les eaux souterraines

Le plan de référence de certains établissements (containment, turbine) restera toujours prévisiblement inférieur à la hauteur des eaux souterraines, ainsi les fondations profondes risqueront de changer (dévier) l'orientation naturelle des eaux souterraines.

Colmatation de la cuvette des canaux, due au fonctionnement des puits utilisant la technique de filtration sur berge

Aujourd'hui 10 puits utilisant la technique de filtration sur berge se trouvent sur la rive du canal d'eau froide, du côté de la centrale nucléaire. [82] L'eau captée par les puits utilisant la technique de filtration sur berge ne sera utilisée probablement qu'aux fins de l'approvisionnement en eau d'incendie. Les besoins accrus en eau des processus, liés à l'exploitation des nouveaux blocs nucléaires, peuvent être couverts également par l'exploitation augmentée des puits utilisant la technique de filtration sur berge, ce qui est susceptible de provoquer une colmatation plus forte de la cuvette du canal d'eau froide, notamment sur la superficie de filtration du canal. Cette colmatation peut être diminuée par le dragage régulier de la cuvette du canal.

Impacts de l'exploitation sur les eaux de formation

Les impacts de l'exploitation sur les eaux de formation sont les mêmes que ceux présentés pour la période de la construction. D'après les informations connues aujourd'hui, l'exploitation aura globalement des impacts moins importants sur les eaux de formation que la construction. Les types d'impacts décrits au *sous-chapitre 3.6.2.* seront donc tout à fait identiques à ceux de l'exploitation, par contre, la valeur des impacts restera tout le temps inférieure à celles de l'étape de la construction (aux fins de l'analyse des impacts de l'exploitation, les valeurs de la construction s'entendent comme valeurs résultant d'une estimation haute.) Pendant l'exploitation des nouveaux blocs nucléaires les besoins en eau potable peuvent varier entre 46,2 et 380 m³, en fonction des types des réacteurs.

3.6.4. Impacts combinés des installations nucléaires exploitées sur le site

Pendant le fonctionnement normal des blocs nucléaires existants et à construire les eaux souterraines ne peuvent pas être polluées, car les technologies utilisées excluent toute pollution de ce genre. Des pollutions liées aux processus industriels ne peuvent avoir lieu qu'en cas d'avaries ou de catastrophes naturelles.

Le seul impact que l'exploitation simultanée des réacteurs existants et nouveaux aura sur les eaux de formation sera l'augmentation du volume des eaux captées à travers la prise d'eau de Csámpa. Les puits actuels disposent d'une capacité théorique d'environ 5500 m³/jour (env. 2 millions de m³/an), mais la quantité d'eau qui peut en être effectivement tirée par la prise d'eau dépend de la capacité disponible de l'installation d'élimination du fer et du manganèse. Compte tenu de ce fait, la capacité de la prise d'eau s'élèvera à 2500 m³/jour (env. 900 000 m³/an), ce qui est suffisant pour couvrir simultanément les besoins en eau potable des blocs nucléaires existants et de ceux à construire.

3.6.5. Les impacts des incidents et accidents

Suite à un dysfonctionnement et en cas d'accidents et d'avaries, de différents polluants (non radioactifs) peuvent s'échapper dans l'environnement, et de ce fait dans les eaux souterraines. En raison des conditions de pression souterraines, seules les eaux souterraines peuvent être impactées, actuellement la nappe phréatique ne peut pas être atteinte par une pollution à la surface. L'évaluation de l'étendu des pollutions éventuelles est réalisée selon l'annexe 2 de l'arrêté 6/2009. (IV. 14.) KvVM-EüM-FVM.

Dans la zone prévue des nouveaux blocs, c'est le stockage de gasoil qui peut être nommé comme source potentielle de pollution la plus probable. Nous pouvons considérer comme situation d'urgence, la fuite du gasoil dans le sol, qui peut polluer potentiellement le Danube à travers la masse d'eau souterraine. En connaissance précise de la quantité du gasoil stocké sur le site et de l'endroit de stockage, il est nécessaire d'étudier par la suite la probabilité d'apparition d'une situation d'urgence et les impacts possibles du gasoil éventuellement infiltré dans le sol.

3.7. Sol et formation géologique

3.7.1. Présentation de la situation initiale

La structure géologique des environs de la centrale nucléaire de Paks est bien connue, grâce à des nombreuses données archivées. La base de données de l'ancien Institut Géologique National de la Hongrie contient 1989 forages, dont 271 ont atteint les formations pannoniennes et 27 ont atteint les formations pré-pannoniennes. La série sédimentaire du sondage Paks-2 réalisé par carottage permanent à la place des nouveaux blocs prévus, a fourni une information particulièrement importante. En 2006, un modèle de terrain géologique-hydrogéologique 3D a été réalisé pour les environs de 15×15 km de la centrale.

Dans la région de la centrale, la surface du massif de base s'étend dans une profondeur de près de 1600 à 1700 m. Le fond du bassin est constitué de formations à granit métamorphisé du carbonifère inférieur appartenant au Complexe de Mórág. Au nord-ouest du site dans le fond du bassin les formations cristallines sont recouvertes de grès permien et de sédiments détritiques carbonatés du trias inférieur-moyen.

Sur le terrain de la centrale, le dépôt des sédiments remplissant le bassin a commencé au début du miocène. Dans une profondeur de près de 1000 m, des sédiments détritiques et des volcanites se sont déposés, dont une partie est d'origine continentale et l'autre est d'origine marine. Les

principaux types de roche sont la rhyolite, le tuf rhyolite, l'andésite, la marne argileuse, la marne calcaire, le grès et les calcaires.

La formation de la matrice pannonienne d'une épaisseur de 600 à 700 m a commencé il y a environ 12 millions d'années. Les sédiments du pannonien inférieur d'une épaisseur de 100 à 150 m sont des formations d'une mer peu profonde constituées principalement de marne argileuse limoneuse et de limon marneux argileux. La série sédimentaire de l'étage pannonien d'une épaisseur d'environ 500 mètres consiste en couches alternantes de sable, de marne argileuse et de limon marneux. Leur superposition est tranquille, presque horizontale, mais dans certains forages des traces d'impacts structuraux importants ont été observées. Les structures datant du quaternaire sont superposées sur les sédiments du pannonien supérieur avec une discordance d'érosion.

Dans les environs de la centrale nucléaire, partout en surface, des formations quaternaires peuvent être observées (*figure M-13 de l'Annexe*). Au cours du quaternaire, une des phases plus caractéristiques de la sédimentation était la formation de lœss du pléistocène. Au fond de la série de lœss d'une épaisseur de près de 70 m des couches d'argile rouge continentale du pliocène - pléistocène inférieur sont déposées (Formation d'Argile Rouge de Tengelic).

Au nord-ouest de Dunakömlöd-Paks et de Dunaszentgyörgy Szőlőhegy, le lœss forme des plateaux de direction N-NO - S-SE, avec des collines d'une hauteur de 140-180 mBf, des vallées de dérasions larges et plates. Entre ces deux massifs de lœss, au nord-ouest de la centrale, au long de la vallée du ruisseau de Csámpa, une plaine de cône de déjection recouverte d'une fine couche de sable du pléistocène - holocène, large de 4 à 6 km s'étend, avec des reliefs caractérisés par des buttes de sable entre 100 et 130 mBf.

La centrale nucléaire de Paks a été construite au bord ouest de la vallée du Danube, sur une terrasse fluviale du pléistocène supérieur. Sur le terrain de la centrale nucléaire, le relief initial de 93-95 mBf a été rehaussé jusqu'à 97 mBf par comblement avec de la boue et du sable. En-dessous du comblement on trouve des couches de sable et de limon à grains moyens et fins, d'une épaisseur de 12 à 18 m, la couche de base composée de sable graveleux et de gravier sableux apparaît majoritairement au-dessous du niveau de 78 à 83 mBf. Le substrat²⁰ de la couche de gravier se trouve au niveau de 70 à 72 mBf, en dessous on retrouve les couches d'argile, de marne argileuse, de sable boueux et de limon faiblement lié de la masse du pannonien supérieur penchant vers l'est - sud-est (*figure M-14 de l'Annexe*).

La terrasse du pléistocène supérieur se distingue vers l'Est par une bordure nette de la zone inondable basse du Danube de l'âge de l'holocène. La surface d'une hauteur de 89-93 mBf de la zone inondable basse a été rendu ondulée par les anciens bras morts et les structures de récifs circulaires.

La zone inondable basse est constituée de sédiments de l'époque holocène du Danube d'aujourd'hui, la surface est recouverte partout de quelques mètres de boue alluviale, de limon et de sable fin. En dessous, on trouve du sable fluvial transposé à grains fins et moyens, jusqu'à une profondeur de 12 à 16 m à compter de la surface. Tout en bas, on trouve du sable graveleux et du gravier sableux d'une épaisseur de 5 à 25 m, déposé sur les formations du pannonien supérieur.

La couche inférieure de graviers sous le sable de la zone inondable basse ne fait probablement pas partie du cycle de sédimentation holocène, mais elle est plutôt en relation directe avec les graviers de base de la terrasse pléistocène supérieur.

La sismicité du site a été étudiée en profondeur dans la période entre 1986 et 1996. Les composantes horizontales et verticales de l'accélération sismique à une périodicité de réapparition de 10 000 ans ont été définies selon les recommandations internationales. Il a été constaté que la valeur de l'accélération horizontale maximale de la surface libre, causée par le séisme de référence d'une périodicité de 10 000 ans, est de 0,25 g, tandis que celle de la composante verticale est de 0,20 g.

²⁰ Appellation des parties souterraines servant de référence.

Dans les environs plus larges de la centrale nucléaire de Paks, un réseau de surveillance micro sismique a été développé en 1995, conformément aux recommandations de l'Agence Internationale de l'Énergie Atomique (AIEA). Actuellement, 8 stations de mesures numériques fonctionnent dans un rayon de 100 km autour de la centrale. Entre 1995 et 2005 le réseau a enregistré un total de 708 séismes.

La distribution des séismes est plutôt diffuse, les hypocentres²¹ - à quelques exceptions près - peuvent à peine être liés à des failles.

La répartition territoriale des épicentres²² des séismes de la zone étudiée est représentée dans *la figure M-15 de l'Annexe*. On peut constater que les zones actives désignées à partir des séismes historiques coïncident pratiquement avec les épicentres d'aujourd'hui. Dans le voisinage du site de la centrale nucléaire de Paks, à partir des observations de 15 ans, aucun changement visible ne peut être constaté dans le niveau de sismicité, et il reste toujours assez faible.

Au-delà de la définition de l'ampleur du séisme de référence, un résultat important de l'étude géologique réalisée entre 1986 et 1996 était d'exclure la possibilité d'une faille active et remontante à la surface au cours des dernières 100.000 ans, ainsi que l'évaluation de la possibilité de liquéfaction des sols et de la stabilité des sols, à partir des études géotechniques du site. Des études montrent que seulement les couches situées à une profondeur entre 10 et 20 m qui ont tendance à la liquéfaction du sol.

3.7.2. Les impacts de la construction

L'investissement a un impact important sur les formations géologiques et les influe sur de vastes territoires, par l'aménagement paysager et la mise en place des fouilles de construction. Les dimensions des fosses sont déterminées, en dehors des dimensions des bâtiments, par la localisation des voies de circulation et de transport, et les conditions de drainage. Dans la phase actuelle de la conception, ces données ne sont pas encore connues, ce qui rend difficile l'estimation des volumes de terre excavées des fouilles de construction. Selon les informations fournies par les transporteurs, la masse de terre à extraire peut être estimée dans une fourchette allant de plusieurs centaines de milliers jusqu'à 4 à 6 millions de m³, pour la construction des deux blocs. La profondeur de fondation maximale prévue est de 14 mètres.

Préparation du terrain, l'aménagement du terrain, remplacement des utilités

La zone de l'investissement occupe un espace rectangulaire d'environ 400 m × 600 m, dans le voisinage nord du bloc 4 en service de la centrale. Le remblayage de la zone au niveau de conception prévu de 97,15 mBf a déjà été réalisé auparavant.

Dans ce secteur il n'y a plus de bâtiments, seuls les restes des fondations en béton. Toute la zone est plate, une partie est recouverte de grandes dalles de béton, le reste est recouvert de végétation herbacée (localement des jeunes arbres), la végétation est régulièrement fauchée. Les services publics souterrains (canalisation, réseau d'eau d'incendie) sont encore en place.

Le chantier de construction de l'investissement prévu (76,2 ha) se connecte au terrain de construction directement vers le nord. Cette partie du terrain a déjà été remontée au niveau de conception. A l'ouest, on retrouve actuellement les hangars à structure légère et les embranchements particuliers des entreprises desservant la centrale nucléaire. La partie Est et Nord du chantier de construction futur est une zone non construite, et de caractère herbeux, boisé. Au bord du canal d'eau froide, on retrouve des puits d'infiltration sur berge.

Dans la phase de conception, des travaux importants et de grande envergure ne sont pas prévus, donc, leurs impacts ne sont envisagés non plus. Seule l'exploitation forestière et des travaux de terrassement mineurs liés à la relocalisation des services publics sont envisagés. Plusieurs puits de

21 Le foyer du séisme, le point au fond de la Terre où l'énergie du séisme se libère et d'où le séisme part.

22 Le lieu de l'épicentre est la projection perpendiculaire de l'hypocentre à la surface de la Terre.

surveillance des eaux souterraines sont situés dans la zone de l'investissement et du chantier, leur suppression ou déplacement doit être assuré.

Les caractéristiques du lieu de construction sont complètement indépendantes des différents types de blocs. Par conséquent, une estimation plus détaillée des impacts des travaux de construction sur les caractéristiques topographiques locales et le réseau de services publics existants, ne peut être donnée qu'en possession des plans d'exécution précis.

Dégagement de poussières des sols

Avec la mise en place des fouilles de fondation, des talus, des voies d'accès à la construction, le dégagement de poussières des sols prend également de l'importance. Cet impact se manifeste seulement jusqu'à une profondeur de 20 cm de la surface. La taille de grains moyenne de référence des sols dépouillés par les fouilles de construction se varie entre 0,1 et 0,3 mm, ces sols, de part leur composition de grains, ont donc une tendance de dégagement de poussières.

Le dégagement de poussières des sols se manifeste en particulier dans la période d'été sèche et chaude. Au cours du semestre d'hiver ce phénomène n'est pas considérable, en raison de la température plus basse et du taux d'humidité relative élevé. Le dégagement de poussières des sols, en tant qu'effet, est défavorable du point de vue de la qualité de l'air, en particulier dans les environs proches des travaux de terrassement, la zone d'impact dépend de la taille des fouilles de construction. Le phénomène de dégagement de poussières est intermittent, et il est lié seulement aux fouilles de construction ouvertes.

Une des modes de protection envisageable contre le dégagement de poussières est l'arrosage du terrain. Un teneur en eau de 3 à 4% réduit déjà significativement le volume de poussières dégagées. Une autre solution peu coûteuse est le recouvrement des voies de transport par des graviers.

L'érosion des talus des fouilles de construction sous l'effet des eaux de pluies (érosion fluviale)

La stabilité des fouilles des fondations est menacée, en dehors des eaux souterraines, principalement par les précipitations intenses. Les sols sableux sont très sensibles à l'érosion, par conséquent, l'état conforme des fouilles de construction ne peut être assuré que par l'évacuation adéquate des eaux de pluie (fosses, galeries, stabilisation du sol).

L'impact des fondations sur les sous-sols

A la place des constructions, en conséquence du poids des installations, l'augmentation de la charge appliquée au sol est envisageable. La conséquence de cette charge appliquée accrue est le tassage, la compaction progressifs des sols.

Le volume des sédiments sableux à taille de grain régulière peut diminuer de 20% dès la sédimentation, par la simple redistribution des grains. Ce sont les pélites à grains fins et contenant des matières organiques qui se compactent le plus, tandis que ce sont les sédiments détritiques à grains plus gros (graviers sableux) qui se tassent le moins. On retrouve toutes ces formations sur le terrain de l'investissement, mais l'effet de charge des installations peut toucher principalement les sédiments sableux [83].

En ce qui concerne les blocs réacteurs actuels, l'expérience a montré que la plus grande partie de la compaction sous les fondations (et ainsi l'enfoncement dû à la diminution du volume) s'est déroulée relativement vite, en quelques années. Jusqu'à la fin des années 1980 l'enfoncement sous les blocs N°1 et 2 était de 55,5 mm, sous le bloc N°3 il était de 58,1 mm, et sous le bloc N°4, 72,6 mm. Bien que la vitesse des enfoncements se réduise fortement après la période de départ (quelques années), la consolidation complète a eu lieu seulement des dizaines d'années plus tard. Sur le terrain de la centrale, la profondeur limite des tensions causant les enfoncements et dû au poids des installations, peut être estimée, selon les calculs, à 47 m. [83]

Les données de charge des nouveaux blocs réacteur, ainsi que l'emplacement précis des bâtiments et édifices, ne sont pas connus actuellement, sans parler des données géotechniques détaillées, nécessaires aux calculs.

3.7.3. Les impacts de l'exploitation des nouveaux blocs

Au cours de l'exploitation des nouveaux blocs réacteur, de nouveaux impacts significatifs comparés à la situation actuelle, ne seront probablement pas rencontrés. Au cours du fonctionnement des nouveaux blocs réacteur, en respectant rigoureusement les consignes technologiques, la pollution des sols n'est pas probable. La pollution des sols ne peut être causée que par des avaries.

L'effet de charge des installations sur le sous-sol

Après l'exécution des travaux de construction, dans la période d'exploitation, la consolidation du sol porteur de charge se trouvant sous les fondations se ralentit, mais continue toujours. Le tassage du sol sous l'effet de charge est un processus irréversible. L'impact des processus de consolidation est comparable aux impacts se manifestant dans la phase d'installation, sauf que la durée est plus longue.

Les effets de la vibration des socles de turbine (socles machine) sur les sols

Sous les socles, les sols continuent à se tasser, de plus, dans des cas extrêmes, même le phénomène de liquéfaction peut apparaître. Pour cette raison, des études géotechniques particulièrement détaillées doivent être réalisées avant la réalisation des fondations. Dans un cas défavorable, la solidification ou la stabilisation du sol doit être réalisée. Bien que les effets de vibration améliorent certaines caractéristiques du sous-sol, les enfoncements irréguliers éventuels peuvent être néfastes.

3.7.4. Les impacts combinés des installations nucléaires exploitées sur le site

Pendant l'exploitation simultanée des anciens et des nouveaux blocs de la centrale, de nouveaux impacts touchant le milieu géologique ne sont pas probables. Pendant l'exploitation simultanée des anciens et des nouveaux blocs, le milieu géologique est soumis à des effets similaires (effet de charge des installations sur le sous-sol, effets de vibration des socles de turbine), mais ces impacts se distinguent complètement dans l'espace et dans le temps. Des pollutions de sol ne peuvent apparaître qu'en cas d'avaries.

3.7.5. Les impacts des incidents et accidents

Suite à un dysfonctionnement et en cas d'accidents et d'avaries, de différents polluants (non radioactifs) peuvent s'échapper dans l'environnement, et de ce fait dans le milieu géologique. L'effet nuisible du polluant dépend de l'étendu de la pollution donnée, des caractéristiques du polluant rejeté et des conditions écologiques (caractéristiques du sol et du relief, situation des eaux souterraines, conditions météorologiques, etc.). Les plus dangereux sont les composés mobiles, solubles, car ils peuvent atteindre la nappe phréatique. Dans la zone prévue des nouveaux blocs, c'est le stockage de gazoil qui peut être nommé comme source potentielle de pollution. Nous avons considéré comme situation d'urgence, la fuite de 30 m³ de gazole dans le sol lors du stockage d'huile. Dans la réalité, la probabilité d'apparition de cet événement est très faible, en raison des mesures de protection préventives obligatoires (réservoirs souterrains à double paroi, équipés de détecteur de fuite). Une partie de l'huile fuite dans les sols suite à des situations d'urgence, se fixe sur les grains du sol (adsorption), une autre partie s'évapore (phase vapeur), et certains composants se dissolvent dans l'eau. L'infiltration dans le sol de 30 m³ de gazole, sans atténuation, pourrait atteindre la nappe phréatique en peu de temps, et causer en même temps la pollution de 150 à 500

m³ de sol. L'appréciation de l'étendue d'une éventuelle pollution des sols, doit se faire conformément à l'annexe 1 du règlement 6/2009. (IV. 14.) KvVM-EüM-FVM.

3.8. Faune et flore, communauté d'espèces

3.8.1. Présentation de la situation initiale

3.8.1.1. L'importance écologique de la faune et la flore des alentours de Paks

L'importance écologique de l'écosystème d'une zone peut être mesurée principalement dans les caractéristiques et l'étendue des zones protégées. Dans les environs immédiats de la centrale, la végétation semi-naturelle est présente dans des taches plus ou moins grandes, principalement près des cours d'eau et sur les collines situées au nord-ouest de Paks. La majorité des taches naturelles et semi-naturelles est sous protection écologique. Dans un rayon de 30 km autour du site, on trouve 2 parcs nationaux, 1 secteur appartenant à une aire protégée, 7 Réserves Naturelles, quelques sites régionaux protégés, et de nombreuses zones Natura 2000 et des zones faisant partie du réseau Écologique National. Parmi les zones classées dans le réseau Natura 2000, 4 zones de protection spéciale pour les oiseaux (Special Protection Area – SPA), 16 zones prioritaires à préserver (Site of Community Importance – SCI) se situent dans la région étudiée. Parmi ces zones, le champ de spermophiles de Paks, la tourbière boisée de Dunaszentgyögy, le champ de crocus réticulé de Paks, les pelouses de Tengelic et les zones SCI du Danube de Tolna se trouvent dans le périmètre de 8 à 10 km du site. Cette dernière est pratiquement limitrophe avec les terrains existants et nouveaux de la centrale, au bord du Danube. Les différents types de zones protégées sont représentés dans la *figure M-16 de l'Annexe*.

Dans cette région, les zones noyau du Réseau Écologique National se situent dans trois grands blocs. Elles comprennent les bois des collines situées au nord-ouest de Paks, une des régions naturelles du Parc National de Kiskunság et la partie de Gemenc du Parc National Danube-Dráva. En outre, les cours d'eaux et les rives fonctionnent comme couloirs écologiques permanents.

3.8.1.2. La faune et la flore, les communautés d'espèces des alentours du site

L'état des écosystèmes aquatiques

La qualification de l'état de la faune et de la flore danubienne a été faite selon les résultats d'analyses réalisées entre 1999 et 2003, dans 8 sections du tronçon du Danube entre Paks et Mohács, par rapport aux groupes d'êtres vivants selon la DCI (Directive-Cadre sur l'Eau) (bactériologique, phyto,- et zooplancton²³, invertébrés macroscopiques, faune piscicole). Sur la base de cela, il peut être conclu que l'effet de la charge thermique causée par la centrale active peut être à peine démontré. Entre les points d'échantillonnage concernés et non concernés par l'effet thermique, ce n'est que dans le groupe d'espèces des invertébrés macroscopiques qu'un écart notable a été constaté, le groupe d'espèces a répondu à la température plus haute par une croissance de la population.

²³ Plancton : ensemble d'organismes aquatiques qui se déplacent principalement avec le courant et non pas par leurs efforts musculaires, leurs groupes principaux sont :

Bactérioplancton : le groupe est composé de bactéries et d'archées archéobactéries, ils jouent un rôle important dans la dégradation des matières organiques se trouvant dans l'eau, principalement dans la partie basse de la colonne d'eau.

Phytoplancton : plancton végétal vivant près de la surface, c'est donc la lumière qui les aide dans la photosynthèse. Leurs groupes principaux sont les diatomées, les cyanobactéries et les algues vertes.

Zooplancton : ensemble des organismes uni- et multicellulaires, p.ex. divers animaux marins, poissons, conchifères, crustacés planctoniques, et œufs et larves des annélides.

La population de poissons a été évaluée en amont et en aval de la sortie d'eau de refroidissement, ainsi que sur le site de la centrale, dans les canaux d'eau froide et d'eau chaude. Dans les alentours immédiats de la sortie d'eau de refroidissement, une croissance de production intensive, due à l'augmentation de la température a été constatée, et ceci pouvait être démontrée, même si ce n'est qu'à un rythme décroissant, jusqu'à une distance de 2 km à partir du point de sortie. La structure fine de la population de poissons n'a changé non plus que dans ce tronçon. Les études de la faune piscicole ont démontré l'apparition d'un total de 34 espèces de poissons dans le tronçon du Danube situé à côté de la centrale, dont 1 espèce est spécialement protégée, et 6 sont protégées.

La classification selon la DCI (Directive-Cadre sur l'Eau), réalisée sur la base des études hydrobiologiques plus récentes, faites en 2009-2010, classe les différents groupes d'espèces dans les catégories suivantes : l'état écologique du phytoplancton est bon-moyen, pour 3% des phytobenthos²⁴ il est excellent, pour 48% il est bon, pour 49% il est faible, l'état du macrozoobenthos est bon, et celui de la population de poissons est moyen. L'état du tronçon de fleuve étudié peut globalement être classé dans la catégorie écologique „bon”.

La flore de la zone étudiée

En 2002, dans les environs d'une dizaine de kilomètres de la centrale, une évaluation se concentrant sur les taches de végétations plus précieuses et englobant toute la période de végétation a été réalisée. Les zones étudiées dans les détails étaient la zone située au nord de la centrale jusqu'à la route nationale 6, les zones Kis- et Nagybrinyó, la tourbière boisée à aulne de Dunaszentgyörgy et la zone de l'île de Uszód. Les habitats situés dans les environs de la centrale, et les espèces caractéristiques, protégées et non protégées, mais précieuses, sont présentés sous forme de tableau (*Tableau 3.8.1.2-1. et 3.8.1.2-2.*).

Les types de végétation caractéristiques des environs immédiats et plus larges de la centrale sont également présentés sous forme de carte dans la *figure M-17 de l'Annexe*. Dans les environs immédiats de la nouvelle centrale prévue, les types de végétation suivants sont présents :

- pelouse basophile (couleur *jaune* pâle sur la figure, semi-naturel – *en rose*),
- tourbière (*couleur verte avec des rayures orange* sur la figure) et prairie alluviale,
- forêts alluviales semi-naturelles et tourbières boisées,
- végétation des marais,
- plantation forestière (sur la figure : acacia – *violet*, pinède – *vert* et peupliers – *marron*).

Le Danube et ses deux rives font partie de la zone spéciale de conservation Natura 2000 appelée Danube de Tolna (HUDD20023), dont les habitats caractéristiques sont les mégaphorbiaies (6430), les prairies alluviales (6440), les forêts alluviales (91E0, 91F0) et les rives boueuses (3270). Près du nouveau site on retrouve également certaines mosaïques du Parc Naturel de Dél-Mezőföld. Le plus grand bloc s'étend au nord-ouest de Paks. La majorité de ces zones sont également des zones spéciales de conservation Natura 2000. Telles sont le champ de spermophiles de Paks situé près de la centrale (HUDD20069), un peu plus loin le champ de crocus réticulé de Paks (HUDD20071), les pelouses de Tengelic (HUDD20070), le pâturage de Szenes (HUDD20050) et les vallées de lœss de Közép-mezőföld (HUDD20020). Dans le parc naturel de structure mosaïque les taches précieuses (pelouses steppiques sur sables et lœss) ont été préservées insérées entre les terrains cultivés, comme abri écologique.

²⁴ Benthos : ensemble d'êtres vivants et de leurs communautés vivant au fond des eaux, leurs groupes sont :

Phytobenthos : ensemble d'organismes végétales fixées au fond des eaux (à la limite de la phase eau-solide).

Macrozoobenthos : ensemble d'invertébrés aquatiques et de leurs communautés, visibles à l'œil nu qui colonisent le fond des eaux. (La sensibilité de ces organismes contre les pollutions organiques et les changements hydro-morphologiques est une méthode de classification biologique des eaux.)

3.8.1.2-Tableau N° 1 : Habitats, flore

Espèce précieuse		Protection	Remarque
Nom français	Nom latin		
Pelouse basophile pannonienne (code d'habitat 6260) dans les environs immédiats du site et dans la zone du parc écologique			
– Œillet tardif	<i>Dianthus serotinus</i>	protégée	Avant l'ouverture du parc écologique, on trouvait des espèces enregistrées sur le terrain. Elles sont probablement disparues à cause du pâturage. Ailleurs, elles ont été éliminées par l'Asclépiade de Syrie (espèce invasive).
– Stipe borysthénica	<i>Stipa borysthénica</i>	protégée	
– Renoncule illyrique	<i>Ranunculus illyricus</i>	protégée	
– Corisperme à feuilles lucides	<i>Corispermum nitidum</i>	protégée	
			
	Œillet tardif		Pelouse de stipes à Felső-Csámpa en 2002
			Stipe borysthénica
– Ornithogale à feuilles ténues	<i>Ornithogalum refractum</i>	protégée	On le retrouve aux deux côtés de la route nationale n° 6, aux alentours et sur le terrain.
– Doradille noire	<i>Asplenium adiantum-nigrum</i>	protégée	Espèces protégées trouvées lors des études botaniques réalisées lors de la conception de la disposition de la piste de l'autoroute M6 à côté de Paks.
– Orchis bouffon	<i>Orchis morio</i>	protégée	
– Orcanette des teinturiers	<i>Alkanna tinctoria</i>	protégée	
– Épipactis des marais	<i>Epipactis palustris</i>	protégée	
			
	Doradille noire		Orchis bouffon
			Épipactis des marais
Lande (code d'habitat 6410) – habitat unique, particulièrement précieux, par fragments au nord-ouest de la centrale			
– Blacksonie acuminée	<i>Blackstonia acuminata</i>	protégée	La zone est menacée par l'embuissonnement, l'assèchement et les espèces envahissantes – dans les parties plus sèches par l'Asclépiade de Syrie (<i>Asclepias syriaca</i>), dans les parties moins sèches par le Solidage géant (<i>Solidago gigantea</i>).
– Orchis incarnat	<i>Dactylorhiza incarnata</i>	protégée	
– Prêle panachée	<i>Equisetum variegatum</i>	protégée	
Prairies alluviales et tourbières (code habitat 6440 et 6410) dans les anciennes zones inondables de Régi- et Új-Brinyó, dans les creux entre les champs			
– Blacksonie acuminée	<i>Blackstonia acuminata</i>	protégée	La zone s'assèche et est envahi de mauvaises herbes, la mauvaise herbe invasive principale est le Solidage géant (<i>Solidago gigantea</i>).
– Céphalanthère de Damas	<i>Cephalanthera damasonium</i>	protégée	
– Chardon à petite tête	<i>Cirsium brachycephalum</i>	protégée	
– Nivéole d'été	<i>Leucojum aestivum</i>	protégée	
– Gentiane pneumonathe	<i>Gentiana pneumonathe</i>	protégée	
– Hottonie des marais	<i>Hottonia palustris</i>	protégée	

Espèce précieuse		Protection	Remarque
Nom français	Nom latin		
– Orchis à fleurs lâches	<i>Orchis laxiflora</i> subsp. <i>elegans</i>	protégée	
– Listère à feuilles ovales	<i>Listera ovata</i>	protégée	
– Séneçon des marais	<i>Senecio paludosus</i>	protégée	
– Véronique longue feuille	<i>Pseudolysimachion longifolium</i>	protégée	
– Laiteron des marais	<i>Sonchus palustris</i>	protégée	
– Gesse des marais	<i>Lathyrus palustris</i>	protégée	
– Peucedan des marais	<i>Peucedanum palustre</i>	protégée	
			
Régi-Brinyó: peupliers et aulnes mixtes	Gentiane pneumonathe	Új-Brinyó: prairie à Turján et tache de forêt à bois tendre	
Forêts alluviales, tourbières boisées (91E0) avec des vieux aulnes sur le terrain du Régi- et Új-Brinyó et la tourbière boisée de Dunaszentgyörgy (indice HUDD20072) dans une zone Natura 2000 entre le canal principal de Paks-Fadd et le cours d'eau de Paks-Kölesd			
– Nivéole d'été	<i>Leucojum aestivum</i>	protégée	La plupart du temps complètement desséchée. En conséquence de l'assèchement la Ronce des champs (<i>Rubus caesius</i>) et la grande ortie (<i>Urtica dioica</i>) prennent place, ce qui menace la survie des espèces protégées.
– Fougère des marais	<i>Thelypteris palustris</i>	protégée	
– Dryopteris de Chartreuse	<i>Dryopteris carthusiana</i>	protégée	
– Fougère mâle	<i>Dryopteris filix-mas</i>	non protégée	
– Chardon à petite tête	<i>Cirsium brachycephalum</i>	protégée	Espèce déterminante Natura 2000
			
Pâturage et tourbière boisée de Dunaszentgyörgy avec la centrale à l'arrière-plan	Nivéole d'été	Chardon à petite tête, espèce déterminante Natura 2000 de la zone	
Forêts alluviales, végétation des marais (code habitat 3270) dans la zone inondable élargie de l'île de Uszód (Danube de Tolna, zone Natura 2000 indice HUDD20023)			
– Lindernie couchée	<i>Lindernia procumbens</i>	protégée	Espèce déterminante Natura 2000 Plantations forestières, mais près de l'eau avec de jolis fourrés et bosquets de saules, en période de basses eaux avec une végétation des marais composée d'espèces pionnières. Le nombre et la proportion des espèces étrangères sont aussi importants : les
– Laiche de Bohême	<i>Carex bohemica</i>	protégée	
– Éléocharide de Carnide	<i>Eleocharis carniolica</i>	protégée	
– Limoselle aquatique	<i>Limosella aquatica</i>	non protégée	
– Souchet de Michel	<i>Dichostylis micheliana</i>	non protégée	
– Souchet aggloméré	<i>Chlorocyperus glomeratus</i>	non	

Espèce précieuse		Protection	Remarque
Nom français	Nom latin		
– Véronique en chaîne	<i>Veronica catenata</i>	protégée non protégée	différentes espèces d'aster (<i>Aster</i> sp.), solidage géant (<i>Solidago gigantea</i>), Bident à fruits noirs (<i>Bidens frondosus</i>). Il y a aussi beaucoup de « mauvaise herbe » ligneuse : érable negundo (<i>Acer negundo</i>), Indigo bâtard (<i>Amorpha fruticosa</i>).
 <p>La zone inondable du Danube à Dunaszentbenedek</p>		 <p>Vieux chêne pédonculé dans la zone inondable</p>	
Les restes des forêts à bois dur au nord de la centrale, côté est du Danube et dans le centre de l'île de Uszód (Danube de Tolna, zone Natura 2000 indice HUDD20023)			
– Scille de Vienne	<i>Scilla vindobonensis</i>	protégée	Restes des bosquets de chênes, de frênes, d'ormes des reliefs plus hauts.
– Perce-neige	<i>Galanthus nivalis</i>	protégée	Espèce déterminante Natura 2000
Steppe sableuse ouverte avec des taches de tourbière entre les dunes sur le champ de spermophiles de Paks (zone Natura 2000 indice HUDD20069). Sur les prairies alluviales protégées de la zone, 486 espèces végétales ont été enregistrées jusqu'à aujourd'hui, dont 28 sont protégées.			
– Ache rampante	<i>Apium repens</i>	protégée	Espèce déterminante Natura 2000

La faune de la zone étudiée

L'évaluation de la faune a été réalisée par le Musée des Sciences Naturelles de la Hongrie entre 1998 et 2002. Une grande partie de la zone étudiée près de la centrale est constituée par des pelouses steppiques sur sables sous incidence anthropogénique forte, moyennement dégradées, des pelouses buissonneuses et envahies par l'asclépiade de Syrie et par le solidage géant de la zone inondable haute, et des terres agricoles cultivées ou récemment abandonnées. Ces habitats sont moins précieux du point de vue écologique, à l'exception du bois de Brinyó au sud de la centrale, des forêts à bois tendre longeant le Danube, les îles, les rives sableuses et les étangs. Par ailleurs, dans les zones dégradées il existe encore des espèces d'animaux des pelouses steppiques sur sables et loess, principalement plus tolérantes, qui caractérisaient l'ancienne faune steppique de la Pleine.

3.8.1.2-Tableau N° 2 : Faune

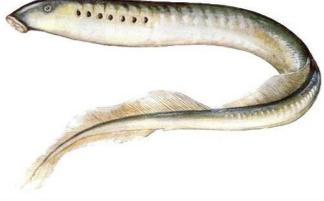
Espèce précieuse ou caractéristique		Protection	Remarque
Nom français	Nom latin		
Bosquets de bois tendres et de bois durs sur l'île de Uszod et dans le bois de Brinyó			
– Aegasome à antennes rudes	<i>Aegosoma scabricorne</i>	protégée	Avec leurs vieux arbres, ce sont des vrais paradis d'insectes.
– Aromie musquée	<i>Aromia moschata</i>	protégée	
– Carabus granulatus	<i>Carabus granulatus</i>	protégée	
– Lichénée Bleue	<i>Catocala fraxini</i>	protégée	

Espèce précieuse ou caractéristique		Protection	Remarque	
Nom français	Nom latin			
– Élué	<i>Catocala electa</i>	non protégée		
– Cucujus vermillon	<i>Cucujus cinnabarinus</i>	protégée		
– Petit mars changeant	<i>Apatura ilia</i>	protégée ►		
– Mars danubien	<i>Apatura metis</i>	protégée		
– Grand Porte-Queue	<i>Papilio machaon</i>	protégée		
– Cicadidae	<i>Edwardsiana tersa</i>	non protégée	C'est ici qu'elle a été retrouvée pour la première fois en Hongrie.	
 <p>Cigale</p>	 <p>Aegasome à antennes rudes</p>	 <p>Cucujus vermillon</p>	 <p>Rémiz penduline</p>	 <p>Torcol fourmilier</p>
– Pic vert	<i>Picus viridis</i>	protégée	Habitants caractéristiques des vieux saules.	
– Pic noir	<i>Dryocopus martius</i>	protégée		
– Pic épeiche	<i>Dendrocopos major</i>	protégée		
– Torcol fourmilier	<i>Jynx torquilla</i>	protégée		
– Cigogne noire	<i>Ciconia nigra</i>	protégée		
– Rémiz penduline	<i>Remiz pendulinus</i>	protégée		
Tourbières boisées et bois marécageux dans le bois de Brinyó				
– Les noctuidés		protégée		
– Panure à moustache	<i>Panurus biarmicus</i>	protégée		
– Rousserolle turdoïde	<i>Acrocephalus arundinaceus</i>	protégée		
– Bruant des roseaux	<i>Emberiza schoeniclus</i>	protégée		
– Râle d'eau	<i>Rallus aquaticus</i>	protégée		
– Busard des roseaux	<i>Circus aeruginosus</i>	protégée ►		
Plantation de peupliers et de sapins				
– Noctuelle du pin	<i>Panolis flammea</i>	non protégée	Leurs espèces sont globalement répandues et communes, dans beaucoup de cas des ravageurs en sylviculture. Peu entre elles représentent une valeur faunistique particulière, telles sont certaines espèces de <i>Catocala</i> . Les plantations de sapins sont étrangères, leur faune diffère de la faune endémique.	
– Bombyx du pin	<i>Dendrolimus pini</i>	non protégée		
– Fidonie du pin	<i>Bupalus piniarius</i>	non protégée		
– Rhagie inquisitrice	<i>Rhagium inquisitor</i>	non protégée		
 <p>Chrysomèle fastueuse</p>	 <p>Rhagie inquisitrice</p>	 <p>Chlorophore soufré</p>	 <p>Hanneton vert de la vigne</p>	 <p>Etiella zinckenella</p>
Plantation d'acacias				
– Chrysomèle fastueuse	<i>Chrysolina fastuosa</i>	non protégée	Généralement bien répandue, souvent	

Espèce précieuse ou caractéristique		Protection	Remarque
Nom français	Nom latin		
– Chlorophore soufré	<i>Chlorophorus varius</i>	non protégée	polyphage ²⁵ , ce sont des espèces d'animaux moins intéressantes du point de vue faunistique.
– Hanneton foulon	<i>Polyphylla full</i>	non protégée	
– Hanneton vert de la vigne	<i>Anomala vitis</i>	non protégée	
– Sárga cserebogár	<i>Amphimallon solstitialis</i>	non protégée	
– Etiella zinckenella	<i>Etiella zinckenella</i>	non protégée	
Prairies humides, tourbières, tourbières boisées et bois marécageux			
– Grand cuivré	<i>Lycaena dispar</i>	protégée	Ils abritent de nombreuses espèces de relique post-glaciaires ²⁶ .
– Sphinx du gaillet	<i>Hyles gallii</i>	protégée	
– Noctuidae, La Plusie à C d'or, Diachrysia zosimi	<i>Lamprotes c-aureum, Diachrysia zosimi</i>	protégée	
– Noctuidae, L'Ophiuse de l'Astragale, Calyptre du Pigamon	<i>Lygephila pastinum, Calyptra thalictri</i>	non protégée	
			
Grand cuivré	Sphinx du gaillet	Noctuelle héliaque	Tariet des prés
– Lézard des souches	<i>Lacerta agilis var. rubra</i>	protégée	(Variété à dot rouge.)
– Bergeronnette printanière	<i>Motacilla flava</i>	protégée ►	
– Tariet des prés	<i>Saxicola rubetra</i>	protégée	
– Bécassine des marais	<i>Gallinago gallinago</i>	protégée	
– Petit collier argenté	<i>Clossiana selene</i>	non protégée	
– Noctuelle héliaque	<i>Panemeria tenebrata</i>	non protégée	
– Sphinx de l'épilobe	<i>Proserpinus proserpina</i>	protégée	
Eaux, rivages, roselières, tourbières hautes			
– Tortue des marais	<i>Emys orbiculari</i>	protégée	
– Triton crêté	<i>Triturus cristatus</i>	protégée	
– Sonneur à ventre de feu	<i>Bombina bombina</i>	protégée ►	
– Pélobate brun	<i>Pelobates fuscus</i>	protégée	
– Grenouille agile	<i>Rana dalmatina</i>	protégée	
– Hépiale du Houblon	<i>Hepialus humuli</i>	non protégée	
– Charançon mignon	<i>Mononychus punctumalbum</i>	non protégée	
– Rainette verte	<i>Hyla arborea</i>	protégée	
– Couleuvre à collier	<i>Natrix natrix</i>	protégée	
Danube, rive du Danube (zone Tolnai Duna Natura 2000)			
– Barbastelle d'Europe	<i>Barbastella barbastellus</i>	spécialement	Représente une valeur écologique particulière.
– Grand murin	<i>Myotis myotis</i>	protégée	
– Murin des marais	<i>Myotis dasycneme</i>	spécialement	Espèce déterminante Natura 2000.
– Loutre d'Europe	<i>Lutra lutra</i>	protégée	
– Aspe	<i>Aspius aspius</i>	non protégée	
– Grémille du Danube et Grémille balon	<i>Gymnocephalus schraetzer, G. baloni</i>	protégée	

25 Êtres vivants qui se nourrissent de substances organiques divers.

26 Espèces de reliques post-glaciaires, de l'ère chaude.

Espèce précieuse ou caractéristique		Protection	Remarque
Nom français	Nom latin		
– Gardon galant	<i>Rutilus pigus</i>	protégée	
– Zingel zingel, Z. streber	<i>Zingel zingel, Z. streber</i>	spécialement	
– Lamproie du Danube	<i>Eudontomyzon mariae</i>	spécialement ▶	
– Mulette épaisse	<i>Unio crassus</i>	protégée	Peu menacée.
Mosaïques steppiques			
– Truxale occitane	<i>Acrida ungarica</i>	protégée	La faune d'insectes garde le souvenir de la faune de steppe forestière zonale, caractérisant les régions internes du bassin des Carpates.
– Orangé	<i>Colias chrysotheme</i>	protégée	
– Écaille rose	<i>Arctia festiva</i>	protégée	
– Ocnogyne des Alpes	<i>Ocnogyna parasita</i>	protégée	
– sphinx bombylifforme	<i>Hemaris tityus</i>	protégée	
– Noctuelle du Pied d'Alouette	<i>Periphanes delphinii</i>	protégée	
– Héliothide du Chardon	<i>Schinia cardui</i>	protégée	
– Araignée coccinelle	<i>Eresus cinnabarinus</i>	protégée ▶	
– Araignée-loup chinoise	<i>Lycosa singoriensis</i>	protégée	
– Lézard vert	<i>Lacerta viridis</i>	protégée	
– Souslik d'Europe	<i>Spermophilus citellus</i>	spécialement	
Pelouses ouvertes			
– Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>	protégée	
– Faucon sacre	<i>Falco cherrug</i>	spécialement	
– Buse variable	<i>Buteo buteo</i>	protégée	
– Œdicnème criard	<i>Burhinus oedicnemus</i>	spécialement ▶	
– Pipit rousseline	<i>Anthus campestris</i>	protégée	
– Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	protégée	
– Pie-grièche écorcheur et P-g. à poitrine rose	<i>Lanius collurio, L. minor</i>	protégée	
– Huppe fasciée	<i>Upupa epops</i>	protégée	
– Faucon hobereau	<i>Falco subbuteo</i>	protégée	
Mosaïques de pelouses-buissons			
– Mante v religieuse	<i>Mantis religiosa</i>	protégée	
– Amaryllis	<i>Pyronia tithonus</i>	protégée	
– Azuré du serpolet	<i>Maculinea arion</i>	protégée ▶	
– Cuivré du genêt	<i>Lycaena thersamon</i>	protégée	
– Thècle de l'orme	<i>Satyrion w-album</i>	protégée	
– Sphinx tête de mort	<i>Acherontia atropos</i>	non protégée	

Espèce précieuse ou caractéristique		Protection	Remarque	
Nom français	Nom latin			
– Guêpier d'Europe	<i>Merops apiaster</i>	spécialement	Sur le mur de loess en amont de Paks.	
– Martin-pêcheur d'Europe	<i>Alcedo atthis</i>	protégée		
– Hironnelle de rivage	<i>Riparia riparia</i>	protégée		
– Couleuvre caspienne	<i>Coluber caspius</i>	spécialement		
– Dorcadion éthiopien, D. pedestre	<i>Dorcadion aethiops, D. pedestre</i>	non protégée		
– Criquet pansu	<i>Pezotettix giornae</i>	non protégée		
				
Fourmilion	Truxale occitane	Dorcadion pedestre	Criquet pansu	Guêpier d'Europe
Cultures agricoles				
– Buse variable	<i>Buteo buteo</i>	protégée	En dehors des espèces générales, zones d'alimentation favorables.	
– Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>	protégée		
– Alouette des champs et Cochevis huppé	<i>Alauda arvensis, Galerida cristata</i>	protégée		
				
Buse variable	Faucon crécerelle	Cochevis huppé		

3.8.2. Les impacts de la construction

3.8.2.1. Les impacts sur la faune et la flore terrestre

Pendant les travaux de construction, la faune et la flore terrestre seront touchées par des impacts directs (occupation du territoire) et indirects (poussière, pollution atmosphérique, bruit, et impacts résultants de la fluctuation du niveau des eaux souterraines). Nous avons indiqué sur la figure *M-18. de l'Annexe* les sites concernés par l'occupation permanente ou temporaire de leur habitat pendant la mise en œuvre. L'espace concerné peut être divisé en quatre zones :

- la zone industrielle de la „nouvelle centrale” (*mauve*) – construction à long terme,
- l'installation de chantier (*rose*) – en partie constructions à long terme et en partie, constructions limitées à la période du chantier,
- la surface totale de la centrale nucléaire actuelle (*jaune*) – déjà construite
- les parties à l'extérieur du périmètre de la centrale nucléaire, qui pourront être concernées par la construction des installations connexes/auxiliaires.

Hormis ces dernières, toutes les zones à utiliser sont désignées comme zones industrielles et zones industrielles de réserve dans le plan d'aménagement de la ville Paks. Dans la zone de la

construction, (zone du chantier et zone de l'installation du chantier), il existe une activité industrielle et des activités complémentaires liées à l'exploitation de la centrale nucléaire, de sorte que celles-ci ne peuvent être considérées comme habitat adéquat pour la faune et la flore terrestres.

L'impact de l'occupation du territoire sur la faune et la flore

La taille requise de la zone d'exploitation est de 10 à 36 ha, en fonction du type de bloc et dans cette zone, les taches de végétation actuelles (prairies secondaires abimées) vont disparaître, la faune locale sera tuée ou s'enfuira. Lors du réaménagement du site, un aménagement paysager des parties laissées libres, à savoir, l'établissement d'espaces verts industriels peut être exigé. Ceci est également important afin d'assurer la continuité du réseau écologique.

Pendant les travaux, la faune et la flore de la zone de l'installation du chantier connaîtront un sort similaire à celles du site industriel, avec comme différence qu'à la fin de la mise en œuvre, la création d'un grand espace vert sera possible. Nous nous attendons à ce que l'installation du chantier occupe l'ensemble de la surface disponible de 100 ha. Cette zone n'étant pas porteuse d'une valeur particulière du point de vue de conservation de la nature, la disparition de la faune et de la flore ne représenterait pas une détérioration significative dans l'état actuel de la faune et la flore de la région. L'occupation du territoire des deux éléments de la centrale en projet, celui de l'ouvrage de captage d'eau et celui de la nouvelle section de la canalisation d'eau chaude, représentent un impact important pour la faune et la flore de la zone. Les zones situées en bordure du Danube font partie de la zone Danube de Tolna Natura 2000, sur le tracé de la section du canal d'eau chaude prévu, on trouve des zones inondables de grande valeur. Parmi les habitats déterminants, on trouve des habitats à code 3270 (fleuves avec berges vaseuses avec en partie, végétation de *Chenopodium rubri*, et de *Bidention*). Ce complexe d'habitat avec des saules, des îlots, des récifs et des affluents n'existe plus qu'à quelques endroits sur la zone inondable du Danube, et le tracé du canal en est justement un. Le plan de gestion applicable de Natura 2000²⁷ [1] écrit en premier lieu parmi les principaux objectifs : „Maintenir les forêts naturelles et semi-naturelles des zones inondables de forêts galeries de saules, de peupliers et de saules des récifs, maintenir la couverture forestière constante dans le but de préserver les biotopes liés”. Si le canal est réalisé à cet endroit, tout cela serait considérablement affecté. Après les études de détail et la modélisation du dégagement de chaleur, des efforts devraient être faits pour que l'occupation du territoire soit minimisée. Une appréciation d'impact Natura sera nécessaire dans une phase suivante de l'étude d'impact environnemental.

Dans les zones actuelles de l'exploitation, au-delà de la clôture, les zones indiquées en rouge 1., 2 et 3 de la *figure M-18 de l'annexe* abritent également des valeurs dont la protection est importante. L'utilisation permanente ou provisoire et la perturbation de ces zones doit être évitée dans la plus grande mesure possible.

Les impacts indirects de la construction

L'impact, la perturbation indirecte provient principalement de la pollution de l'air, du bruit, de la présence humaine accrue et de l'apparition des déchets. La flore et la faune des zones concernées par la construction et l'installation du chantier, ainsi que de leurs environs est essentiellement pauvre, ici cet impact n'est donc pas important. En revanche, suite à sa perturbation, des mauvaises herbes rudérales²⁸, et des espèces invasives étrangères peuvent se répandre. L'expansion et la pénétration de ces espèces dans les zones de pelouses plus précieuses est néfaste, par conséquent le désherbage des terrains de l'installation du chantier est nécessaire.

Une diminution locale de la nappe d'eau souterraine peut être observée à cause des travaux de construction. Pour cela, il est nécessaire de modéliser le changement, la variation éventuelle de la

²⁷ http://www.termeszetvedelem.hu/_user/browser/File/Natura2000/SAC_Celkituzesek/DDNPI_SAC_celkituzesek/HUDD20023.pdf/

²⁸ Mauvaises herbes vivant dans les zones mal entretenues, perturbées, non cultivées.

nappe d'eau souterraine par rapport au changement de débit du Danube, principalement pour maintenir le bon état de la zone spéciale de conservation Natura 2000 de la tourbière boisée de Dunaszentgyörgy. Cependant, l'exploitation maintenue du canal circulaire a un impact positif, qui permet au ruisseau de Csámpa et aux canaux voisins d'être rempli d'eau.

La construction des nouveaux blocs de la centrale aura probablement un impact important sur le développement de la ville. L'hébergement simultané de 5 à 6000 ouvriers du bâtiment entrainera certainement l'expansion de la ville. Afin de préserver les éléments précieux de la faune et de la flore terrestre, des terrains sans valeurs écologiques doivent être désignés pour les investissements additionnels supplémentaires.

3.8.2.2. Les effets sur les écosystèmes aquatiques

Les nouveaux blocs de la centrale nucléaire et surtout leurs investissements additionnels ont également un impact sur la faune et la flore du milieu aquatique du Danube. (Nous avons déjà évoqué l'impact défavorable de l'occupation du terrain.) Dans le cadre de la technologie de refroidissement par eau fraîche, la création d'un nouveau tronçon de canal d'eau froide et de canal d'eau chaude est nécessaire. La réalisation de ceux-ci entrainera une intervention (dragage, travaux d'aménagement de la rive) dans l'habitat danubien, dans le point de jonction des canaux et du Danube. La mise en place d'un port temporaire pour la réalisation des transports fluviaux pourrait avoir un impact similaire. L'impact du dragage et de l'aménagement des rives est le suivant pour les espèces nommées par la DCI :

- La structure du *phytoplankton* se modifie temporairement. Les particules en suspension allant dans l'eau peuvent réduire la limpidité de l'eau au long des rives, par conséquent la densité de la population des algues se réduit. Cet impact sera probablement limité à un tronçon court du fleuve, qui permet à la communauté de phytoplanctons de se régénérer en quelques jours.
- La communauté des *Bacillariophyceae* peut disparaître dans les parties du lit concernées par les travaux. L'effet local n'entraîne pas de disparition de valeur naturelle précieuse. Sur les rives, l'apparition d'une communauté de bacillariophyceae, identique à l'actuelle est envisagée en peu de temps.
- Parmi les groupes caractéristiques du *zooplancton* – les appareils filtrants de la plupart des espèces de rotifères et d'entomostracés peuvent être bouchés par la boue remuée, qui peut causer leur disparition. Cependant, cela ne menace pas les populations, car la majorité entre elles se reproduisent par parthénogenèse, la génération suivante peut donc se développer en 7 à 10 jours. La plupart des espèces ayant un cycle plus lent (copépodes) sont des prédateurs, le problème de bouchage ne les concerne pas. La réinstallation des zooplanctons à partir des eaux non concernées par les travaux, sera rapide.
- Les *invertébrés macroscopiques* (insectes aquatiques, crustacés, escargots) sont du point de vue alimentation brouteurs, filtreurs, prédateurs ou ectoparasites²⁹. La plupart s'est installée sur les rives alluviales à grains fins situé à 1,5 - 2 km en aval de la bouche du canal d'eau chaude. Le dragage entraîne la disparition locale des espèces à mobilité faible. En revanche, comme leur capacité de colonisation est excellente, elles repeuplent rapidement les parties perturbées du lit.
- Lors du dragage, le remuement du fond du lit est envisagé, ce qui réduit localement la saturation d'oxygène de la masse d'eau et qui peut avoir un effet défavorable court terme sur la *population de poissons*. La bouvière (*Rhodeus sericeus*) protégée est à souligner, car à cause de sa stratégie de reproduction spéciale, elle réagit sensiblement à la réduction de la population de moules, car cette espèce fraie dans la coquille des moules. Les vagues de

²⁹ organisme parasite qui vit sur la surface corporelle d'un être vivant, et qui se nourrit de son hôte.

bruit et de vibration se manifestant périodiquement lors de la construction, peuvent également être troublantes.

Les impacts de la construction sont temporaires du point de vue des écosystèmes aquatiques, la durée du dragage est très courte comparée à la durée totale de la construction. Afin de prévenir les processus défavorables éventuels, il faut tout faire pour ne modifier les reliefs actuels du lit qu'au minimum possible.

3.8.3. Les impacts de l'exploitation des nouveaux blocs

3.8.3.1. Les impacts sur la faune et la flore terrestres

Pendant l'exploitation, dans les zones d'installation ainsi que dans les zones connexes complémentaires, aucuns autres effets directs exercés sur la faune et la flore et les habitats ne sont à prévoir. Le seul facteur d'effet indirect provoquant un effet considérable concernant la faune et la flore des alentours est le refroidissement par eau fraîche. Ce facteur est pris en compte comme facteur permettant de respecter les valeurs limites d'émission actuelles (écart thermique, température maximale). La charge thermique maximale admissible sera probablement approchée par la centrale plus souvent ce qui ne devrait pas entraîner l'augmentation de la charge affectant la faune et la flore terrestres.

Il est avantageux pour la faune et la flore que quelques-unes des activités liées à la centrale actuelle continuent de fonctionner (p.ex. : appoint d'eau du ruisseau de Csámpa à travers le canal de navigation, existence des étangs de pêche ou peu de perturbation de la forêt marécageuse de Dunaszentgyörgy grâce à la présence de la centrale nucléaire).

Selon les expériences acquises, dans la zone de la centrale, certains représentants de valeur de la flore typique de cette région (p.ex. : *Corispermum nitidum*, *Centaurea arenaria*, *Stipa borysthenica*, *Dianthus serotinus*) trouvent leurs conditions de vie. Avec le temps, cela peut également se prévoir pour les zones non aménagées du nouveau site.

3.8.3.2. Les impacts sur la faune et la flore aquatiques

L'un des impacts environnementaux classiques les plus importants de la nouvelle centrale nucléaire est la charge thermique du Danube qui est le seul facteur d'effet affectant la faune et la flore aquatiques. Actuellement, le refroidissement des quatre blocs existants de la centrale en service s'effectue aussi par eau fraîche, c'est-à-dire que la contrainte technique et environnementale la plus importante du site de Paks est la charge thermique limitée du Danube. Les conditions de vie des écosystèmes aquatiques peuvent être modifiées par le changement significatif de la quantité et de la qualité de l'eau. (La charge thermique actuelle du Danube a parfois entraîné des situations critiques, à savoir : atteinte de l'écart thermique admissible et du seuil proche de la charge thermique maximale pendant les périodes estivales où la température de l'eau était élevée et il y avait peu d'eau.) Les nouveaux blocs prévus produiront une fois et demie plus de quantité d'eau de refroidissement réchauffée au maximum par rapport à celle actuelle, qui sera rejetée dans le milieu récepteur sur deux points. L'augmentation de la charge thermique peut être envisagée attentivement, avec la modélisation des situations critiques, en connaissant le débit de l'eau et les conditions météorologiques.

La quantité augmentée de l'eau chaude rejetée dans le milieu récepteur et la température élevée de l'eau provoquée par celle-ci accélère localement la dégradation des matières organiques dans le fleuve ce qui entraîne l'augmentation de la consommation d'oxygène et la privation d'oxygène. Cependant, le Danube est toujours capable de contrebalancer tout cela, grâce à ses conditions hydrauliques et de dispersion ainsi qu'à la haute teneur en oxygène dissous caractéristique de l'eau. En raison de la température d'eau plus élevée, la quantité totale de la biomasse reste plus élevée

dans le Danube passant à Paks que dans les sections en aval. La composition raciale de la flore et de la faune aquatiques de la section à quelques kilomètres en amont du point d'introduction peut être aussi riche que l'actuelle. Grâce à la température élevée, l'abondance des stocks de poissons augmente, en particulier dans les mois d'hiver. La structure fine de la communauté de poissons devrait se modifier de manière détectable sur une longueur de 3 km au-dessous de l'embouchure du canal d'eau chaude, en raison de l'introduction sur deux points. Ainsi, l'effet du fonctionnement autonome peut être presque identique à l'état actuel, c'est un changement détectable pour les différents groupes d'espèces.

Ces changements sont supposés dans le cas où les spécifications relatives à la charge thermique admissible de la centrale en service seront respectées durant l'exploitation des nouveaux blocs.

La dispersion du panache thermique sur la surface s'effectue en général sur une section de 4 ou 5 km à partir du point d'introduction mais elle peut être suivie jusqu'à la ligne Gerjen-Bátya (10 kilomètres fluviaux). Au point de vue de la faune et de la flore aquatiques, cela correspond à la zone d'impact. (Par la suite, ce point doit être précisé par la modélisation des effets modificateurs de la température d'eau de deux panaches thermiques.)

En cas d'avarie, à savoir, en cas d'une température d'eau dépassant les limites actuelles, la mort et l'appauvrissement des espèces ainsi que la réduction de leur taille peuvent se produire sur la section concernée du fleuve. (Pour la majorité des espèces de poisson typiques du Danube, la température maximale létale est d'environ 31°C. Les espèces de poisson les plus résistantes sont le *Cyprinus carpio* /35,6 °C/, le *Rhodeus sericeus* /35,4 °C/ et le *Lepomis gibbosus* /35,3 °C/.)

Outre la charge thermique, il faut également mentionner l'effet d'éloignement de la faune piscicole en raison des émissions sonores des pompes, des compresseurs et des équipements mécaniques qui provoqueront un faible appauvrissement des espèces sur une petite section du fleuve.

3.8.4. Les impacts combinés des installations nucléaires exploitées sur le site

Dans le cas où les limites relatives à l'introduction de l'eau de refroidissement réchauffée seront respectées en utilisant de moyens techniques durant le fonctionnement combiné de six blocs (p.ex. : réduction de la puissance des blocs ou arrêt des blocs pendant les périodes critiques), ce sont les impacts décrits au *sous-paragraphe 3.8.3.* qui sont prévisibles, à savoir, l'état provoqué par les impacts du fonctionnement simultané ne sera pas significativement différent de l'état actuel.

3.9. Bruit et vibrations dans l'environnement

3.9.1. Présentation de la situation initiale

Les zones habitées les plus proches du centre du site des nouveaux blocs, à savoir Paks, Csámpa et Dunaszentbenedek de l'autre côté du Danube se trouvent à 2 ou à 2,5 km. La définition de la zone d'impact doit être effectuée selon le Décret gouvernemental numéro 284/2007. (X. 29.) sur certaines règles de la protection contre le bruit et les vibrations dans l'environnement, en fonction de l'exposition de fond des zones environnantes, de leur classement dans les catégories de construction ainsi que des émissions de bruit de l'installation prévue.

3.9.1.1. Nuisance sonore subie par la zone

Sur le nouveau site, il ne faut envisager que le bruit d'exploitation de la centrale nucléaire en service. Les sources de bruit dominantes sont les turbines à vapeur de la centrale, les équipements de la station de transformateurs, les générateurs diesel, la salle des refroidisseurs, les pompes, le compresseur haute pression et les ateliers de maintenance et de coupe. Pour l'évaluation de l'impact environnemental de l'extension de la durée de vie de la centrale nucléaire [37] nous avons effectué

des mesures de bruit sur le territoire de l'usine et sur les points caractéristiques des limites du terrain. Les valeurs moyennes d'émissions sonores estimées sur la base des mesures effectuées à la limite du nord du terrain vers la zone étudiée sont : $L_{A,ki} = 50$ à 55 dB.

Dans la zone étudiée, les sources de bruit issu de la circulation sont l'autoroute M6 se trouvant à environ 2 km, la route nationale numéro 6 se trouvant à environ 500 m ainsi que le transport de personnes et de charges de la centrale nucléaire en service. La nuisance sonore estimée sur le nouveau site, issue de l'autoroute M6 est de 40 ou 41 dB le jour (de 6 h à 22 h)³⁰ et de 32 ou 33 dB la nuit (de 22 h à 6 h) dB. La nuisance sonore provoquée par la circulation sur la route nationale numéro 6 en 2009 était de 41 ou 42 dB le jour et de 34 ou 35 dB la nuit. (Le trafic de 2010 a diminué de 28 % ce qui entraîne probablement une réduction égale ou inférieure à 1 dB du niveau de bruit dans cette zone.)

La nuisance sonore détectable à environ 100 m des voies d'accès du sud et du nord liées directement à la circulation de la centrale nucléaire est, selon nos calculs, de 35,4 dB le jour et de 30,0 dB la nuit. La nuisance sonore globale du nouveau site, issue du transport routier est de 43 à 45 dB le jour et de 36 à 38 dB la nuit.

Dans les environs de Paks, le transport ferroviaire de passagers est actuellement arrêté. La nuisance sonore provoquée par le transport de marchandises est négligeable en raison de la circulation faible.

3.9.1.2. Zones et établissements à protéger se trouvant à proximité de la zone étudiée

Dans les environs de la zone étudiée, il y a des terrains agricoles et forestiers (selon le plan réglementaire de la ville de Paks, des forêts de signe « Ev » à destination de protection et de signe « Eg » à destination économique, en outre, des terrains agricoles généraux de signe « Má »). Dans ces zones, aucune limite de nuisance sonore relative aux sources de bruit ambiant n'a été prescrite.

La zone étudiée, elle-même, le territoire de la centrale nucléaire voisine et le territoire se trouvant dans la direction de Paks ainsi que les terrains se trouvant à la limite de la zone intérieure de Paks (zone commerciale économique de signe « Gksz ») font partie d'une zone économique (zone industrielle économique de signe « Gip »). Ainsi, les objets les plus importants à protéger contre le bruit sont les bâtiments résidentiels situés dans les zones habitées, à savoir :

- les bâtiments situés dans la rue Dankó Pista de la zone habitée (banlieue résidentielle « Lke ») se trouvant à la limite du sud de Paks, le long de la route nationale numéro 6 ;
- les bâtiments résidentiels de Csámpa de l'autre côté de la route nationale numéro 6, au niveau de l'entrée du sud de la centrale nucléaire (zone résidentielle rurale « Lf ») ;
- la zone intérieure de la commune de Dunaszentbenedek se trouvant de l'autre côté du Danube.

Dans les zones habitées et économiques, des limites de nuisance sonore sont fixées pour les établissements à protéger contre le bruit. Dans les zones devant être protégées contre le bruit, à Paks et à Dunaszentbenedek, ce sont les bruits urbains qui sont dominants, cependant, à Csámpa, le bruit causé par la circulation sur la route nationale numéro 6. En l'absence de mesures, les niveaux de bruit de ces zones ne sont pas disponibles. Par conséquent, pour les objets devant être protégés contre le bruit de circulation et celui causé par l'exploitation, avant le commencement de l'évaluation de l'impact environnemental, il faut déterminer l'exposition au bruit avant le début des travaux de construction par des mesures effectuées sur le terrain

3.9.1.3. Les niveaux actuels de l'exposition aux vibrations

Dans la région de la centrale, aucune donnée de mesure de vibrations n'est disponible c'est pourquoi l'état actuel de la région n'est pas connu de ce point de vue. Cependant, sur la base des

³⁰ Les niveaux de bruit sont indiqués en L_{Aeq} .

nos expériences précédemment acquises, nous pouvons dire que la propagation des vibrations dans le sol ne devrait pas provoquer des problèmes de vibrations dans l'établissement à protéger si la distance entre la source et l'installation à protéger est supérieure à 80-100 m. (Ceci s'applique également aux vibrations issues de la circulation et de la technologie. En général, la circulation des voitures et des camionnettes ne cause pas de problème même à une distance inférieure à 80 à 100 m susmentionnée non plus.) Par conséquent, la zone d'impact des vibrations est considérablement plus petite que celle du bruit.

Dans un rayon de 100 m autour de la limite du terrain de la centrale nucléaire, il n'y a pas de bâtiments à protéger, de tels bâtiments se trouvent seulement à une distance supérieure à 1 km de la limite du terrain. Ainsi, pour les bâtiments à protéger se trouvant à l'extérieur du territoire de l'usine, il ne faut pas envisager des effets de vibrations provoqués par les machines et les équipements de la centrale.

Les effets provoqués par les transports (routier, ferroviaire) doivent être étudiés à l'intérieur d'une bande relativement étroite (de 80 à 100 m) mais très longue s'étendant jusqu'à la commune la plus proche au minimum, dans le cas du transport routier, et jusqu'au premier nœud principal (Előszállás), dans le cas du transport ferroviaire. Avant le commencement de l'évaluation de l'impact environnemental, il est nécessaire d'effectuer des mesures de vibrations pour évaluer l'état initial de cette zone.

3.9.2. Les impacts de la construction

Les zones à protéger contre l'exposition au bruit et aux vibrations, les plus proches au terrain de construction et au chantier de construction, se trouvent à une distance de plus de 1 km de la nouvelle limite du terrain.

3.9.2.1. Les impacts de l'exposition au bruit

En l'absence de données de base détaillées relatives aux travaux de construction, nous ne pouvons donner des prévisions que sur la base d'hypothèses. Les travaux de construction s'effectueront probablement en trois équipes, cependant les transports n'auront lieu que pendant la journée. Pour les travaux de terrassement, nous pouvons envisager le fonctionnement simultané de 50 engins au maximum. L'emplacement de ceux-ci est imprévisible c'est pourquoi, sur la limite du terrain se trouvant de la côté des établissements à protéger, nous avons envisagé le fonctionnement simultané de 15 engins au maximum dans la journée et de 5 engins et de 3 autres équipements au maximum, la nuit.

L'émission sonore présumée (sur la base de mesures antérieures) causée par les engins de terrassement est : $L_{5m} = 85$ à 95 dBA. Quant au transport des charges, nous avons supposé, tout d'abord, l'utilisation de l'autoroute M6 et 24 déplacements par heure. L'émission sonore des camions est : $L_{7,5m} = 62$ à 65 dBA, cependant le transport des personnes provoque une exposition au bruit de $L_{7,5m} = 50$ à 57 dBA, à une vitesse de 50 km/h et en fonction du type de bloc.

Dans ces conditions, les valeurs d'exposition au bruit prévisibles pour les établissements les plus proches à protéger, issues des travaux de construction et du transport (compte tenu de la distance, de l'air et de l'atténuation du sol) sont : $L_{AM} = 42$ à 47 dB et 38 à 42 dB, pendant la nuit. Ces dernières valeurs concernent les bâtiments résidentiels les plus proches de Dunaszentbenedek et ne répondent pas à la valeur limite de 40 dB s'y rapportant. Les calculs doivent être précisés dans l'évaluation de l'impact environnemental et si la valeur limite ne peut pas être respectée, il faut éviter la situation défavorable par des interventions techniques (p.ex. : chaîne de machines réduite, pas de travaux de terrassement pendant la nuit). Si, dans certaines étapes de la construction, la valeur limite ne peut pas être respectée grâce à l'utilisation des solutions ci-dessus non plus, il faut demander

l'exemption temporaire du respect de la valeur limite, auprès de l'autorité d'inspection environnementale territorialement compétente.

A partir des données de base supposées, la zone d'impact prévisible des travaux de construction et du transport est entre 900 m et 3100 m ou pour les voies de circulation, entre 19 m et 41 m. Les établissements à protéger dans cette zone sont certains bâtiments résidentiels de Paks, de Dunaszentbenedek et de Csámpa qui se trouvent à une distance inférieure à 3100 m de la limite du terrain ou à une distance inférieure à 41 m le long des routes.

3.9.2.2. *Les impacts de l'exposition aux vibrations*

L'exposition aux vibrations entraîne des problèmes structurels (affectant la structure et l'état des bâtiments) et environnementaux (exerçant des effets gênant sur les personnes se trouvant dans le bâtiment). Ces effets se produisent toujours en fonction des édifices c'est pourquoi il faut tout d'abord déterminer s'il y a des objets à protéger dans la zone d'impact et si oui, lesquels. Selon ce que nous avons exposé concernant l'état initial, la zone d'impact générale de l'exposition aux vibrations correspond à celle d'un rayon de 80 à 100 m au maximum à partir de la source.

Exposition directe aux vibrations : Les travaux de construction provoquent probablement une exposition aux vibrations beaucoup plus forte que l'exploitation ultérieure. Les processus de travail qui provoquent une exposition aux vibrations importante sont par exemple le battage de pieux, la construction de palissade, les travaux de démolition ou éventuellement l'excavation de terre par dynamitage. Le seul établissement à protéger dans la zone d'impact est la centrale nucléaire en service dont la sécurité ne doit pas être mise en danger par l'exposition aux vibrations provoquées par la construction. Par conséquent, le suivi continu de l'exposition aux vibrations est important.

Exposition indirecte aux vibrations : Lors de la construction des nouveaux blocs, la quantité des matériels et le nombre des travailleurs à transporter augmenteront considérablement. Si la quantité totale des matériels était transportée par la route, des milliers de déplacements de camions par jour pourraient être envisagés auxquels s'ajouteraient plusieurs centaines de trajets d'autobus pour le transport des travailleurs. Dans les environs de Paks, cela signifierait une circulation annuelle doublée des poids lourds sur la route nationale numéro 6. Il s'agit d'une augmentation significative de la circulation qui, à notre avis, n'est pas réalisable dans la pratique.

La détérioration de l'état provoquée par les vibrations issues du transport dépend de la distance du trajet de transport et de l'établissement à protéger, de la charge par essieu et de la vitesse du véhicule passant, de la qualité du revêtement de la route et de l'état de la structure du bâtiment à protéger. Essentiellement, l'augmentation des vibrations structurales n'est pas provoquée par l'accroissement du nombre des passages mais par la détérioration de l'état du revêtement de la chaussée résultant de celle-ci et par l'augmentation de la charge par essieu.

L'augmentation soudaine des niveaux de vibration (vitesses de vibration de plusieurs 10 mm/s au lieu de vitesses de vibration de quelques dixièmes ou de quelques mm/s) peut causer des dommages même dans les bâtiments en bon état et ayant une bonne structure.³¹ Par conséquent, avant la construction des nouveaux blocs, il est proposé de faire le constat de l'état des bâtiments en mauvais état, au moins, sur les sections critiques du trajet de transport pour l'évaluation professionnelle des dommages supposés ou réels des bâtiments. Pour éviter les problèmes des vibrations structurelles, il est proposé de transporter les matériels lourds et de grande quantité par eau ou, en partie, par voie ferroviaire.

La zone d'impact directe de la protection contre les vibrations provoquées par la construction correspond à la bande d'environ de 100 m de largeur autour de la limite du terrain actuel de la

³¹ Pour les bâtiments ayant une mauvaise structure, la circulation des poids lourds peut provoquer des dommages dus aux vibrations même en cas d'une vitesse de vibration maximale de 1 mm/s. Pour les bâtiments bien construits et massifs, l'endommagement commence au-dessus d'une vitesse de 20 à 30 mm/s.

centrale ainsi qu'aux parties des trajets de transport routier et ferroviaire qui affectent des zones habitées. Ici, il faut également envisager une bande d'une largeur de 100 m. Dans cette zone, la visite du lieu a révélé environ 300 bâtiments pour lesquels il faut prévoir des risques de dommages de différents degrés, pendant la période des transports pour la construction. Il peut être également proposé, au point de vue de la protection contre les vibrations (et de l'environnement) d'assurer une liaison entre l'autoroute M6 et le terrain de construction, qui passe hors des zones habitée.

3.9.3. Les impacts de l'exploitation des nouveaux blocs

3.9.3.1. Les impacts de l'exposition au bruit

Selon les informations fournies [32], au cours de l'exploitation des nouveaux blocs de centrale nucléaire à installer, il faut envisager des bruits dans l'environnement du type et de l'ampleur identiques à la centrale en service. Par conséquent, nous avons pris comme base les principales sources de la centrale en service pour la prévision des effets, et les résultats de nos mesures précédentes pour la définition des niveaux de bruit de celles-ci.

- le bruit provoqué par les turbines se trouvant dans le bâtiment principal ne sort pas de celui-ci, ce sont les trous de ventilation sur la façade du bâtiment qui peuvent être considérés comme sources de bruit : $L_{5m} = 60-62$ dBA ;
- les générateurs diesel se trouvent également dans une salle de machines, à côté de ce bâtiment une émission de $L_{5m} = 77-80$ dBA peut être observée ;
- la station de transformateurs en plein air provoque un niveau de bruit d'environ 60 dBA à la limite du terrain ;
- le bruit issu des pompes entraîne un niveau de bruit de $L_{5m} = 68-70$ dBA ;
- à côté du bâtiment des compresseurs, le niveau de bruit de $L_{5m} = 60$ dBA est caractéristique.

Quant au refroidissement par eau fraîche, seuls les usines de captage d'eau et les ouvrages d'art dissipateurs de l'énergie représentent une source de bruit. En prenant comme base la circulation actuelle, à 7,5 m de l'axe de la route, les niveaux de bruit provoqués par le transport des personnes sont de 53 à 57 dBA le jour et de 48 à 53 dBA la nuit. Le transport de charges n'est prévisible que pendant la journée avec une fréquence moyenne de 15 véhicules par heure et avec une émission sonore de $L_{7,5m} = 56$ dB.

Compte tenu des hypothèses ci-dessus, l'exposition au bruit issu de l'exploitation des nouveaux blocs de la centrale nucléaire, au niveau des objets les plus proches à protéger (Paks, rue Dankó Pista, Csámpa, zone habitée en face de la voie d'accès du sud, Dunaszentbenedek, rue Petőfi Sándor) satisfait aux exigences relatives tant au bruit de l'exploitation qu'à celui du transport.

Selon notre estimation, la zone d'impact du bruit d'exploitation est de 300 à 500 m, celle du bruit de transport reste inférieure à 50 m à partir de l'axe de la route. Dans cette dernière zone d'impact, il y a des établissements à protéger dans les zones habitées de Paks et de Csámpa.

3.9.3.2. Les impacts de l'exposition aux vibrations

Exposition directe aux vibrations : La propagation des vibrations dans le sol peut causer des problèmes détectables dans un rayon de 80 à 100 mètres à partir de la source, cependant, dans le périmètre de 100 m autour de la nouvelle zone d'exploitation il n'y a aucun établissement à protéger.

Exposition indirecte aux vibrations : L'exploitation autonome des deux nouveaux blocs pourra être assurée par un personnel plus réduit qu'actuellement ce qui entraînera des vibrations plus faibles

provoquées par le transport routier. Le volume du transport des charges ne devrait pas dépasser celui actuel. Des problèmes de vibrations ne peuvent se produire que pour les bâtiments les plus proches et qui sont déjà en mauvais état structurel.

3.9.4. Les impacts combinés des installations nucléaires exploitées sur le site

Concernant l'exposition au bruit provoqué par l'exploitation, nous pouvons dire qu'en raison de l'emplacement des sources de bruit existantes et prévues et de la distance entre les sites des trois installations, aucuns effets cumulatifs importants ne sont prévisibles. Autrement dit, ce qui est décrit concernant la nouvelle activité porte également sur l'exposition au bruit cumulatif.

Cependant, compte tenu des blocs prévus et des deux usines existantes (centrale nucléaire en service et installation de stockage provisoire des assemblages de combustible usé) le trafic de transport est beaucoup plus intense, compte tenu surtout du nombre des voitures. L'émission sonore pendant la journée, calculée compte tenu du trafic cumulatif des véhicules varie entre 60 et 62 dBA à 7,5 m de l'axe de la route en fonction du type du bloc et du nombre des opérateurs exploitant les différents types de bloc.

Donc, en cas de fonctionnement simultané des trois installations, les niveaux de bruit le long des routes (en supposant que tout le trafic passe sur le même trajet) dépassent de 5 à 7 dB ceux des nouveaux blocs prévus pris en compte séparément. Ainsi, le trafic total à proximité des zones habitées peut même causer le dépassement des valeurs limites, donc le bruit des transports des personnes et des charges sera probablement considérable dans les zones habitées peu étendues se trouvant à côté des voies d'accès (zones de Csampa situées à côté de la route nationale numéro 6, embranchement vers Paks). Par conséquent, lors de l'évaluation de l'impact environnemental, il faut continuer à étudier cette question, il faut déterminer la répartition du trafic, ensuite préciser les niveaux de bruit estimés et, si nécessaire, élaborer les solutions possibles pour éviter de dépasser la valeur limite.

Pour l'exposition aux vibrations, ce qui est exposé sous le point ci-dessus concerne également le cas de fonctionnement simultané des installations puisque les installations existantes n'ont pas de source de vibrations considérable. Quant à l'exposition aux vibrations issues des transports, en cas du fonctionnement normal simultané des six blocs, le volume des transports vers l'usine, celui des produits à enlever ainsi que celui du transport des personnes sont estimés à deux fois plus élevés que le volume actuel. Il s'agit d'un volume considérable (30 à 40 %, compte tenu du développement naturel de la circulation) par rapport au trafic de poids lourds de la route nationale numéro 6, qui peut affecter l'état de vibrations des bâtiments situés le long du trajet. Par conséquent, il est indispensable de faire le constat de l'état des bâtiments s'y trouvant, compte tenu des effets du fonctionnement simultané.

3.10. Déchets

3.10.1. Présentation de la situation initiale

A l'emplacement des futurs blocs de la centrale – selon les données et les informations disponibles – se trouve le dépôt des déchets de construction des blocs existants. Selon le rapport du contrôle complet de conformité aux normes environnementales [80] effectué en 2002 par FTV S.A., le dépôt ne contient pas de substances dangereuses et les analyses de laboratoire n'ont pas mis en évidence de contamination des déchets solides entreposés. Dans la mesure où ce terrain sera touché par la construction, il faut en extraire les déchets et les transmettre à un organisme disposant d'un permis officiel de gestion des déchets.

3.10.2. Impacts de la construction

3.10.2.1. Types de déchets et quantités

Au cours de la construction une quantité importante de déchets est produite. Les types de déchets pour les différents blocs sont essentiellement les mêmes, leur quantité cependant peut varier en fonction du type de réacteur. Selon la réglementation en vigueur, la terre extraite du chantier de construction doit être considérée comme déchet en cas de pollution. Ce type de déchet sera celui produit en plus grande quantité. Les autres déchets produits apparaissent dans le *tableau 3.10.2.1-1*. Sous la désignation des catégories principales et sous-catégories, différents types de déchets du groupe seront produits.

Tableau 3.10.2.1-1.: Déchets produits lors de la construction

Code EWC	Désignation
Sous-catégorie 08 01	Déchets issus de la fabrication, de la formulation, de la distribution et de l'utilisation de peintures et vernis ainsi que ceux provenant de leur élimination
Catégorie principale 17	Déchets de construction et de démolition
17 05 03* ¹	Terre et cailloux contenant des substances dangereuses
17 05 04 ¹	Terre et cailloux autres que ceux appartenant au 17 05 03*
Catégorie principale 15	Déchets issus d'emballages
20 02 01	Déchets compostables
20 03 01	Déchets municipaux divers, déchets municipaux en mélange inclus

¹ Distingués en raison de leur quantité

Les quantités de déchets de construction peuvent varier en fonction du type de bloc construit, particulièrement pour la terre extraite, dont la quantité dépend du mode de fondation choisi. Au cours de la construction du système de refroidissement il est prévisible que les mêmes types de déchets de construction soient produits que lors de la construction des blocs.

La quantité de déchets municipaux variera en fonction du nombre de travailleurs. En général il faut compter une production de 500–700 kg de déchets par jour pour 1000 personnes, en période de pointe (7000 personnes) ce chiffre peut atteindre les 4000 kg par jour.

3.10.2.2. Ramassage, valorisation, élimination des déchets

Dans la mesure où la couche supérieure du sol du chantier n'est pas un remblai, il faut ramasser séparément la couche fertile et l'utiliser sur place à la fin des travaux ou la transmettre pour valorisation comme sol cultivable. Seule une petite partie des centaines de milliers de m³ de terre extraits restant – dont une partie est constituée de remblai – est utilisable sur place. Quant au reste, il faut essayer de l'utiliser pour la construction de route ou pour un nivellement. Dans la mesure où la terre n'est pas immédiatement transportable, il est nécessaire de désigner une aire de stockage temporaire sur le terrain afin de l'y stocker. Si la valorisation des différents déchets de construction n'est pas possible, il faut les transmettre à un organisme disposant d'un permis officiel de gestion des déchets. Dans la mesure où un dépôt de capacité suffisante n'est pas disponible à une distance raisonnable, l'agrandissement de la décharge municipale de Paks est conseillé. [78]

Dans le cas des déchets de construction, pendant la durée des travaux, il convient de toujours veiller à ce que la plus grande partie possible des déchets soit triée afin de permettre leur valorisation. Dans cet intérêt il convient de garantir près du chantier ou sur celui-ci une aire de dépôt appropriée pour chaque déchet – brique, béton, céramique, bois, fer – produit en grande quantité. De même il convient de trier les déchets d'emballages en papier et en plastique et de les placer dans des containers appropriés. Il convient de transmettre ces matériaux pour qu'ils soient valorisés. Cette valorisation peut être réalisée par l'un des prestataires de services actuels de la société MVM Paksi Atomerőmű Zrt.

De même il convient de trier les déchets dangereux par type. Puisque dans le cas de ces déchets il existe un risque de pollution de l'environnement, il convient de concevoir l'aire de collecte conformément à la description des points de collecte industriels du décret gouvernemental 98/2001. (VI. 15.) sur les conditions de réalisation d'activités en relation avec les déchets dangereux. La valorisation ou l'élimination ne peuvent être effectuées que par un organisme agréé. Pour cette raison les déchets devront être transmis à un ou des organismes disposant de l'autorisation

appropriée. Les capacités nécessaires d'incinération ou de dépôt sont disponibles dans le pays. Au cours des processus de traitement ou de transport des déchets, il convient de respecter les règles du décret mentionné ci-dessus.

Les déchets municipaux sont actuellement éliminés à la décharge de déchets solides de la commune de Paks, qui arrive à saturation. C'est pour cela que grâce à l'union de 7 communes une décharge régionale est construite. Il convient de se mettre d'accord avec le consortium gérant la décharge sur la prise en charge des déchets produits lors de la construction.

Les déchets végétaux issus du nivellement du terrain peuvent être compostés ou utilisés pour la production de biogaz. Il convient d'examiner si le compostage est possible sur le futur site de compostage pendant le développement du système régional de gestion des déchets de Paks.

Au cours des travaux il convient de tenir le registre des déchets de construction selon le décret gouvernemental 191/2009. (IX. 15.) sur les activités de réalisation de l'industrie du bâtiment et suite aux travaux il convient de le présenter à l'autorité territorialement compétente en matière d'environnement accompagné du justificatif de prise en charge de l'organisme traitant les déchets. Lors de la procédure d'autorisation de construction, le bureau d'inspection établit une résolution sur cette base selon le décret conjoint 45/2004. (VII. 26.) du Ministère de l'intérieur et du Ministère de l'environnement et de l'eau sur les règles détaillées de la gestion des déchets de construction et de démolition.

3.10.2.3. L'impact des déchets produits

Du point de vue de la gestion des déchets, ce sont les territoires où des déchets sont produits ou se retrouvent au cours des travaux, de l'exploitation et de la cessation d'activité qui sont concernés. Pendant la construction, le stockage des déchets et l'entreposage en attendant leur transport peuvent causer des modifications de l'état de la formation géologique. L'impact exercé sur les eaux de surface et souterraines peut être exclu. Ces impacts peuvent se produire lors de l'utilisation temporaire d'un terrain pour entreposer les déchets, lors du déplacement des déchets, lors d'une dispersion pendant leur transport ou en cas de fuite. La source de pollution dans ces cas est bien circonscrite, la pollution est exceptionnelle. La pollution peut disparaître rapidement et être extraite de la terre. L'impact peut être réduit ou évité si au cours de la construction la collecte et le stockage des déchets produits sont effectués conformément à la législation en vigueur et au règlement et si les règles de traitement des déchets sont respectées. Alors l'impact sera minimal.

3.10.3. L'impact de l'exploitation des nouveaux blocs

3.10.3.1. Production, traitement et stockage temporaire des déchets radioactifs

Lors du fonctionnement d'une centrale nucléaire des déchets faiblement, moyennement et hautement radioactifs sont produits sous forme solide et liquide. La classification des déchets radioactifs n'étant pas la même selon les pays, il faut prendre cela en compte lors de la comparaison des déchets produits pendant le fonctionnement de certains blocs. Pour les cinq réacteurs, les déchets de faible et de moyenne activité, dont le traitement et le stockage nécessitent différentes technologies, sont considérés comme deux catégories distinctes. En outre, pour quatre types (AP1000, ATMEA1, EPR et APR1400), seul le combustible usé est considéré comme déchet de forte activité. Les assemblages de commande et les cartouches filtrantes – qui sont traités aujourd'hui à Paks comme des déchets de forte activité – sont identifiés parmi les déchets de moyenne activité. En conséquence, parmi les 5 blocs examinés, seul pour le type MIR.1200 la quantité de déchets radioactifs de forte activité produits au cours de l'exploitation normale est évaluée.

Puisqu'il y aura des réacteurs EPR dans les nouveaux blocs, une production de déchets radioactifs liquides similaires à ceux des blocs fonctionnant actuellement est prévisible: résidus d'évaporation, solutions acidifiantes d'évaporation, résines échangeuses d'ions usagées, solutions de décontamination, boues activées, mélanges de solvants actifs et solutions d'acide borique contaminées. Seuls les déchets solides sont transportables de la centrale au dépôt définitif. Il convient donc de solidifier les déchets radioactifs liquides par exemple par cimentation ou en les plaçant dans du polymère.

Selon les pratiques nationales, les déchets produits lors de l'exploitation (par ex. les vêtements, les équipement de protection individuelle, les outils utilisés, les pièces détachées, les filtres aérosols), certains éléments structurels de la cuve du réacteur ainsi que certains équipements activés appartiennent aux déchets radioactifs solides de faible et moyenne activité. Dans les déchets de faible et moyenne activité, les isotopes à courte période dominent.

Pour le stockage des déchets de faible activité, une protection contre la radioactivité n'est pas nécessaire. Il est suffisant de les séparer et de les placer dans une zone de dépôt désignée ayant le moins de contact possible avec la nature. La conception des containers des déchets de moyenne activité se fait en considérant la radioprotection, mais – contrairement aux déchets de haute activité – une augmentation de la température des déchets n'est pas à prévoir. Il est bon de différencier les déchets de faible et de moyenne activité également en fonction de la période radioactive des isotopes qu'ils contiennent: dans le cas des déchets à vie courte, la période radioactive des isotopes principaux ne dépasse pas les 30 ans.

Il convient de tenir compte que lors de l'exploitation des nouveaux blocs il sera nécessaire de stocker temporairement les déchets de faible et de moyenne activité sur place. Il est donc opportun de diminuer le volume des déchets à l'aide d'une technologie adaptée. Cela peut se faire par découpage, compactage ou par incinération (par exemple dans le cas du EPR). Pour le stockage des déchets de faible et de moyenne activité dans la majorité des blocs examinés, la centrale souhaite utiliser des tonneaux d'acier de 200 litres, usuels aujourd'hui, et elle utiliserait également des containers de 3 m³ pour le type AP1000.

3.10.3.2. Gestion des combustibles irradiés et stockage temporaire

Les nouveaux blocs pourraient utiliser deux types de combustible: l'un serait le dioxyde d'uranium (déjà utilisé actuellement à Paks) et l'autre serait le MOX (Mixed Oxide) constitué d'un mélange de dioxyde d'uranium et de dioxyde de plutonium obtenu par le traitement du combustible usé. Les isotopes se trouvant dans les combustibles irradiés recouvrent presque l'ensemble du tableau périodique des éléments de faible numéro atomique à ceux de numéro atomique le plus élevé.

Du point de vue du stockage définitif et du recyclage des combustibles irradiés, la masse et l'activité du combustible irradié, la production de chaleur liée à la décomposition et la radiotoxicité propre à la nuisance biologique sont tous des éléments essentiels.

Ce sont au départ les produits de fission à vie courte qui donnent l'activité du combustible usé puis quelques centaines d'années plus tard c'est l'activité du plutonium, de l'uranium et autres actinides³² la plus importante. Au départ l'activité spécifique est de 10⁷ TBq/kg. En 10 ans elle est divisée par mille et en 600 ans par cent-mille (100 TBq/kg). La production de chaleur diminue parallèlement à l'activité dans les combustibles irradiés.

La radiotoxicité montre quel serait l'effet néfaste pour la santé des isotopes radioactifs s'ils pénétraient dans l'organisme humain.³³ Ce sont les actinides qui fournissent la plus grande partie de

³² Dans le tableau périodique, après l'actinium de numéro atomique 89, c'est le nom commun aux 14 éléments suivants.

³³ D'un point de vue mathématique, la radiotoxicité correspond au montant de l'activité des isotopes radioactifs se trouvant dans le combustible usé pondéré en fonction du facteur de conversion de dose caractéristique des isotopes.

la radiotoxicité du combustible utilisé après plusieurs dizaines d'années; le combustible utilisé atteint la valeur caractéristique de l'uranium naturel plus de cent-mille ans plus tard.

Sur la base des données connues sur les blocs prévus, en 60 ans d'exploitation environ 1300–2200 t de combustible utilisé sont produits dans un réacteur (*tableau 3.10.3.2-1.*).

En raison de la production de chaleur, les cassettes seront entreposées quelques années dans la piscine de désactivation à côté du réacteur. C'est là que se produit la diminution significative de l'activité des isotopes à vie courte et de la chaleur de décomposition.

La capacité des piscines de désactivation des nouveaux blocs permet de conserver les assemblages de combustible utilisés dix ans ou plus dans les bassins. Pendant ce temps-là la chaleur résiduelle descend jusqu'à une valeur convenant également à un entreposage à sec. (*tableau 3.10.3.2-2.*)

tableau 3.10.3.2-1.: Quantité de combustible utilisé produite par type de bloc dans un bloc réacteur pendant toute la durée d'exploitation

Réacteur	Puissance thermique [MW]	Taux de combustion [MWj/kgU]	Facteur de charge [%]	Masse du combustible utilisé [t]
AP1000	3 400	60	93	1 334
MIR.1200	3 200	55,5	90	1 403
ATMEA1	3 138	51,5	92	1 450
EPR	4 300	55	92	1 861
APR1400	3 983	44,6	92	2 126

tableau 3.10.3.2-2.: L'entreposage du combustible utilisé dans les piscines de désactivation

Réacteur	Temps d'entreposage [an]
AP1000	max. 18
MIR.1200	10
ATMEA1	6–10
EPR	11-18
APR1400	max. 16

Après avoir été entreposé dans une piscine de désactivation, le combustible utilisé est mis dans un entrepôt temporaire où il restera au repos pendant plusieurs dizaines d'années. Il convient ici aussi de se préoccuper de la diminution de la chaleur résiduelle mais un mode moins intensif convient également (par ex. un courant d'air naturel). Pour l'entreposage temporaire, certains pays (la Slovaquie par ex.) utilisent des entrepôts humides similaires aux piscines de désactivation mais il est courant d'utiliser des entrepôts secs. Leur mise en place peut se faire de différentes façons:

- Un container en métal (*cask* en anglais); c'est alors la matière du container qui sert de protection et empêche les matières radioactives de se répandre dans l'environnement. Pour permettre à la chaleur de diminuer la surface extérieur du container est composé de nervures. Certains containers, outre leur fonction de stockage, peuvent être utilisés pour transporter les assemblages de combustible utilisés.
- Les silos sont des structures de béton armé de grande taille où se trouvent des réservoirs d'acier aux parois fines dans lesquelles sont placés les assemblages de combustible utilisés. Entre le béton et le réservoir en acier la circulation d'air garantit la diminution de la chaleur. Le mur de béton assure la protection biologique.

- Les enceintes de stockage souterraines (*vaults* en anglais) contiennent dans un bâtiment un réseau de fosses pour entreposer les déchets. Entre les tunnels contenant les assemblages de combustible l'air circule et réduit la chaleur résiduelle; des cheminées accélèrent la circulation de l'air.

3.10.3.3. Le stockage définitif des déchets radioactifs et des combustibles irradiés, les possibilités d'élimination

Suite aux développements technologiques, la production de déchets radioactifs sera probablement moindre lors de la production d'une unité d'énergie électrique dans les centrales nucléaires de 3ème génération qui seront construites que dans les blocs fonctionnant aujourd'hui. Il ne faut cependant pas prévoir de diminution significative. Lors de l'exploitation des nouveaux blocs prévus et après leur démantèlement, il faudra s'occuper de l'entreposage de plusieurs milliers de mètres cube de déchets radioactifs de faible et de moyenne activité puis de leur stockage définitif. Les connaissances actuellement disponibles semblent indiquer que l'agrandissement du centre national de stockage des déchets radioactifs (NRHT) créé sur la commune de Bábaapáti n'est probablement pas possible.

Lors du stockage définitif direct des combustibles (dans un cycle du combustible dit ouvert), le combustible issu du réacteur peut être mis dans son dépôt définitif sans être traité. Cependant, ainsi, les matières fissiles utiles contenues dans le combustible utilisé en quantité non négligeable sont perdues. Le combustible stocké sans avoir été traité est de haute activité et produit une chaleur importante.

La meilleure solution est de stocker définitivement le combustible utilisé profondément sous terre dans des dépôts géologiques profonds mis en place dans des formations géologiques adaptées. Pendant le stockage des déchets, des digues offrant une protection multiple sont utilisées. L'emballage des déchets (c'est à dire dans des containers appropriés), l'emploi de produits de scellement ainsi que les caractéristiques géologiques de la décharge garantissent l'isolement des déchets radioactifs de la biosphère. Un tel dépôt est apte à recevoir les déchets issus du traitement du combustible utilisé ainsi que tout autre déchet de haute activité produit pendant le fonctionnement ou démantèlement normal de la centrale.

La recherche en Hongrie d'une roche susceptible d'accueillir un centre de dépôt où stocker définitivement les déchets de haute activité a commencé par l'examen de la formation de siltite de Boda (BAF) faisant partie de la mine d'uranium du Mecsek. La quantité d'information obtenue sur la roche qui pourrait accueillir le centre et sur son environnement géologique dépasse de loin la somme des connaissances sur les autres terrains potentiels. Les galeries et les forages d'exploration percés dans la mine d'uranium ont permis un examen détaillé de la roche et jusqu'à présent aucune circonstance excluant l'emploi de ce lieu pour la création d'un dépôt géologique profond n'est apparue. Dans la mesure où le stockage définitif des combustibles issus des blocs VVER-440 fonctionnant actuellement a lieu à Boda, il est présumable que le combustible utilisé des nouveaux blocs pourra également y être stocké – en agrandissant le système de galeries.

Dans le cycle du combustible fermé, le combustible utilisé est traité, du nouveau combustible en est extrait et seuls les déchets issus de ce traitement sont stockés définitivement. Cependant il n'existe pas de possibilité de traitement du combustible utilisé en Hongrie.

3.10.3.4. L'impact des déchets de construction et autres déchets produits lors de l'exploitation

Nous avons reçu les informations sur les déchets produits lors de l'exploitation d'une part des fournisseurs des nouveaux blocs et d'autre part, pour ce qui concerne les réacteurs en marche, de la société anonyme privée MVM Paksi Atomerómű Zrt. Fondièrément l'exploitation des nouveaux blocs ne produira pas de nouveaux types de déchets et leur quantité – étant donné qu'il s'agit d'installations plus modernes – sera inférieure à celle des déchets actuellement produits..

Types de déchets et quantités

Les déchets traditionnels produits lors du fonctionnement des nouveaux blocs ne diffèrent pas foncièrement au point de vue qualitatif des déchets d'une grande exploitation industrielle. La plus grande différence se manifeste dans le traitement séparé des déchets radioactifs. Les déchets peuvent être des déchets de construction inertes issus des travaux de construction ou de réaménagement pendant l'exploitation, des déchets municipaux, des déchets dangereux et des non dangereux. En utilisant les services d'information du fournisseur et les données des blocs exploités à Paks, nous avons examiné les déchets de production des nouveaux blocs prévus que nous présentons dans le *tableau en annexe M-2*.

Lors de l'exploitation des blocs il conviendra de tenir compte de la hiérarchie de la gestion des déchets: prévention de la production de déchets – diminution de la production de déchets – réutilisation – valorisation – valorisation énergétique – stockage. Lorsque cela est possible, il convient de préparer les déchets à être réutilisés. L'huile usagée, les batteries, les métaux, le verre et le papier peuvent faire partie de ce domaine. Le transport des déchets à des fins de valorisation, élimination ou d'entreposage dans un site de décharge autorisé doit être effectué par un transporteur disposant d'une autorisation. Si le transport vers un lieu proche est possible, cela permet de réduire les risques pour l'environnement liés au transport.

La matière solide restant dans les filtres de la station de filtrage lors du filtrage de l'eau brute extraite du Danube ("déchet de dégrillage") doit être considérée comme déchet issu du fonctionnement du système de refroidissement à eau. Des déchets municipaux sont produits sur toutes les unités de la centrale, sur tous les lieux de travail (dans les bureaux, dans les ateliers, dans les locaux à usage social, dans les cantines, dans les laboratoires, etc.).

La collecte des déchets, leur stockage

Il convient de gérer la collecte des déchets de manière à exclure tout risque de pollution de l'environnement ou au moins à le réduire le plus possible et à créer les conditions de valorisation. Pour cette raison, dans la mesure où il n'est pas possible d'éviter la production de déchets, il convient de veiller à la mise en place de la méthode appropriée de tri sélectif. Si possible, le tri sélectif doit être effectué sur le lieu de production des déchets grâce à la mise en place appropriée de points de collecte sur les lieux de travail. Parallèlement à cela il convient de garantir sur les lieux de collecte – dans le cas des déchets dangereux dans les points de collecte de déchets dangereux pour entreprises – des containers facilement différenciables avec des inscriptions dans lesquels les déchets de même type peuvent être collectés depuis les lieux de travail.

Déchets industriels non dangereux

Il convient de collecter les déchets industriels non dangereux – particulièrement les déchets valorisables – de manière à ce que dans ceux-ci il n'y ait pas de substances polluantes qui empêcheraient une utilisation ultérieure. C'est pour cela qu'ils ne peuvent contenir de déchets municipaux ou dangereux. Il convient de mettre en place un nombre suffisant d'entrepôts pour leur stockage. Appartiennent à cette catégorie les différents déchets métalliques, les déchets de câbles, les déchets électroniques et électrotechniques non dangereux, les déchets en bois, les déchets d'emballage en papier et en plastique. Concernant les déchets industriels non valorisables, il est opportun de désigner un point de collecte séparé, éventuellement utiliser une partie du lieu consacré à la collecte des déchets dangereux de l'entreprise à cette fin.

Déchets de construction inertes

Ils se forment en grande quantité. Il convient donc de veiller particulièrement aux déchets produits au cours des travaux de construction. Trier correctement les déchets n'est pas uniquement la responsabilité des employés de la centrale mais – vu que ce type de travail est le plus souvent effectué par des prestataires extérieurs – est obligatoire pour tous ceux effectuant ces travaux. Il convient de collecter les gravats de construction-destruction en petite quantité dans les containers placés à proximité du chantier mais lors de plus grand travaux, il convient de désigner un lieu séparé consacré à la collecte des déchets produits.

Déchets dangereux

Il convient de collecter les déchets dangereux sur leur lieu de production, dans des points de collecte situés sur le lieu de travail dans des récipients (container, fût, sac) munis d'un nom et d'un code EWC. Il est possible de stocker l'huile usagée produite en grande quantité dans des réservoirs disposant d'une protection suffisante. Il est possible de collecter les déchets solides ne contenant pas de liquide, même résiduel (comme dans le cas d'un chiffon huileux ou d'un rouleau de peinture), dans des sacs en plastique.

Le transport des déchets collectés n'étant pas possible directement depuis les points de collecte sur les lieux de travail, il convient de mettre en place un/des point(s) de collecte pour déchets dangereux. La mise en place du point de collecte doit être conforme aux prescriptions de l'annexe 3 du décret gouvernemental 98/2001. (VI. 15.) sur les conditions de réalisation d'activités en relation avec les déchets dangereux. De même il convient de préparer la réglementation du fonctionnement du point de collecte qu'il convient de déposer au service d'inspection de l'environnement compétent localement.

Déchets municipaux

La collecte des déchets municipaux a lieu traditionnellement sur leur lieu de production dans des poubelles, des containers ou dans des dépôts désignés à cette fin. La mise en place d'un lieu de dépôt séparé n'est pas nécessaire. Le transport peut se faire en échangeant les containers.

Libération des déchets

Les différents types de déchets peuvent être produits aussi bien dans la zone contrôlée que dans la zone surveillée. Il convient de trier également les déchets produits dans la zone contrôlée par type. Il faut cependant les classer avant de les transporter depuis le lieu où ils étaient entreposés. Leur transport n'est possible qu'après une procédure de libération. Au cours de la procédure de libération, il convient de prouver que l'exposition annuelle individuelle provenant de la gestion du déchet comme déchet non-radioactif ne dépasse pas la dose efficace de 30 μ Sv. La libération des déchets s'effectue selon les prescriptions du décret 16/2000. (VI. 8.) du Ministère de la santé. Il convient d'effectuer en fonction de la mesure d'activité le transport des déchets depuis la zone contrôlée selon les prescriptions du décret et en prenant en considération les niveaux de libération approuvés par l'autorité. Suite à la libération, il est possible de stocker et de traiter les déchets transportés depuis la zone contrôlée avec ceux produits dans la zone surveillée.

Valorisation, élimination

Des points de vue financier et écologique – en prenant en compte la hiérarchie de la gestion des déchets – lors de l'investissement il convient de fixer pour objectifs la réduction de la quantité de déchets et l'obtention d'un fort taux de valorisation des déchets avec la mise en place d'un système de tri sélectif.

Lors de la gestion des déchets, il convient donc de s'occuper en priorité de la valorisation et de l'élimination des déchets mentionnés ci-dessus. Compte tenu de l'expérience acquise et des

possibilités, il est facile parmi les déchets industriels non-dangereux de vendre pour valorisation les déchets en métal, en bois, en papier ou carton et en plastique, mais en raison de l'augmentation des capacités nationales de traitement, il sera possible de valoriser également les déchets de construction. En ce qui concerne les déchets dangereux, il est possible de valoriser les déchets huileux (huile usée, chiffon imbibé d'huile, emballages huileux, boule huileuse), les batteries et les piles [84]. Une partie des autres déchets dangereux peut être valorisée thermiquement par incinération (par ex. les boues d'épuration), les capacités d'incinération nécessaires étant disponibles. Les déchets non-valorisables sont stockés définitivement à la décharge. Le stockage des déchets dangereux – en raison de leur quantité relativement faible – est possible sur le site de décharge pour déchets dangereux.

L'impact des déchets produits

L'impact du fonctionnement se distingue de celui de la construction en ce qu'il faut s'attendre à une production de plus de types de déchets et du point de vue écologique à des déchets plus dangereux. D'autre part, l'impact peut être plus long, l'identification de la source et l'observation de la pollution peuvent parfois prendre du temps. Ainsi, la quantité de polluants atteignant la surface peut être plus élevée. Pendant l'exploitation également, la formation géologique peut être touchée. L'impact exercé sur les eaux de surface et souterraines peut être exclu. L'impact direct, la pollution de la formation géologique, peut survenir lors du stockage des déchets dans les points de collecte sur les lieux de travail et industriels, lors de l'éparpillement des déchets pendant qu'ils sont déplacés ou transportés, lors de fuites ou en cas d'accident. Des impacts indirects peuvent avoir lieu lors de l'élimination (incinération, stockage) et lors du transport jusqu'à l'endroit où cela se passe. Ils peuvent se présenter sous la forme de pollution du sol ou d'émissions atmosphériques. La qualité des déchets produits ne dépendant que dans une faible mesure du type de bloc, les impacts peuvent être légèrement différents selon les différents blocs en raison de la quantité de déchets produits. En raison de l'incertitude des données il n'est d'ailleurs pas opportun de différencier les blocs. Il est possible de réduire les impacts en respectant les règles de transport et par la création et l'exploitation de points de collecte conformes aux lois en vigueur.

3.10.4. Les impacts conjugués des installations nucléaires fonctionnant sur le site

L'exploitation des nouveaux blocs ne résulte pas foncièrement en des déchets de types différents que ceux produits dans la centrale actuelle, leur quantité respective – en raison des installations plus moderne de la nouvelle centrale – sera en revanche probablement inférieure à celle des déchets actuellement produits. Des déchets d'exploitation traditionnels (non-radioactifs) sont produits lors de l'entretien, des travaux de construction, des activités de traitement de l'eau et de préparation. Dans la centrale existante, en 2010, 1811 t de déchets industriels non-dangereux, 372 t de déchets dangereux et 450 t de déchets municipaux ont été produits. Il est à prévoir que la quantité de déchets des nouveaux blocs sera inférieure en raison d'une technologie plus moderne, d'une nécessité d'entretien plus faible et d'un moindre besoin de main-d'œuvre. Les déchets principaux liés à l'exploitation des nouveaux blocs sont réunis *dans le tableau de l'annexe M-2*.

Il est possible de réduire les impacts des déchets produits en respectant les règles de transport et par la création et l'exploitation de points de collecte conformes aux lois en vigueur.

3.11. Environnement du site, impacts sociaux et économiques

3.11.1. Présentation de la situation initiale

Dans les caractéristiques générales de l'environnement du site, nous présentons la position de la ville, les étapes de son développement et ses caractéristiques infrastructurelles. Nous prenons en considération dans l'appréciation le fait que la centrale en activité influe fortement sur la vie de la commune de Paks et qu'avec la création des nouveaux blocs les effets bénéfiques pourront se ressentir sur le plus long terme.

3.11.1.1. Les caractéristiques environnementales les plus importantes de la ville

Géographie physique et position de la ville dans l'espace

La position de la ville au bord du Danube sur une rive élevée détermine la géographie physique de Paks. La commune de 15 hectares est implantée à la frontière entre la Transdanubie et l'Alföld. Du point de vue de la géographie des paysages, elle possède plutôt les caractéristiques de l'Alföld que de la Transdanubie. Dans le système de relations spatiales, la détermination d'origine historique nord-sud domine, les relations est-ouest sont de second rang. Les relations régionales de Paks sont caractérisées par la collaboration et la concurrence avec Dunaföldvár et par la dépendance administrative vis-à-vis de Szekszárd en raison de la place de cette ville comme capitale régionale et des services qui y sont proposés. Seules de faibles relations ont pu être établies avec Kalocsa à cause du Danube.

Au XIX^e siècle, Paks était une ville agricole de taille significative avec une population importante et avait plusieurs fonctions (agricole, artisanale, commerciale et de services) Au tournant du XIX^e et du XX^e siècle, Paks est un chef-lieu avec d'importants commerces de qualité et industries (il y a même un port, une poste et une gare dans la commune). Ce développement a été interrompu par la première puis davantage encore par la deuxième guerre mondiale, après laquelle la commune a commencé à se redévelopper en se basant sur le caractère agricole de la région (conserverie). (Paks a établi des relations commerciales et d'approvisionnement agricole particulièrement étroites avec la capitale.)

Avec la construction de la centrale nucléaire, la population de Paks a significativement augmenté en peu de temps, mais par la même occasion Paks est devenue une ville monofonctionnelle. La création de la centrale a également engendré de profonds changements au regard de la culture de travail. Par la même occasion la présence de techniciens spécialisés a donné à la ville son caractère unique.

Malgré une croissance dynamique de la population, Paks n'a pas su développer ses fonctions de commune de taille moyenne conformément. Son système de relations intercommunales, sa zone d'attraction outre son caractère de centre d'emploi ne se sont pas améliorés de façon substantielle. Parallèlement, grâce à la centrale, les infrastructures de la commune de Paks, en comparaison avec des villes de taille similaire, sont de meilleure qualité. Le développement des infrastructures de base est complet. Conformément aux besoins médicaux spéciaux liés à la centrale, des soins spécialisés se sont développés mais un hôpital n'a pu être créé dans la ville.

Infrastructures techniques

Avant la construction de la centrale nucléaire, le réseau d'infrastructures était très arriéré. Le développement a commencé au début des années 1970 et a atteint un niveau acceptable au tournant du millénaire. Avec la construction de la centrale, la topographie et la physionomie de Paks ont changé fortement. Un nouveau centre et une nouvelle zone d'habitation ont été construits.

Actuellement les caractéristiques les plus importantes concernant les infrastructures sont les suivantes:

- Le *réseau routier* de la ville est moderne. Sa longueur totale est de presque 100 km, toute la surface dispose d'un revêtement solide, les rues sont facilement accessibles. Des trottoirs ont été construits tout le long des rues, mais la ville n'est pas bien équipée en pistes cyclables.
- L'approvisionnement en eau potable satisfait à toutes les exigences. La longueur du réseau de conduites d'eau était de 112,2 km en 2010. L'eau potable fournie est de qualité convenable. La ville dispose actuellement d'un réservoir d'eau de 4450 m³. Presque 100% de la quantité d'eau potable fournie s'écoule par le réseau d'*assainissement* de la ville, qui a une longueur de 69,4 km. La totalité de l'eau usée produite est nettoyée avant de s'écouler. 100% des foyers sont approvisionnés en eau potable et la proportion de foyers reliés au réseau d'assainissement est de 93%, ce qui est peut être considéré comme un bon chiffre.
- La commune est couverte par une collecte régulière des déchets. Sur la commune en 2010, 15 701 t de déchets solides ont été collectés. La ville de Paks exploite sa propre décharge municipale disposant d'un permis et d'une protection technique. Lors des développements, une usine de compostage sera établie. Bölcske, Gerjen, Györköny, Pusztahencse, Madocsa et Nagydorog se sont associés au système régional de gestion des déchets. L'infrastructure de tri sélectif des déchets de la ville est appropriée. Les anciennes décharges de la ville ont été remises en culture.
- Le déploiement du *réseau électrique* est de 100%. Le *réseau de distribution du gaz* a été mis en place en 1996; plus de 45% des foyers y sont reliés. Dans les autres foyers, des cuisinières électriques et le chauffage central peuvent être utilisés.

3.11.1.2. La ville et la production d'énergie atomique

La situation de la ville de Paks est particulière comparée aux villes de taille similaire, son fonctionnement étant déterminé fondamentalement par une grande entreprise. La ville de Paks et la centrale nucléaire sont des partenaires stratégiques, depuis des dizaines d'années il collaborent étroitement dans le domaine de l'aménagement du territoire. Dans les dernières décennies, de nombreux développements ont été réalisés à Paks "en tant qu'investissements liés" ou grâce au soutien important de la société MVM Paksi Atomerőmű Zrt.

La source la plus importante de rentrée d'impôts locaux de la ville est la taxe professionnelle, qui constitue environ la moitié du budget de la ville. Les questions liées à la centrale nucléaire sont en revanche sous tous les aspects d'importance nationale. La ville et la région ont donc à peine voix au chapitre.

Les documents sur l'aménagement du territoire ne donnent pas de repères sûrs pour l'avenir. L'examen de la conception nationale de l'aménagement du territoire ne traite pas du sort de la centrale nucléaire dans le chapitre sur l'alimentation en énergie. Parallèlement la majorité des membres de la Commission sur le développement durable au Parlement se sont prononcés en faveur du développement de la centrale nucléaire de Paks. Ainsi, même à long terme, le développement de la ville peut être assuré sur la base de la production d'énergie nucléaire. La ville, pour sa part, prend en permanence les mesures nécessaires. Tous les projets ou conceptions à l'échelle locale tiennent compte du développement de la centrale nucléaire.

La construction de la centrale a fait de Paks la commune en développement la plus dynamique du pays. Sur la base des versements de l'impôt sur le revenu, Paks est aujourd'hui la huitième commune la plus riche du pays. Des branches de service se sont développés qui ne sont pas caractéristiques d'une ville d'une telle taille.

Lors de la prochaine décennie, les travaux de construction du nouveau bloc de la centrale nucléaire accentueront particulièrement cette interdépendance et la collaboration. Les incidences sur l'emploi

du développement de la centrale suite à un accroissement temporaire pourront résulter en une augmentation de la population de 1–1,5 milliers, ce qui dans le cas présent ne compensera pas la diminution de la population causée par les processus démographiques négatifs et l'émigration..

3.11.2. Impacts de la construction

Nous pouvons classer les impacts de la construction et de l'exploitation des nouveaux blocs de la centrale nucléaire sur l'environnement de la commune en trois catégories principales:

- les impacts sur la topographie, la configuration, l'image de la commune et sur la protection du patrimoine,
- les impacts sur les commodités et les services publics de la commune,
- les impacts sur le réseau routier et sur la circulation.

Au regard des impacts sur l'environnement de la commune, selon les informations actuelles, il n'y aura pas de différence essentielle entre chaque type de bloc ni au cours de la construction, ni pendant l'exploitation. (Il y a un écart important uniquement dans le nombre des personnes travaillant à la construction – *tableau 2.5.1-3. du chapitre 2.5.*)

Au regard de sa configuration et de sa position, la ville peut profiter de la construction des nouveaux blocs. En effet l'investissement prévu renforce sur le long terme la situation actuelle de Paks.

Il est prévisible que la phase de construction nécessitant une forte main-d'œuvre s'accompagnera d'un accroissement important de la population. Il sera nécessaire de loger les ouvriers et éventuellement leur famille. Cela peut façonner les rapports structuraux du tissu urbain de la ville (foyers temporaires de travailleurs, construction de nouveaux bâtiments d'habitation, garantie de transport depuis les communes voisines). L'agrandissement du parc immobilier requiert le développement du réseau d'infrastructures lui étant nécessaire. Le développement des services de base (commerce, restauration, établissements publics) et même de nouveaux sites récréatifs peut être nécessaire notamment de préférence près de leur lieu de travail, c'est à dire à Paks.

La nouvelle réalisation se fera dans une zone industrielle. La place des blocs de la centrale et l'espace nécessaire au chantier ont déjà été désignés dans le plan de régulation de la ville. L'occupation temporaire de l'espace au cours de la construction a entre autres un impact sur l'environnement du site puisque ces espaces ne peuvent pas être utilisés à d'autres fins pendant ce temps-là. La construction d'installations complémentaires liées à la centrale (par ex. des routes, d'autres composantes de réseau) requiert également la modification de l'occupation des sols avoisinants. Il convient de prendre particulièrement en compte la question environnementale lors du choix de ces terrains.

Les développements prévus se situent relativement loin des monuments historiques du patrimoine culturel, il n'est donc pas prévu qu'ils soient touchés. Le choix de l'emplacement des installations complémentaires liées à la centrale doit tenir compte de leur emplacement. Pour la sauvegarde des valeurs archéologiques, un état archéologique des lieux, éventuellement une fouille préventive et un contrôle archéologique des travaux de terrassement sont nécessaires.

En raison du besoin de services de la main-d'œuvre nombreuse (et des membres de leur famille) arrivant dans la commune au cours de la construction et restant travailler pour un certain temps, les services collectifs et publics sont à développer. Il est par exemple probable que l'augmentation des capacités dans les domaines de la gestion des déchets et des travaux de nettoyage public soit nécessaire. En cas de construction d'une nouvelle zone d'habitation, il est probable qu'il sera nécessaire de développer les commodités. Les extensions de réseau et les développements pendant la construction provoqueront des gênes temporaires dans la vie de la commune (bruit, vibrations, pollution de l'air).

La construction des nouveaux blocs entraînera un transport de marchandises et de personnes important. Un besoin de nouvelles routes pourrait se faire sentir (par ex. entre le site de construction et les nouvelles zones d'habitation). L'augmentation de la circulation – particulièrement l'importance du trafic de marchandises – va endommager l'état des routes utilisées et provoquera une plus grande charge de bruit et de vibration et une dégradation de la qualité de l'air. C'est pour cela qu'il est souhaitable de privilégier les transports publics et nécessaire de développer les possibilités de parking et les transports aussi bien au niveau local qu'intercommunal.

3.11.3. L'impact de l'exploitation des nouveaux blocs

3.11.3.1. Les impacts sur l'environnement de la commune

Les impacts se manifestant au cours de l'exploitation dépendent considérablement de quels types de développements et d'investissements ont été réalisés pendant la construction et de la nécessité ou non de ceux-ci pendant le fonctionnement. Le développement des capacités répondra selon toutes prévisions aux besoins naissant lors de l'exploitation puisque les besoins de la main-d'œuvre lors de l'exploitation seront inférieurs à ceux de la construction.

L'exploitation des nouveaux blocs – pour autant que les développements nécessaires soient réalisés au cours de la construction – n'aura que très peu de répercussions sur l'environnement de la commune. Il ne faut compter qu'avec les impacts de la circulation due au transport des personnes et des marchandises. Il est possible de réduire ceux-ci en utilisant les routes contournant les zones d'habitation, en utilisant des véhicules moins bruyants et émettant moins de polluants atmosphériques, en entretenant en permanence les routes utilisées, en réparant le plus rapidement possible les défauts de voirie et les nids de poule et en cas de nouveau revêtement en utilisant des revêtements dit silencieux.

La stabilisation de la position dans l'espace découlant de la construction des nouveaux blocs représente un atout indéniable pour l'environnement de la commune.

3.11.3.2. Impacts économiques et sociaux

Évolution démographique

Il convient de considérer l'évolution démographique comme facteur d'action en raison du besoin de main-d'œuvre de l'activité et de la croissance du besoin de services en résultant. Les changements liés à la construction sont plus importants que ceux liés à l'exploitation. Cela résulte du grand nombre de personnes travaillant sur la construction et de la longue durée de celle-ci. Pendant la construction, la main-d'œuvre supplémentaire (non locale) pourra atteindre les 5000–6000 personnes. Cette augmentation soudaine peut causer d'innombrables problèmes.

Considérant que deux blocs sont construits et le besoin de main-d'œuvre lié aux services, le nombre de travailleurs nécessaire pour l'exploitation approche les 1000 personnes. Cela représente aussi un changement important mais il peut s'intégrer dans le développement régional en modérant par exemple le vieillissement de la population.

Impacts économiques et sociaux

L'amélioration de la situation de l'emploi locale et régionale est importante – une augmentation de presque 10% – aussi bien pendant la construction que pendant l'exploitation. Dans la région, la structure de l'enseignement professionnel est favorable du point de vue de la satisfaction des besoins directs et indirects des nouveaux blocs.

Les impacts favorables sur l'emploi de la construction et de l'exploitation se propagent, l'augmentation des revenus des particuliers et de la municipalité peuvent favoriser la relance

économique. Il est possible d'escompter un renforcement des entreprises individuelles et des sociétés fonctionnant dans la région par rapport à la situation de base.

L'investissement prévu aussi bien dans la construction qu'au cours de l'exploitation augmente considérablement les rentrées fiscales locales à Paks. L'investissement aura également un impact considérable sur l'évolution des recettes fiscales et des cotisations du pays.

Les impacts sur les individus

La période de construction va provoquer des changements dans la qualité de vie. Cela se manifeste en général par des désagréments pour la population locale et cause une dégradation de la qualité de vie pour une bonne partie des personnes y travaillant pendant plusieurs années.

Dans les systèmes locaux de soin, d'enseignement et de protection sociale il n'y a pas beaucoup de réserves pour la prise en charge (à l'exception de l'école maternelle) de la population supplémentaire (venant parfois en famille) présente temporairement ou sur le long terme, il est donc indispensable de développer ceux-ci.

L'existence de la centrale nucléaire ne constitue toujours pas un facteur amoindrissant le sentiment de sécurité dans la région. La population accepte bien la centrale nucléaire en activité aussi bien au niveau national que régional. L'incident de Fukushima n'a pas foncièrement modifié cette opinion. Sur la question concernant la création de la nouvelle centrale nucléaire en revanche, aussi bien l'incident technique de 2003 à Paks que la catastrophe de Fukushima ont eu un impact important sur la proportion de soutien-refus. L'autre enseignement des sondages est que le soutien à l'énergie atomique dépend grandement du niveau d'information des gens. Ainsi, plus les gens sont informés, plus ils acceptent l'idée d'une nouvelle centrale.

La nouvelle centrale atomique prévue – malgré un fonctionnement temporaire en parallèle – servant en fin de compte à remplacer la centrale actuelle, la communication de cette information à la population serait importante du point de vue l'acceptation de la nouvelle centrale vu les données des sondages.

Impacts sur la communauté

En examinant la commune de Paks, il est possible d'affirmer que presque tout aujourd'hui est lié à la centrale nucléaire. L'identité locale changera donc dans une moindre mesure, la direction du changement dépendant également des expériences positives ou négatives vis-à-vis de la construction et de l'exploitation. Plus de gens de la région seront employés pour la construction et l'exploitation, plus le lien avec la centrale va se renforcer. L'image de la région aujourd'hui est particulièrement bonne, la centrale nucléaire constitue une force d'attraction pour les individus et les entreprises. De ce point de vue, il ne faut pas s'attendre à des changements particuliers.

3.11.4. Les impacts conjugués des installations nucléaires fonctionnant sur le site

Les impacts conjugués exercés sur les environs de la commune ne se manifestent uniquement de manière indirecte en raison de charges supplémentaires lors du transport sur des parties de territoire le long des routes utilisées. Localement, des impacts importants peuvent se produire tout au bord de la route, pour cette raison l'amortissement de la charge doit être une tâche importante. Dans ce domaine la municipalité doit travailler en collaboration avec l'investisseur (zones de ralentissement de la circulation, décaler les heures de début de service de chaque installation, etc.)

Tous les autres effets exercés sur l'environnement de la commune sont de type économique-social. Cela signifie dans le cas présent que les effets conjugués ne sont pas déterminants mais résulteront de la nouvelle situation découlant de l'arrêt définitif de la centrale fonctionnant aujourd'hui. Il ne convient pas de les examiner aujourd'hui mais dans le cadre de l'analyse d'impact qui sera effectuée par rapport à la cessation d'activité de la centrale.

3.12. Occupation des sols et des paysages

3.12.1. Présentation de la situation initiale

Selon la loi LIII de 1996 sur la protection de l'environnement dans la partie du travail s'occupant de la protection du paysage il est nécessaire d'examiner l'utilisation des sols, la structure du paysage, les caractéristiques paysagères et le potentiel paysager de l'environnement des nouveaux blocs de la centrale nucléaire. Du point de vue du paysage – prenant en considération l'aspect marquant des nouveaux blocs comme éléments du paysage – nous avons étendu l'évaluation à un périmètre de 20 km autour de la centrale.

3.12.1.1. Utilisation de l'espace, structure du paysage

Les photos satellite et aériennes prises depuis la création de la centrale nucléaire ont aidé à l'examen des changements dans la structure du territoire. Sur la base de 5 prises de vue aériennes et satellite réalisées entre 1997 et 2009, il est possible d'affirmer les choses suivantes:

- La région de Paks dans les années 1970 – avant la construction de la centrale nucléaire actuelle – était une région de production agricole typique (presque 2/3 de grandes exploitations) avec un forte proportion de zones semi-naturelles (bois 10%, prairies 6%, plans d'eau un peu plus de 5%). La ville s'intégrait dans ce type de paysage. Dans la commune calme et stagnante, la transformation des aliments dominait l'activité industrielle.
- La construction de la centrale a introduit des changements importants dans la structure du paysage: La quantité d'éléments non-naturels a augmenté, une vaste zone industrielle a vu le jour et le centre d'habitations pour les travailleurs a également été créé. L'augmentation de la surface boisée (bois de réserve) était également visible. Le développement des zones industrielles est continu depuis, en premier lieu entre la commune et la centrale nucléaire, dans la zone entre le Danube et la route 6. Cependant ce changement ne résulte pas directement de l'accroissement du terrain de la centrale nucléaire mais de l'implantation de zones industrielles annexes et d'installations industrielles d'autres types et annexes en découlant.
- Aux environs du tournant du millénaire, la structure agricole a profondément changé. La proportion des grandes exploitations a diminué de 40%, celle des petites exploitations a augmenté de 18% (restitution). Depuis, les grandes exploitations ne dominent plus seules la structure du paysage. L'importante augmentation ayant eu lieu dans la surface consacrée aux infrastructures de sport, de loisirs et de villégiature est l'un des signes du développement urbain.

La structure du paysage de Paks et de l'environnement de la centrale est caractérisée aujourd'hui par l'important aspect de mosaïque et par la diversité (*Illustration M-19. en annexe*). L'étendue des terres agricoles est toujours importante (59%). La proportion de forêts d'arbres à feuilles caduques est grande (≈11%). L'étendue des plans d'eau, des prairies et des terrains de maisons individuelles représentent environ 5%, ils peuvent donc toujours être considérés comme une utilisation caractéristique de l'espace dans la région.

3.12.1.2. L'étude des caractéristiques du paysage actuel

Pour caractériser un paysage (paysage, structure du paysage), nous avons l'habitude d'évaluer outre son activité biologique, son originalité, sa variété et son état de santé³⁴. Ces facteurs sont d'abord définis par l'existence ou le manque de cultures, d'autres éléments paysagers et de lisières et par leur quantité et qualité.

- L'activité biologique de la région examinée est actuellement moyenne. La proportion de forêts par rapport à la moyenne nationale est légèrement plus faible, il y a relativement peu de prairies. Les plans d'eau (en premier lieu le Danube et les lacs de pêche) sont proportionnellement supérieurs à la moyenne. Les terres agricoles recouvrant presque la moitié du territoire sont en partie actives du point de vue biologique puisque pendant toute la période de végétation ou pendant une partie de celle-ci elles sont recouvertes de végétation.
- Le degré d'influence anthropique est important (centrale, autres zones industrielles, routes, lignes électriques à haute tension, etc.), également dans les poches de nature. (Par ex. le bois de réserve est plutôt une plantation qu'une véritable forêt. La pâture du parc écologique a fortement endommagé l'état de la steppe sableuse originale.) Les environs des nouveaux blocs prévus ont donc perdu une bonne partie de leur état originel en raison des travaux de transformation menés par l'homme. Par conséquent, leur état originel ne se trouve qu'en faible quantité. Les zones semi-naturelles, presque intouchées, se trouvent principalement au bord du Danube et sur la dorsale collinaire s'étendant vers le nord-ouest plantée principalement de vignes et d'arbres fruitiers. La zone protégée Űrge-mező de Paks en fait partie.
- Vu ses caractéristiques géographiques, la région examinée a les particularités de l'Alföld. Du point de vue de la diversité cependant sa structure du territoire était déjà plus variée, découpée et colorée qu'un paysage moyen de l'Alföld. Une des raisons principales réside dans le plan d'eau et les bois, c'est à dire dans la présence du Danube et de la végétation typique de ses rives, qui forment des bordures nettement visibles limitant l'espace.
- L'état de santé de la région du point de vue du paysage diminue en permanence. Les fortes perturbations liées à l'activité humaine datent d'avant la création de la centrale. La faune et la flore se dégradent, les espèces de valeur disparaissent. Les surfaces couvertes tout au long de l'année par la végétation naturelle manquaient déjà pour la plupart à cette époque. L'exploitation industrielle s'accompagne souvent de maladies de la végétation, d'érosion, de surfaces dévastées³⁵-endommagées, du développement de mauvaises herbes et d'espèces étrangères (par ex. l'herbe sous les lignes électriques ou la quantité importante de mauvaises herbes dans les bois). Les développements de ces dernières années (par ex. l'agrandissement de la zone industrielle, la mise en place de l'autoroute M6, la création du parc écologique) ont renforcé ce processus néfaste.

Pour résumer il convient de constater que la région du point de vue du paysage a été profondément transformée, les empreintes des activités humaines sont importantes. Du point de vue du paysage, le Danube et la végétation sur ses rives ainsi que le relief important, la diversité et l'état naturel d'une partie des lisières constituent des atouts..

³⁴ Csemez Attila – Balogh Ákos: Préservation des paysages dans l'évaluation des incidences environnementales (réalisé à la demande de l'OKTH en 1986)

³⁵ érodées.

3.12.1.3. Caractéristiques du paysage

Le paysage prend forme au cours de la perception de l'individu par l'identification de ses formes et de ses éléments de couleur et par les jugements de valeur subjectifs qui lui sont portés. En général nous trouvons beau ce paysage, qui est varié et se compose principalement d'éléments naturels et semi-naturels. La perception de l'espace, que les lisières horizontales élargissent et que les verticales rétrécissent, est importante. Dans les plus belles parties du paysages, les reliefs changeants, le plan d'eau et le vert de la végétation sont réunis.

Les environs de la centrale nucléaire possèdent une structure de paysage moyennement riche. Du point de vue du paysage, parmi les éléments positifs importants se trouvent les plans d'eau, la végétation attenante et les reliefs formant la bordure ouest. Il n'y a pas d'éléments malencontreux à la vue (par exemple une décharge) ou bien ils sont cachés. La ville et la centrale nucléaire sont les deux éléments non-naturels de poids du paysage.

La façon dont la centrale nucléaire est considérée en tant qu'élément visuel dépend de l'appréciation de chacun. Les points de vue sociologique, cognitif, émotionnel, psychique (voire même politique) influent sur l'appréciation qu'en fait l'ensemble de la société. Il est important de préciser que du point de vue de l'appréciation de la centrale nucléaire, celle-ci est perçue comme symbole de grande culture du travail, de conception de haut niveau et de précision. Elle dénote par sa présence l'investissement de l'expertise, les techniques de pointe et la technologie.

Pour conclure, il est possible d'affirmer qu'actuellement la valeur du paysage de la région n'évolue pas (ni dans un sens positif, ni dans un sens négatif).

3.12.1.4. L'activité de la centrale nucléaire dans la configuration du paysage et de l'environnement de la commune

La participation active de la centrale en activité à la protection de l'environnement joue aussi un rôle dans la structuration du territoire. De nombreux programmes ont pu voir le jour grâce au soutien de MVM Paksi Atomerőmű Zrt, certains étant notables du point de vue du paysage:

- la réhabilitation et la recharge en eau du bras mort du Danube Fadd-Dombori,
- la revitalisation de la tourbière boisée de Dunaszentgyörgy le long de l'itinéraire de la recharge en eau,
- la création d'un lieu pour la pêche à côté de la clôture de la centrale nucléaire
- le soutien de fondations et d'actions s'occupant du développement de la commune et d'aménagement du territoire (par ex. "Ensemble contre l'ambrosie", fondation d'aménagement du territoire Danube-Mecsek³⁶, action "Plante un arbre, un arbre de vie – pour conserver les sources d'oxygène!"³⁷).

3.12.2. Impacts de la construction

La *structure du paysage*, c'est à dire le comment du type de l'ensemble du paysage d'accueil et de son utilisation à grande échelle, a changé fortement lors de la construction de la centrale aujourd'hui en activité. Une nouvelle dimension d'utilisation est apparue dans la région. L'ancienne région de production agricole s'est transformée en région industrielle. Les nouveaux blocs seront implantés dans une structure de paysage déjà utilisée pour l'exploitation de la centrale nucléaire actuelle. Il n'y aura donc pas de changement supplémentaire du point de vue de la structure du paysage.

³⁶ Source: <http://www.atomeromu.hu/duna-mecsek-teruletfejlesztési-alapítvány>

³⁷ Source: <http://www.paks.hu/varos/civilszervezet.php>

Du point de vue de la *structure du territoire*, des changements à plus petite échelle sont en revanche à prévoir dans certaines parcelles d'utilisation des sols, et en premier lieu dans les environs proches de la centrale. Les impacts sont les conséquences premièrement de la construction du site, deuxièmement de l'aménagement d'installations temporaires de chantier et troisièmement la réalisation d'ouvrages associés, par ex. des infrastructures (réseau d'électricité, routes, voies ferrées, port, etc.) Des changements supplémentaires dans l'utilisation du territoire sont possibles dans l'environnement direct du site. Il est par exemple opportun d'augmenter la surface du bois de réserve vers le nord ou il peut être nécessaire de déplacer partiellement ou entièrement sur de nouveaux terrains certaines parcelles d'utilisation des sols (site d'élevage, piste de motocross, etc.). Ces changements bien visibles d'utilisation du territoire ont lieu dans un rayon de quelques centaines de mètres et au maximum de 1–2 km autour du site. Ils ne causent que des modifications mineures dans la structure de l'espace.

L'impact de la construction sur l'*utilisation des paysages* pendant la période de construction de 5–8 ans est d'importance non-négligeable sur le chantier de construction d'une étendue de 100 ha. Il peut même causer des perturbations visibles à l'échelle du paysage. Selon les expertises, l'impact le plus important peut être le transport. Dans l'intérêt d'une réduction maximale des perturbations, il conviendrait de transporter le plus de matériaux de construction possible par voie d'eau. Le transport ferroviaire est également préférable au transport routier exception faite de la bordure orientale de Paks.

Le transport routier perturbe la circulation sur les routes des environs (ralentissements, embouteillages). La charge sur les routes entraîne une dégradation de l'état de celles-ci et des bâtiments environnants en raison du poids important des véhicules transportant des matériaux de construction et des vibrations en découlant.

La période de construction étant plus longue que la moyenne, il est intéressant de traiter séparément des *changements temporaires dans le paysage*. Parmi les éléments visibles pendant la construction, certains auront une apparence permanente d'autres une apparence changeante. Est changeante par exemple l'apparence de réalisations en fonction de leur état d'avancement. Est permanente la vue des ouvriers travaillant, des baraquements de chantier, des équipements et des machines de manutention. La présence humaine croissante et la circulation diminuent l'harmonie de la présence industrielle équilibrée actuelle.

Dans la première phase de construction de la centrale nucléaire, les réalisations (aménagement du terrain, travaux de fondation) ne se remarquent pas. Alors que la construction de la superstructure débute, celle-ci commence à laisser son empreinte sur l'apparence de l'environnement plus ou moins proche. La hauteur, le poids et l'aspect massif des nouveaux blocs et installations complémentaires seront semblables à ceux des blocs de la centrale existante. Ils constituent donc de nouveaux éléments visuels mais dans l'ensemble, cette vue n'est pas différente de la précédente. Ni les bâtiments des réacteurs, ni les cheminées bien plus grandes que ceux-ci ne peuvent être intégrés complètement ou cachés dans le paysage. Contrairement aux éléments mentionnés précédemment qui sont d'aspect massif, les cheminées étroites ne dominent pas le paysage.

Dans de nombreux cas les gens ne sont pas dérangés par un élément visuel défavorable. Pour autant qu'une personne voit une image marquante de bâtiment industriel dans le cadre de son travail ou qu'elle est employée de cette usine, son rapport à l'image sera bien plus favorable que celui d'une personne souhaitant se reposer à cet endroit ou qui n'est que de passage. La centrale nucléaire peut avoir un impact dérangeant du point de vue de l'intérieur des communes. Le fait qu'il s'agisse du plus grand fournisseur d'emploi de la commune atténue cependant ce jugement défavorable. Il n'y a que quelques infrastructures récréatives en tant que telles sur le territoire et dans leur cas il est possible de dissimuler l'image malencontreuse. La centrale actuelle ne peut être vue que partiellement depuis la route 6 ou l'autoroute M6. Les courtes sections visibles actuellement vont probablement se développer. Pendant la période de construction, les impacts sur le paysage deviendront progressivement de plus en plus importants.

La zone du paysage touchée va croître progressivement au cours de la construction. Dans les premiers temps, compte tenu des considérations exposées ci-avant, il ne sera possible de voir les changements que de très près ou depuis la clôture. Plus tard, avec la construction des grands édifices (cheminées, bâtiments de la centrale) et la hauteur définitive qui sera atteinte, la zone d'impact va s'agrandir jusqu'à ce qu'elle atteigne un rayon estimé de 20 km.

3.12.3. L'impact de l'exploitation des nouveaux blocs

Les changements dans l'*utilisation de l'espace* et dans la *structure du paysage* sont identiques à ceux décrits lors de la construction. Aucun changement notable n'est donc à attendre suite à la mise en œuvre dans l'utilisation de l'espace ou dans la structure du paysage.

Pour la description synthétique du paysage, nous avons évalué l'activité biologique, l'originalité, la diversité et la santé relativement à l'état actuel. Suite à l'exploitation des nouveaux blocs:

- L'*activité biologique* du territoire va diminuer dans une moindre mesure puisque les zones autour de la construction sont des prairies pauvres, avec ici ou là des restes des travaux de fondation de la construction précédente. La diminution de l'activité biologique découlant de la construction et du revêtement du sol est compensable si les surfaces libres de la zone industrielle ou une partie du terrain où était le chantier sont transformées en parc et si en bordure du nouveau site un bois est planté.
- Le *degré d'influence anthropique* est important même sans les nouveaux blocs. Il continue de progresser avec l'émergence de l'activité. Les infrastructures complémentaires liées augmentent également cette mesure. Du point de vue de la *diversité*, il n'y aura probablement pas de changements importants. L'apparition de nouveaux types de bordures ou une augmentation importante de leur nombre ne sont pas à prévoir.
- Il est également peu probable que des changements notables aient lieu du point de vue de l'*état de santé* du paysage. Suite aux travaux de construction (qui, comme il est à prévoir, détériorent temporairement l'état de santé du paysage), les surfaces endommagées, les terrains de chantier sont aménagés, selon nos attentes des plantes y sont mises. Ainsi ceux-ci ne deviennent pas un foyer de développement d'espèces étrangères.

La construction de la centrale et des installations attenantes cause un changement au niveau du paysage. Des changements notables ne sont pas à prévoir, les nouveaux blocs étant réalisés dans un cubage semblable (hauteur, masse, texture) à celui de la centrale actuelle.

L'*illustration M-20 en annexe* montre la zone touchée par le changement de vue. Nous pouvons voir sur cette illustration d'où les bâtiments d'une hauteur d'environ 50 m seront visibles dans des zones circulaires de rayons de 10, 20 et 30 km sans prendre en considération l'impact du revêtement et des éléments cachant les bâtiments. Les blocs de la centrale seront visibles dans un rayon de seulement 10 km à l'ouest et de 20 km à l'est sur presque l'ensemble du territoire. Entre 20 et 30 km le degré de visibilité commence à diminuer. En prenant en considération les bois en bordure du Danube nous avons classé le cercle d'un rayon de 20 km autour du centre du nouveau site comme territoire affecté par la vue de la centrale. (Naturellement, depuis cette zone aussi, la nouvelle centrale ne sera visible que partiellement et en fonction des conditions météorologiques. Le zone d'impact dans le temps et dans l'espace pourra donc de manière variable être plus petite.)

Les *illustrations de M-21 à M-27 en annexe* montrent quelques photos établies à partir des analyses sur l'apparence probable des nouvelles installations en rapport avec les types de blocs examinés.

3.12.4. Les impacts conjugués des installations nucléaires fonctionnant sur le site

Les changements au niveau du paysage (structure du paysage, paysage) ne pouvaient pas être examinés sans prendre en considération l'état initial. Ainsi les constats dressés ci-dessus concernent la période de fonctionnement en parallèle. Des impacts différents pourront apparaître en raison de la nouvelle situation découlant de l'arrêt de la centrale exploitée actuellement (par ex. la démolition des bâtiments existants).

4. Délimitation des zones d'impact selon les versions prises en compte

4.1. Zone d'impact des effets radiologiques

Pour l'évaluation des effets, l'un des aspects est la spatialité de l'effet en question puisque l'étendue importante de la zone peut entraîner l'augmentation du nombre des milieux touchés et donc l'importance de l'effet. Pour l'évaluation des impacts sur l'environnement provoqués par les rejets radioactifs ainsi que par les rayonnements directs et diffus, ce sont les catégories d'évaluation indiquées dans le *tableau 4.1-1*, qui peuvent être appliquées.

Tableau 4.1-1 : Catégories d'évaluation des effets radiologiques des nouveaux blocs

Changement d'état	Niveaux d'exposition aux rayonnements (E) [$\mu\text{Sv}/\text{an}$]
Neutre	$E \leq 90$
Tolérable	$90 \leq E \leq 1\ 000$
Pénible	$1\ 000 \leq E \leq 10\ 000$
Nuisible	$E > 10\ 000$

La limite supérieure de l'effet neutre est la valeur de $90\ \mu\text{Sv}/\text{an}$ parce que selon la proposition présentée dans le document « Contrainte de dose des nouveaux blocs à installer sur le site de Paks » [42], lors de la détermination de la contrainte de dose relative aux nouveaux blocs, il est utile de prendre en compte la valeur de la contrainte de dose définie pour la centrale nucléaire existante ($90\ \mu\text{Sv}/\text{an}$), parce qu'il s'agit de la même activité (exploitation d'une centrale nucléaire) et du volume identique des ressources (capacité installée totale). La valeur de $90\ \mu\text{Sv}/\text{an}$ de la contrainte de dose définie dans l'avis numéro OTH 40-6/1998 de l'ÁNTSZ OTH pour les blocs 1 à 4 de la centrale nucléaire de Paks est beaucoup plus inférieure à la limite de dose affectant la population ainsi qu'à la valeur de la variation de l'exposition au rayonnement issu de la radioactivité naturelle dépendant de la zone et du temps. Si une contrainte de valeur similaire (ou proche) à celle relative à la centrale nucléaire en exploitation n'était pas définie pour la nouvelle installation, cela pourrait provoquer la différence entre les évaluations du même impact radiologique sur le même environnement des deux centrales.

La limite supérieure de l'impact tolérable est la valeur de $1000\ \mu\text{Sv}/\text{an}$ parce qu'en vertu de l'arrêté numéro 16/2000. (VI. 8.) EüM, le total des expositions des membres de la population aux rayonnements externes et internes issus de sources artificielles – outre l'exposition au rayonnement entraîné par les interventions médicales diagnostiques et thérapeutiques, par les soins infirmiers non professionnels et par la participation volontaire à la recherche médicale – ne doit pas dépasser cette limite de dose.

La limite supérieure de l'impact pénible est la valeur de $10\ 000\ \mu\text{Sv}/\text{an}$ parce qu'en vertu de l'arrêté numéro 16/2000. (VI. 8.) EüM, il s'agit du niveau de dose d'intervention le plus faible pour lequel il est nécessaire de prendre une mesure de protection (enfermement) en cas d'état d'urgence (état provoqué par un événement anormal ou conditions d'exposition aux rayonnements persistant à la suite de l'événement anormal).

Sur le plan radiologique, *en fonctionnement normal*, la zone d'impact reste à l'intérieur de la zone contrôlée, selon les émissions gazeuses et liquides ainsi que selon les considérations fondées sur la dose. En plus, l'exposition aux rayonnements n'atteint pas la valeur de $90\ \mu\text{Sv}/\text{an}$, elle peut être donc considérée comme neutre. L'étendue de la zone d'impact est représentée sur la *Figure M-28 de l'Annexe*.

Toute sortie dans un environnement plus large ne peut se produire qu'en cas d'incident et d'accident grave. Les *incidents issus de la conception* peuvent être classés en deux groupes sur la base de leurs fréquences. Des valeurs limites d'émission sont attribuées à ces catégories, qui peuvent assurer que l'émission ne soit pas supérieure à la valeur qui exigerait la mise en place de mesures de précaution à l'extérieur d'un périmètre de 800 mètres et qui entraînerait des conséquences économiques.

Sur la base des analyses effectuées par nous, en cas d'une émission caractéristique passant par la cheminée, la dose se réduit au cinquième sur un périmètre d'environ 4 km par rapport à celle mesurable à 800 mètres. Par conséquent, si les critères de l'EUR sont respectés, il ne faut pas envisager une exposition aux rayonnements supérieure à 1 mSv/événement, pour la catégorie DBC3 à l'extérieur d'un périmètre de 800 mètres et pour la catégorie DBC4 à l'extérieur d'un périmètre de 4 km, c'est-à-dire qu'à l'extérieur de ces périmètres, l'impact ne sera pas sûrement pénible. En cas de respect des critères de l'EUR, l'exposition se réduit à la valeur de 90 µSv/événement sur une distance de 7 km pour la catégorie de DBC3 et sur une distance de 40 km pour la catégorie de DBC4 ; sur une distance plus grande, l'impact sera neutre.

Pour vérifier la constatation ci-dessus, nous avons effectué des calculs. En cas d'incident LOCA³⁸ appartenant à la catégorie DBC4 du bloc type EPR [29], sur une distance de 800 mètres, un effet à court terme de 0,29 µSv/événement et une dose efficace engagée de 1,5 µSv/événement peuvent être observés pour des personnes de moins de 50 ans, compte tenu des caractéristiques nutritionnelles habituelles. Ces valeurs sont plus faibles d'environ trois ordres de grandeur que celles très conservatives déductibles des exigences de l'EUR.

Les *événements dépassant la base de conception* peuvent être divisés en incidents hors conception et en accidents graves. Pour les incidents hors conception, il est utile d'imposer une limite d'émission, alors que c'est la fréquence cumulative des accidents graves sans limite d'émission qui est limitée. Le déroulement des accidents graves est significativement influencé par les mesures d'intervention pour la réduction des conséquences qui sont considérées comme efficaces si l'émission demeure dans les limites relatives aux incidents hors conception. L'EUR propose de définir des valeurs limites d'émission pour les incidents hors conception par lesquelles il est possible d'assurer que l'émission ne dépasse pas la valeur qui rendrait nécessaire une évacuation à l'extérieur d'un périmètre de 800 mètres et un déplacement temporaire à l'extérieur d'un périmètre de 3 km et qui exigerait un déplacement pour une période de plus d'un an à l'extérieur d'un périmètre de 800 mètres ainsi que qui entraînerait des conséquences économiques. En supposant que – conformément au critère de l'EUR – dans le pire des cas, on peut détecter une dose de 30 mSv à 3 km de l'émission et une dose de 10 mSv à 7 km, cependant, sur une distance de 100 km, une dose de 1 mSv peut se produire.

Afin de vérifier ce qui précède, nous avons effectué une analyse avec les données de catégorie DEC (extension de la base de conception) disponibles pour le type EPR [29]. Selon les calculs effectués par nous, une valeur de 34 µSv sur une distance de 800 mètres et une valeur de 12 µSv sur une distance de 3 km ont été relevées, c'est-à-dire que les doses définies sur la base des données d'émission sont de plusieurs ordres de grandeur plus faibles que les valeurs déductibles des exigences de l'EUR.

Les valeurs déduites des critères de l'EUR sont résumées dans le *Tableau 4.1-2*. Il convient de souligner que ces valeurs ne concernent pas un type de bloc donné mais elles représentent une limite supérieure au-dessous de laquelle aucun type ayant des propriétés plus « mauvaises » ne peut être construit, en cas d'obligation de respecter les critères de l'EUR.

³⁸ LOss of Coolant Accident – incident entraînant une perte de liquide de refroidissement.

Tableau 4.1-2 : Distances de l'axe du panache associées aux valeurs cibles basées sur les critères de l'EUR en cas de différents incidents (en km)

Incident	Valeur cible			
	30 mSv	10 mSv	1 mSv	90 µSv
DBC3*	–	–	0,8	7
DBC4*	–	–	4	40
DEC**	3	7	100	1400

* Pour la dose efficace engagée ultérieure.

** Pour la dose efficace soutenue pendant les 7 premiers jours.

4.2. Zone d'impact des effets environnementaux classiques

Les zones d'impact préalablement estimées des effets environnementaux classiques pouvant être associés à la construction et au fonctionnement des nouveaux blocs de centrale nucléaire ainsi qu'aux incidents, accidents ou situations d'avarie éventuels sont présentées sous forme de tableau. Les *Tableaux 4.2-1. à 4.2-3.* montrent l'étendue territoriale des effets environnementaux classiques selon les facteurs d'effet relatifs aux différents éléments / systèmes environnementaux. Les zones d'impact relatives aux différents éléments / systèmes environnementaux sous forme de cartes sont représentées sur les *Figures M-29. à M-38. de l'Annexe.*

Tableau 4.2-1. : Zone d'impact des effets environnementaux classiques de la phase de construction

Facteur d'effet	Etendue de la zone d'impact	Notes explicatives
Impacts sur la qualité de l'air		
Travaux de construction	Cercle d'un rayon de 500 m autour du terrain de construction	Opérations importantes entraînant la pollution de l'air, menées pendant plusieurs années. L'émission la plus importante est celle des poussières (particules).
Transport de personnes et de charges	Bande de 50 à 100 m des voies de transport jusqu'aux points de répartition de la circulation (Csámpa, Paks, nœud de l'autoroute M6)	
Impacts sur le microclimat		
Occupation du sol (nouvelles installations, revêtement)	Zone d'installation, chantier de construction et un périmètre de 100 m autour de ceux-ci	Changements non significatifs en raison de l'effet urbain
Impacts sur le milieu des eaux de surface		
Captage d'eau (eaux domestique et technologique)	Usine de captage d'eau, station de pompage, section de sortie du canal d'eau froide, son périmètre de 100 m au maximum	En raison des changements morphologiques du lit au niveau de l'usine de captage d'eau ainsi que des changements défavorables de l'état et de l'utilisation provoqués par le déficit en eau.
Introductions de l'eau – Introduction de l'eau issue de l'assèchement de génie civile – Introduction de l'eau de pluie – Introduction des eaux usées municipales et industrielles (traitées)	Périmètre de 5 km au maximum autour du terrain de construction (son impact est limité à la période des travaux de fondation) 1 km au maximum (compte tenu de la petite quantité rapportée au débit du Danube) < 100 m à partir du lieu d'émission	La base de la détermination de la zone d'impact est le terrain sur lequel la qualité de l'eau de surface est éventuellement déclassée en raison de l'introduction de l'eau.
Autres impacts – Construction d'une station de pompage alimentant le canal de l'eau froide – Nouveau segment du canal de l'eau chaude, construction d'un barrage contre les inondations	500 m en amont et en aval Zone d'intervention, chantier de construction et une bande de 500 mètres	En raison de l'effet concernant l'état hydrodynamique et la morphologie du lit du Danube. La construction du canal exerce un effet sur la paroi côtière.
Impacts sur les eaux souterraines		
Facteurs influant sur l'état de la nappe	La zone d'impact direct correspond essentiellement au terrain de construction et au chantier de construction. La	Le niveau d'eau, la différence de niveau de la nappe d'eau souterraine et le cours d'eau sont influencés non seulement par des facteurs naturels mais également par

Facteur d'effet	Etendue de la zone d'impact	Notes explicatives
d'eau souterraine	limite de l'Est de la zone d'impact est le lit du canal de l'eau froide. (La zone d'impact n'est pas unique, les limites précises ne peuvent être définies qu'à l'aide d'une modélisation hydraulique.)	des effets artificiels : exploitation du canal de l'eau froide (le lit du canal n'est pas isolé, il est en contact hydraulique direct avec la nappe d'eau souterraine) ; infiltration / évacuation de l'eau de pluie ; remplissage, couverture ; défauts éventuels du réseau des services publics ; fondations profondes.
Assèchement des tranchées de fondation	La zone d'impact directe et indirecte est représentée par les tranchées de fondation et par une bande de quelques 10 mètres au maximum. La zone d'impact s'étend vers l'Est jusqu'à la ligne du canal de l'eau froide. (La zone d'impact précise ne peut être définie qu'à l'aide d'une modélisation hydraulique.)	Les tranchées de fondation ne peuvent être réalisées que par l'abaissement du niveau de la nappe d'eau souterraine. Sur le terrain de construction, le niveau moyen de la nappe phréatique se situe à une profondeur de 8 à 10 mètres. L'intervention affecte également le niveau, le sens et la vitesse d'écoulement de la nappe phréatique. L'effet indirect est le compactage des formations aquifères qui peut provoquer des affaissements inégaux de la surface.
Effet de l'occupation du sol, exercé sur la nappe d'eau souterraine	L'étendue du terrain de construction et du chantier de construction.	L'occupation du sol limite l'infiltration dans la surface des eaux de pluie ce qui entraîne l'abaissement du niveau de la nappe d'eau souterraine, cependant, en raison de l'évaporation limitée, le niveau d'eau devrait augmenter. Les deux effets s'équilibreront (pourront s'équilibrer) l'un l'autre.
Prise de la nappe phréatique (pour assurer les besoins en eau potable)	La zone d'impact directe et indirecte estimée représente un périmètre d'environ 5 km autour de l'Usine hydraulique de Csámpa. (La zone d'impact ne peut être précisée qu'après une collecte de données élargie, à l'aide d'une modélisation hydraulique.)	Effet direct : les niveaux statiques des nappes d'eau souterraine ne devraient pas baisser de plus de quelques mètres. Effet indirect : en raison du captage d'eau accru, le gradient hydraulique pourra devenir négatif en mettant en danger les couches aquifères. Le chimisme des nappes d'eau souterraine pourra se modifier en raison de la modification des réactions entre l'eau et les roches. La diminution de la pression d'eau interstitielle pourra entraîner le compactage des couches aquifères ce qui pourra provoquer l'affaissement de la surface du sol.
Impacts sur le sol et la formation géologique		
Préparation du terrain, aménagement du terrain, remplacement des services publics	Le terrain de construction d'environ 400 m × 600 m. Le taux d'occupation maximum est de 24 hectares. Le chantier de construction se trouve au nord du terrain de construction, sa superficie est de 76,2 hectares.	
Dégagement de poussières du sol	La zone d'impact estimée est une bande d'une longueur de 1,5 km et d'une largeur de 0,6 km vers le sud-sud-est du centre du terrain de construction et une bande d'une longueur de 1 km et d'une largeur de 0,6 km vers le nord de celui-ci. (La détermination correcte ne peut être faite que par modélisation.)	La taille moyenne des grains des sols concernés par les travaux de terrassement varie entre 0,1 et 0,3 mm, les sols sont donc susceptibles de devenir poussiéreux. Le phénomène du dégagement de poussières du sol provoqué par le vent concerne la zone des tranchées de fondation, des talus et des voies du chantier de construction jusqu'à la profondeur de la nappe d'eau souterraine. La zone d'impact est le territoire de sédimentation des particules de sol transportées par le vent sur des distances courtes ou longues.
Erosion des talus des fouilles sous l'effet de l'eau de pluie (érosion de	La zone d'impact est pratiquement la surface totale des talus mis en œuvre. Les dimensions de la zone d'impact	La stabilité des talus des fouilles et des voies de transport est menacée par des processus d'érosion. L'érosion de surface provoquée par les précipitations intenses

Facteur d'effet	Etendue de la zone d'impact	Notes explicatives
surface)	ne dépassent pas donc les limites du chantier de construction.	a un tel effet. Cet effet indirect concerne la formation géologique mise en surface suite aux travaux de terrassement.
Impacts des fondations sur le sous-sol	La zone d'impact directe est la zone des installations et une bande étroite de quelques mètres au plus. (Les valeurs précises peuvent être calculées par une modélisation géotechnique détaillée.)	Cela signifie l'utilisation accrue de la formation géologique en matière de physique du sol (compactage). En raison du poids des installations, l'augmentation des charges des couches est prévisible partout. Sur le territoire de la centrale nucléaire, la limite de profondeur prévisible des tensions de sol provoquant un compactage peut être fixée à 47 m, selon les calculs archivés.
Impacts sur la faune et la flore et les communautés d'espèces		
Impacts sur la faune et la flore terrestres	Tout terrain de construction, que ce soit à l'intérieur ou à l'extérieur de la limite du terrain, est considéré comme zone d'impact directe affectant la faune et la flore. La zone d'impact de tout autre élément de l'environnement (air, eau, sol) ou de tout autre facteur d'effet (bruit, vibrations, gestion des déchets) est à considérer comme zone d'impact indirecte.	Dans la zone d'impact directe, on peut prévoir la destruction de la faune et de la flore, et au-delà, une certaine perturbation. Une partie de la zone de perturbation se situe sur le territoire Duna Natura 2000 de Tolna.
Impacts sur la faune et la flore aquatiques	Les zones directes des travaux de construction des installations du système de refroidissement par eau fraîche (usine de captage d'eau, nouveaux canaux d'eau froide et d'eau chaude, barrage de protection contre les inondations) ainsi que la section de quelques centaines de mètres du Danube sous ces zones de travail.	La réalisation des installations du système de refroidissement par eau fraîche au point de jonction des nouveaux canaux et du Danube entraîne l'intervention dans la faune et la flore danubiennes (dragage, travaux d'aménagement sur la rive) qui concerne également le territoire Duna Natura 2000 de Tolna.
Exposition au bruit et aux vibrations		
Exposition au bruit causé par les travaux de construction ainsi que par le transport des personnes et des charges	La limite de la zone d'impact est la distance des sources de bruit (à partir du bord du terrain de construction ou de la voie de transport), ce qui est de 3100 mètres pour les travaux de construction et de 40 mètres pour la voie de circulation. Les zones habitées (Paks, Dunaszentbenedek, Csámpa) se trouvant à l'intérieur de ces périmètres sont affectées.	La zone d'impact affectée par le bruit a été définie en vertu de la législation applicable, compte tenu de l'exposition de fond des zones environnantes, de leur classement dans les catégories de construction ainsi que des émissions de bruit des activités envisagées. La zone d'impact affectée par le transport comprend, au point de vue des émissions de bruit et de vibrations, les territoires longeant la voie ferrée jusqu'à Előszállás et ceux longeant les routes jusqu'aux points de répartition de la circulation (Csámpa, Paks, nœud de l'autoroute M6).
Exposition aux vibrations causées par les travaux de construction ainsi que par le transport des personnes et des charges	Le terrain de construction et le chantier de construction, ainsi que le périmètre de 100 m se trouvant autour de ceux-ci (zone d'impact directe), et la bande de 80 à 100 m des routes et des voies ferrées utilisées pour le transport (zone d'impact indirecte).	
Production de déchets non radioactifs		
Déchets produits lors des travaux de	La zone d'impact ne dépasse pas ou ne dépasse que de	Le milieu touché est (peut être) partiellement le terrain de construction sur lequel

Facteur d'effet	Etendue de la zone d'impact	Notes explicatives
construction	quelques mètres la zone de dépôt, elle reste donc, en tout état de cause, dans les limites du terrain de construction. S'il s'agit d'une décharge de déchets, celle-ci n'affecte pas la taille de la zone d'impact.	les déchets se produisent, mais surtout la zone dans laquelle ceux-ci sont stockés jusqu'à leur enlèvement ou dans laquelle ils sont déposés, dans le cas où ils ne sont pas recyclés. Le milieu touché correspond à la formation géologique.
Transport de déchets	La bande de 50 à 100 mètres des voies de transport jusqu'aux points de répartition de la circulation (Csámpa, Paks, nœud de l'autoroute M6).	La construction exige le transport d'un volume important de déchets, plus précisément, l'enlèvement de la terre excavée qui doit être enregistrée, selon la réglementation applicable, en tant que déchets.
Impacts sur l'environnement de la commune		
Structure spatiale, infrastructure, effets socio-économiques	La zone d'impact comprend les parties de communes dans lesquelles des investissements de développement urbain auront lieu en raison de l'installation des nouveaux blocs. Dans la présente phase, les lieux exacts de ceux-ci ne sont pas connus, mais il est probable que de tels développements ne seront réalisés que dans l'espace intérieur de la ville de Paks. Par conséquent, c'est la commune de Paks qui est définie comme zone d'impact.	Investissements de développement urbain : construction de nouveaux centres d'habitation, de logements temporaires, d'éléments d'infrastructure ou réalisation d'établissements culturels ou sportifs.
Occupation du paysage et du terrain, impacts sur le paysage		
Visibilité, impacts sur le paysage	Le périmètre de 20 km du lieu d'installation.	Au-delà de cette distance, et malgré sa grande surface, ce périmètre n'altérera pas le paysage.
Travaux menés sur le terrain de construction	L'effet peut être éventuellement détecté à la limite sud de Paks et tout à l'ouest de Dunaszentbenedek.	Il ne faut pas craindre une exposition supplémentaire importante pour les communes, d'une part en raison de l'éloignement et d'autre part, dans le cas de Dunaszentbenedek, grâce à la forêt sur la zone inondable qui fait obstacle à l'exposition.
Activité de transport	La bande de 50 à 100 m des voies de transport.	

Tableau 4.2-2. : Zone d'impact des effets environnementaux classiques de la phase d'exploitation

Facteur d'effet	Etendue de la zone d'impact	Notes explicatives
Impacts sur la qualité de l'air		
Essai de fonctionnement des générateurs diesel	Cercle d'un rayon de 500 mètres autour des nouveaux blocs	Cela signifie une exposition temporaire de quelques heures par mois.
Transport des personnes et des charges	Bande de 50 à 100 m des voies de transport	
Impacts sur le microclimat		
Occupation du sol (nouvelles installations), effet urbain	Le site et ses environs sur 100 m	
Fonctionnement du système de refroidissement par eau fraîche	Les canaux d'eau chaude et les sections de 4 à 5 km en amont des points d'introduction de ceux-ci ; le périmètre de quelques dizaines de mètres des rives	Après 4 ou 5 km, le panache thermique se mélange sur la surface, par conséquent, aucun changement climatique caractéristique n'est probable.
Impacts sur le milieu des eaux de surface		
Captage d'eau de refroidissement	La section entre les nouveaux canaux d'eau froide et ceux d'eau chaude à installer	En fonction de la puissance des blocs et de l'écart thermique, le besoin en eau est de 132 à 172 m ³ /s au maximum ce qui représente 19 à 25 % du débit le plus faible du Danube (700 m ³ /s).
Evacuation de l'eau de refroidissement réchauffée (dans le respect des limites de température qui deviendront probablement plus strictes)	4,5 km, pour une puissance de blocs 2×1200 MW 8,5 km, pour une puissance de blocs de 2×1600 MW	En supposant une température d'eau de fond de 26,7°C et une température d'émission de 30°C. La zone d'impact est la limite de l'accroissement de température de 1°C.
Autre captage d'eau technologique	La zone d'impact est locale dans le périmètre du captage d'eau.	Le captage d'eau technologique est négligeable (de l'ordre de ‰) par rapport au débit le plus faible du Danube (700 m ³ /s).
Rejet d'eaux usées (traitées)	<100 m à partir du lieu d'émission	Le volume des eaux usées traitées rejetées par chacun des blocs n'est qu'une infime partie du débit le plus faible du Danube. Le rejet n'entraîne aucun déclassement des caractéristiques de qualité d'eau.
Impacts sur les eaux souterraines		
Impacts des fondations profondes sur la nappe d'eau souterraine	La zone d'impact directe comprend la surface de base des installations mais l'étendue de la zone d'impact varie au fil du temps, elle est plus grande si le niveau de la nappe d'eau souterraine est moyen ou bas, cependant, si celui-ci est plus élevé, elle peut même disparaître.	Les confinements des blocs de réacteur et le niveau de fondation des turbines se situeront toujours en dessous de la nappe d'eau souterraine. Les fonds profonds détourneront le sens d'écoulement naturel de la nappe d'eau souterraine en formant une barrière.
Colmatage de lit causé par les puits d'infiltration riverains	La section du lit du canal d'eau froide se trouvant du côté de la centrale nucléaire	Le fonctionnement accru des puits d'infiltration riverains peut entraîner l'envasement intense du lit du canal d'eau froide sur la surface d'infiltration de celui-ci.
Prise de la nappe phréatique (pour	La zone d'impact directe et celle indirecte seront	Les zones d'impact plus précises ne peuvent être déterminées que par une

Facteur d'effet	Etendue de la zone d'impact	Notes explicatives
assurer le besoin en eau potable)	probablement plus limitées (périmètre d'un rayon de 5 km de l'Usine hydraulique de Csámpa) que celles de la phase de construction.	modélisation hydraulique.
Impacts sur le sol et la formation géologique		
Effets de charge exercés par les installations sur le sous-sol	L'étendue est semblable à celle de la phase de construction (le territoire des installations et une bande étroite de quelques mètres au maximum).	Le compactage du sol porteur de charge sous les fonds se poursuit mais plus lentement. Les effets des processus de consolidation sont similaires à ceux qui se produisent dans la phase de construction mais la durée des effets est plus longue.
Les effets de vibrations exercés par les fonds de turbines (de machines) sur les sols	La zone d'impact comprend la surface de fond de l'installation (halle de turbines). Cette zone d'impact directe ne dépasse pas les limites du terrain de construction.	Ces effets entraînent l'utilisation accrue de la formation géologique en matière de physique du sol. Sous les fonds, le compactage des sols peut continuer et dans un cas défavorable, la liquéfaction des sols peut se produire. Les lieux des installations provoquant de tels effets ne sont pas encore connus dans le stade actuel de la conception. Les effets indésirables peuvent être évités par la stabilisation du sol ; dans ce cas, la zone d'impact n'existe plus.
Impacts sur la faune et la flore et les communautés d'espèces		
Impacts sur la faune et la flore terrestres	Il ne faut envisager pratiquement que la zone d'impact indirecte qui correspond à l'ensemble des habitats dans lesquels des changements détectables des éléments de l'environnement (air, eau, terre) sont prévisibles. C'est le périmètre du nouveau réseau de transport d'électricité qui peut être considéré comme zone d'impact directe où la blessure ou la mort de certains oiseaux peut occasionnellement survenir.	Zone d'impact dite positive des effets favorables : dans le cas où l'eau serait transférée depuis les nouveaux blocs vers le bras mort du Danube de Fadd-Dombori, ce bras mort et son environnement direct, en plus, étant donné que le système de canaux fournissant l'appoint d'eau passe à travers de la forêt marécageuse de Dunaszentgyörgy, celle-ci est aussi une zone d'impact. Cela concerne également les étangs de pêche et les jolis espaces verts qui servent d'habitats pour la faune et la flore aquatiques et riveraines.
Impacts sur la faune et la flore aquatiques	La zone d'impact se trouve à environ 2,5 km au sud de l'embouchure du canal d'eau chaude existant.	La construction du nouveau point d'entrée de l'eau chaude entraîne l'élargissement de la zone d'impact actuelle (appartenant à la centrale nucléaire en service et certifiée par le système de monitoring). Il s'agit là de la distance entre le canal d'eau chaude existant et le nouveau canal d'eau chaude (qui se trouve sous celui-ci). (Actuellement, l'affectation d'une section de 2 km du Danube / changement de l'état de la faune et de la flore aquatiques sont détectés.)
Exposition au bruit et aux vibrations		
Exposition au bruit causé par l'exploitation des installations de la centrale nucléaire	Le cercle d'un rayon de 500 m à partir des sources d'émission.	Il n'y a pas d'objets exposés.
Exposition au bruit causé par le transport des personnes et des charges	Le long de la route principale numéro 6, jusqu'à une distance d'environ 50 m de l'axe de la route.	Il y a des installations à protéger dans les zones habitées de Paks et de Csámpa, ces zones peuvent être donc considérées comme zone d'impact.
Exposition aux vibrations causées par	La zone d'impact est identique à celle de la phase de	La zone d'impact affectée par le transport comprend les territoires longeant la

Facteur d'effet	Etendue de la zone d'impact	Notes explicatives
l'exploitation et le transport des personnes et des charges	construction : le site et une bande de 100 m se trouvant autour de celui-ci, ainsi que la bande de 80 à 100 m des routes et des voies ferrées utilisées pour le transport.	voie ferrée jusqu'à Előszállás et ceux longeant les routes jusqu'aux points de répartition de la circulation (Csámpa, Paks, nœud de l'autoroute M6).
Production de déchets non radioactifs		
Déchets produits lors de l'exploitation	La zone d'impact directe est le lieu de collecte des déchets dangereux issus de l'exploitation ainsi que l'environnement direct du lieu de collecte des déchets non dangereux (dans les limites du site). La zone d'impact des déchets évacués – incinérateur de déchets, dépôts de déchets dangereux et non dangereux – est à déterminer dans le cadre de l'étude d'impact environnemental de l'installation donnée.	Le milieu touché par les effets des déchets d'exploitation est affecté dans l'utilisation du terrain, elle peut être la formation géologique. La zone d'impact indirecte des déchets déposés fait partie de la zone d'impact de la décharge.
Transport de déchets	La bande de 50 à 100 mètres des voies de transport jusqu'aux points de répartition de la circulation (Csámpa, Paks, nœud de l'autoroute M6).	
Impacts sur l'environnement de la commune		
	La ville de Paks, ville accueillant la nouvelle installation prévue, est à définir également comme zone d'impact pendant la durée de l'exploitation.	La centrale nucléaire existante contribue non seulement au développement de la commune mais également à celui de la région plus large avec de ressources financières, par exemple grâce aux soutiens offerts par des fondations. En cas de poursuite de ces traditions prospectives, on pourrait définir même le département entier comme zone des effets socio-économiques favorables. Cependant, selon notre opinion, cela n'est pas déterminant au point de vue environnemental, par conséquent, n'est pas indiqué sur la figure de la zone d'impact.
Occupation du paysage et du territoire, effets sur le paysage		
Visibilité, effets sur le paysage	Le périmètre de 20 km autour du site de la centrale nucléaire.	Aux moments donnés et dans les lieux donnés, compte tenu du taux d'occupation de la zone (plantes, bâtiments) et des conditions météorologiques, la zone d'impact peut être ramenée même à 1 ou 2 km ou à 10 ou 100 m. Dans le périmètre de 20 km, il y a des terrains importants depuis lesquels les nouvelles installations ne sont pas visibles.
Autres impacts (structure du paysage, changement du potentiel du paysage)	Ces impacts ne concerneront probablement que le périmètre de quelques kilomètres autour des installations prévues. En outre, les nouveaux développements liés à la construction de la nouvelle centrale peuvent être interprétés comme zone d'impact affectant le paysage. (Le lieu de ceux-ci n'est pas encore connu actuellement.)	

Tableau 4.2-3. : Zone d'impact des effets environnementaux classiques des incidents, des accidents et des situations d'avarie

Facteur d'effet	Etendue de la zone d'impact	Notes explicatives
Impacts sur la qualité de l'air		
Production d'incendie, explosion	La zone d'impact estimée est de 1 à 3 km.	Evénements supposés : feu d'huile en cas de la panne du système d'huile de la turbine, du transformateur, du système d'huile auxiliaire et des disjoncteurs ; panne de l'entrepôt des bouteilles de gaz ou celle des bouteilles de gaz ; transport interne de matières dangereuses ; incendie dans l'installation de stockage des déchets dangereux et industriels issus de l'exploitation ; explosion près des réservoirs se trouvant dans l'usine d'hydrogène ou près des réservoirs d'azote.
Impacts sur le milieu des eaux de surface		
Fuite de gas-oil au niveau des réservoirs de gas-oil pour les générateurs diesel	20 km au maximum, compte tenu d'une pollution indirecte (survenue en raison du contact avec la nappe phréatique contaminée)	La pollution directe peut être complètement évitée par une bonne installation.
Impacts sur le sol et la formation géologique		
Fuite de gas-oil au niveau des réservoirs de gas-oil pour les générateurs diesel	La zone d'impact directe comprend la zone d'infiltration du gas-oil (une surface d'environ 100 m ² en cas de fuite de 30 m ³ de gas-oil) qui peut légèrement se modifier si les couches de sol ne sont pas homogènes. En cas de présence de couches comportant des grains plus fins et ayant une capacité de perméabilité plus faible, cette surface de 100 m ² peut légèrement augmenter mais la différence est négligeable.	Le polluant potentiel qui est présent sur le site le plus souvent et en quantité la plus grande est l'huile diesel (gas-oil). Sur le territoire de la centrale nucléaire, une quantité de 500 m ³ au maximum pourra être probablement stockée (éventuellement dans des réservoirs souterrains à double paroi munis de détecteurs de fuites).
Production de déchets non radioactifs		
Déversement ou fuite des déchets lors du stockage sur les lieux de collecte se trouvant sur les postes de travail ou dans l'usine, lors de leur manipulation et transport ainsi qu'en cas d'accident de transport	La pollution survenue peut être rapidement détectée, son effet peut être éliminé, c'est pourquoi la zone d'impact est limitée à l'environnement de l'avarie et ne dépasse pas les limites du site. La zone d'impact des effets causés par les accidents de transport hors site est l'environnement direct du lieu de l'accident.	La pollution de l'environnement peut se produire lors du stockage des déchets sur les lieux de collecte se trouvant sur les postes de travail ou dans l'usine, lors du déversement ou de la fuite des déchets au cours de leur manipulation et transport ainsi qu'en cas d'accident de transport.

4.3. La zone d'impact globale, les communes concernées par la zone d'impact

Sur la base de l'évaluation préliminaire des impacts environnementaux liés à la construction et à l'exploitation de nouveaux blocs de la centrale nucléaire, l'étendue de la zone d'impact globale a été définie par nous en mettant chaque zone d'impact primaire en couverture. Pour la zone d'impact initiale, c'est-à-dire, globale, c'est la zone d'impact des effets visuels du paysage qui doit servir de base. Nous avons défini comme zone d'impact des effets visuels le périmètre d'un rayon de 20 km autour du centre du site des nouveaux blocs. Il est à noter qu'en fonction de la couverture, de l'effet de recouvrement des installations et des conditions météorologiques actuelles, cette zone d'impact peut être beaucoup plus limitée dans l'espace et dans le temps. Cette zone d'impact montre donc l'étendue possible maximale. Il y a un seul élément de la zone d'impact qui dépasse ce périmètre, à savoir la zone d'impact des bruits et des vibrations issus du transport ferroviaire (en particulier lors de la construction). Cette zone s'étend jusqu'au premier nœud ferroviaire, à Előszállás, avec un périmètre de 100 m autour de la ligne ferroviaire. En effet, la zone d'impact réelle est la partie de la bande située le long de la ligne ferroviaire sur laquelle il y a des zones habitées ou des éléments construits qui sont sensibles à l'exposition au bruit et aux vibrations.

La zone d'impact globale est représentée sur la figure M-39 de l'Annexe, les communes concernées par la zone d'impact sont énumérées dans le Tableau 4.3-1.

Tableau 4.3-1. : Les communes concernées par la zone d'impact

	Commune	Micro-région	Département	Région
Périmètre de 0 à 15 km				
1.	Bátya	de Kalocsa	Bács-Kiskun	Grande Plaine du Sud
2.	Bikács	de Paks	Tolna	Transdanubie du Sud
3.	Bogyiszló	de Szekszárd	Tolna	Transdanubie du Sud
4.	Bölcske	de Paks	Tolna	Transdanubie du Sud
5.	Drágszél	de Kalocsa	Bács-Kiskun	Grande Plaine du Sud
6.	Dunapataj	de Kalocsa	Bács-Kiskun	Grande Plaine du Sud
7.	Dunaszentbenedek	de Kalocsa	Bács-Kiskun	Grande Plaine du Sud
8.	Dunaszentgyörgy	de Paks	Tolna	Transdanubie du Sud
9.	Fácánkert	de Szekszárd	Tolna	Transdanubie du Sud
10.	Fadd	de Szekszárd	Tolna	Transdanubie du Sud
11.	Foktő	de Kalocsa	Bács-Kiskun	Grande Plaine du Sud
12.	Géderlak	de Kalocsa	Bács-Kiskun	Grande Plaine du Sud
13.	Gerjen	de Paks	Tolna	Transdanubie du Sud
14.	Györköny	de Paks	Tolna	Transdanubie du Sud
15.	Kajdacs	de Paks	Tolna	Transdanubie du Sud
16.	Kalocsa	de Kalocsa	Bács-Kiskun	Grande Plaine du Sud
17.	Madocsa	de Paks	Tolna	Transdanubie du Sud
18.	Nagydorog	de Paks	Tolna	Transdanubie du Sud
19.	Németkér	de Paks	Tolna	Transdanubie du Sud
20.	Ordas	de Kalocsa	Bács-Kiskun	Grande Plaine du Sud

	Commune	Micro-région	Département	Région
21.	Paks	de Paks	Tolna	Transdanubie du Sud
22.	Pusztahencse	de Paks	Tolna	Transdanubie du Sud
23.	Szalmár	de Kalocsa	Bács-Kiskun	Grande Plaine du Sud
24.	Szedres	de Szekszárd	Tolna	Transdanubie du Sud
25.	Tengelic	de Szekszárd	Tolna	Transdanubie du Sud
26.	Tolna	de Szekszárd	Tolna	Transdanubie du Sud
27.	Újtelek	de Kalocsa	Bács-Kiskun	Grande Plaine du Sud
28.	Uszód	de Kalocsa	Bács-Kiskun	Grande Plaine du Sud
Périmètre de 15 à 20 km				
29.	Cece	de Sárbogárd	Fejér	Transdanubie Centrale
30.	Dunaföldvár	de Paks	Tolna	Transdanubie du Sud
31.	Dusnok	de Kalocsa	Bács-Kiskun	Grande Plaine du Sud
32.	Fajsz	de Kalocsa	Bács-Kiskun	Grande Plaine du Sud
33.	Harta	de Kalocsa	Bács-Kiskun	Grande Plaine du Sud
34.	Homokmégy	de Kalocsa	Bács-Kiskun	Grande Plaine du Sud
35.	Kölesd	de Szekszárd	Tolna	Transdanubie du Sud
36.	Medina	de Szekszárd	Tolna	Transdanubie du Sud
37.	Miske	de Kalocsa	Bács-Kiskun	Grande Plaine du Sud
38.	Öregcsertő	de Kalocsa	Bács-Kiskun	Grande Plaine du Sud
39.	Pálfa	de Paks	Tolna	Transdanubie du Sud
40.	Sárszentlőrinc	de Paks	Tolna	Transdanubie du Sud
41.	Vajta	de Sárbogárd	Fejér	Transdanubie Centrale
Une commune supplémentaire concernée par un itinéraire de transport ferroviaire				
42.	Előszállás	de Dunaújváros	Fejér	Transdanubie Centrale

5. Impacts environnementaux pouvant être liés l'arrêt définitif, selon les versions prises en compte des nouveaux blocs

La conception l'arrêt définitif ou du démantèlement qui suivent l'expiration de la durée de vie de la centrale nucléaire commence déjà dans le cadre des travaux préparatifs de la construction de la centrale nucléaire. Cela signifie qu'il faut étudier et évaluer les solutions et les effets possibles du démantèlement, déjà avant le commencement de la construction. Ces analyses seront mises à jour régulièrement pendant la durée de vie de la centrale nucléaire ainsi que juste avant le commencement de l'activité de liquidation. Les étapes de la durée de fonctionnement des blocs existants et des nouveaux blocs prévus de la centrale nucléaire de Paks sont représentées sur la *Figure M-41 de l'Annexe*.

En vertu du point 31 de l'Annexe numéro 1 du Décret gouvernemental 314/2005. (XII. 25.) sur la procédure de l'évaluation d'impact environnemental et de l'autorisation unique de l'utilisation de l'environnement, l'arrêt définitif de la centrale nucléaire est lui-même une activité soumise à l'évaluation de l'impact environnemental.

5.1. Le processus et l'objectif du démantèlement et de l'arrêt définitif de la centrale nucléaire

Le démantèlement de la centrale nucléaire comprend l'ensemble des activités administratives et techniques. Leur mise en œuvre permet de retirer les objets qui tombent sous le contrôle administratif et de remettre le site en état final acceptable (pré-planifié, c'est-à-dire, défini par la stratégie du démantèlement). L'objectif du démantèlement de la centrale nucléaire est d'atteindre tous ces résultats.

Le processus du démantèlement d'une installation nucléaire, donc de la centrale nucléaire, est une activité longue et complexe. Il est lancé déjà au cours de la conception de l'installation parce que les aspects du démantèlement sont pris en compte déjà lors celle-ci. Ce processus se poursuit au cours de l'autorisation, de la construction et de l'exploitation de l'installation. Dans ce long processus, les travaux peuvent être schématiquement divisés selon les étapes suivantes :

- Préparation du démantèlement futur. Elle comprend l'élaboration du Plan de Démantèlement Préliminaire (PDP), la mise en œuvre de la stratégie de démantèlement (au niveau du site et des installations), les révisions régulières du PDP (y compris les activités des autorités), la création et la maintenance permanente de la base de données du démantèlement (y compris la réalisation des études radiologiques, le suivi continu des plans d'exécution et de réalisation ainsi que le suivi des matières dangereuses) et le traitement continu des déchets d'exploitation.
- Conduite de la procédure de l'évaluation de l'impact environnemental du démantèlement futur, y compris la réalisation l'évaluation préliminaire.
- Préparation administrative et technique directe des activités réelles du démantèlement, y compris la rédaction du Rapport sur la sécurité du démantèlement, la mise en place de l'organisme dirigeant le démantèlement, l'élaboration du plan de licenciement, l'établissement de la documentation servant de base à la Demande d'autorisation de l'arrêt définitif et la procédure administrative associée. La préparation technique comprend les activités de nature explicitement technique de la période (transitoire) de quelques années précédant l'arrêt du bloc réacteur.

Préparation des activités réelles du démantèlement qui commence par l'arrêt du bloc. Cela comprend la finalisation du Plan du démantèlement, y compris la réalisation de l'étude radiologique

associée (servant de base à celle-ci) et la procédure administrative s'y rapportant qui sert de base au transfert éventuel du pouvoir d'autorisation. Dans le domaine des activités réelles du démantèlement, tout cela est suivi par les travaux associés aux impacts environnementaux radiologiques et classiques. En cette matière, il est nécessaire d'effectuer de telles opérations et activités comme la décontamination³⁹, le démantèlement, l'élimination des matières, des déchets et des composants radioactifs, la démolition des structures de bâtiments ainsi que le traitement des déchets inactifs et radioactifs produits. La réalisation de ces travaux permet de mettre fin à la supervision administrative des installations ou des bâtiments séparés ainsi que de démolir par des moyens de construction habituels les installations ou les bâtiments qui sont devenus inactifs grâce aux activités de décontamination. Les dernières étapes des activités réelles du démantèlement sont le contrôle final de la radioprotection du site, la rédaction du Rapport final sur le démantèlement ainsi que la suppression de la surveillance administrative du site

5.2. Stratégie de démantèlement à suivre pour le démantèlement des nouveaux blocs nucléaires

L'ensemble des tâches de démantèlement réelles à réaliser au moment donné, la conception et l'élaboration détaillée de celles-ci sont toujours spécifiques au site et aux installations et dépendent largement de la stratégie choisie pour le démantèlement de l'installation.

Lors du choix de la stratégie de démantèlement d'une installation nucléaire et – en tenant compte des versions possibles – lors de sa réalisation, il faut prendre en considération une série de facteurs, essentiellement selon ce qui suit :

- spécificités des projets nationaux relatifs à la gestion des déchets radioactifs (flux de déchets, réservoirs, horaires) ;
- politique de démantèlement nationale ;
- spécificités de l'installation à démanteler ;
- normes de sécurité et de santé ;
- normes environnementales ;
- exigences relatives à l'utilisation ultérieure du site ;
- prise en compte des effets politiques, économiques, sociaux et de la nécessité de l'acceptation par le public ;
- nécessité de la disponibilité de la technologie, faisabilité du démantèlement ;
- coûts de la procédure de démantèlement, prise en compte des ressources disponibles ;
- prise en compte des risques du processus de démantèlement.

Les facteurs ci-dessus doivent être analysés et pris en compte les uns par rapport aux autres de façon pondérée mais en essayant de créer l'équilibre relatif.

Le choix préliminaire de la stratégie de démantèlement est nécessaire dans cette phase parce que nous sommes obligés d'estimer les effets du démantèlement exercés sur l'environnement et les facteurs d'effet liés à celui-ci ce qui ne pourrait être fait en absence d'une stratégie présélectionnée que si les effets de toutes les stratégies de démantèlement étaient étudiés. Cette solution n'est pas pratique parce qu'au niveau actuel des connaissances concernant les impacts environnementaux, il ne peut être prévu que la présentation d'un ensemble d'effets de couverture.

La stratégie de démantèlement réellement appliquée après l'arrêt des blocs sera définie plus tard, sur la base d'analyses détaillées ayant un horizon plus vaste. Au niveau du présent document, il est nécessaire de préalablement choisir une stratégie de démantèlement qui peut être susceptible, en

³⁹ Elimination de la contamination radioactive et des contaminants radioactifs.

matière de ses effets, de couvrir les impacts environnementaux des autres stratégies pouvant être choisies. Il n'est pas nécessaire d'optimiser la stratégie préalablement choisie parce que cela aura lieu selon les directives [85], dans le cadre du développement du programme national. La stratégie de démantèlement optimisée pourra remplacer la version qui sera préalablement choisie dans cette phase. Ici et maintenant, il ne faut démontrer que le fait qu'au point de vue des impacts environnementaux, les autres versions possibles ne sont pas moins favorables que la stratégie préalablement choisie. Le conservatisme nécessaire n'est exigé qu'en matière des impacts environnementaux, cependant il est possible et même il faut laisser de côté les analyses faites sur la base de facteurs supplémentaires nécessaires pour le choix définitif de la stratégie de démantèlement (par exemple : analyse des effets économiques et sociaux, prise en compte des orientations relatives à l'utilisation ultérieure du site, étude de la disponibilité de la technologie, etc.).

Compte tenu de ce qui précède, nous choisissons comme stratégie de démantèlement des nouveaux blocs la version du démantèlement immédiat avec la stipulation que la zone sera remise sans aucune autre restriction. Cette option est la stratégie de démantèlement des installations nucléaires et particulièrement celle des centrales nucléaires, préférée dans le monde entier. Etant donné que l'option de démantèlement préalablement choisie donne peu ou pas de possibilité et de temps pour la décomposition partielle (ou totale) des matières radioactives (déchets) accumulées dans la centrale nucléaire, cette version peut être considérée comme la plus défavorable au point de vue de l'environnement, surtout en matière des facteurs impliqués dans la radiologie. Toutefois, les conditions supplémentaires énumérées au *sous-paragraphe 5.3.2.*, nécessaires à la réalisation de l'option du démantèlement immédiat (disponibilité des installations de stockage de déchets, disponibilité des ressources financières nécessaires pour le financement du site d'entreposage transitoire pour combustible irradié et du processus de démantèlement) seront évidemment satisfaites. La disponibilité des installations de stockage de déchets peut être supposée grâce à l'extension convenable du dépôt national de déchets radioactifs (DNDR) à installer à Bâtaapâti. Comme il est indiqué dans le document [86] : « ... la conception, le dimensionnement, le calendrier de la réalisation et de l'exploitation de l'installation doivent être adaptés aux exigences de la centrale nucléaire de Paks et il faut également prendre en considération au niveau de la conception la possibilité de l'extension. » Le stockage intermédiaire des déchets radioactifs de haute activité et/ou de longue durée peut être effectué jusqu'au commencement des travaux de démantèlement dans les systèmes technologiques des nouveaux blocs. Si une installation de stockage provisoire de combustible irradié sera également construite pour les nouveaux blocs, elle servira durant toute la durée d'exploitation des nouveaux blocs ainsi que la durée de repos éventuellement exigée pendant le démantèlement des blocs. Dans notre pays, la disponibilité des ressources financières nécessaires au processus de démantèlement est prescrite par une loi (§ 62, alinéa (1) de la loi numéro CXVI de 1996 sur l'énergie nucléaire), ainsi la disponibilité de celles-ci peut être présumée assurée par action juridique. Sur la base de ce qui précède, l'option du démantèlement immédiat est réalisable et elle peut être sûrement considérée comme solution la plus défavorable au point de vue de l'environnement, en matière des facteurs impliqués dans la radiologie..

5.3. Les impacts environnementaux du démantèlement

5.3.1. Considérations spécifiques aux blocs

En révisant les versions des nouveaux blocs qui peuvent être prévues, les impacts environnementaux associés à l'arrêt définitif seront étudiés concernant les types (AP1000, MIR.1200, ATMEA1, EPR, APR1400) proposés par cinq différents fournisseurs. Le contenu et la

portée des informations communiquées par les fournisseurs concernant les impacts environnementaux probables du démantèlement sont très peu homogènes.

Cependant, selon les informations disponibles des fournisseurs, un consensus semble être possible concernant le fait que l'opération de démantèlement des nouveaux blocs est plus simple que celle des réacteurs énergétiques à eau pressurisée qui sont en service actuellement et en même temps, il faut se préparer au traitement et au stockage d'une quantité relativement moindre de déchets (p. ex. [87]). Pour les nouveaux types des centrales nucléaires, cette caractéristique favorable au point de vue du démantèlement est fondée au niveau de la conception dont on se réfère en cas de presque tous les types offerts. Au niveau de la conception, les mesures suivantes sont prises afin d'augmenter la sécurité du démantèlement du réacteur du type AP1000 [88] :

- Conception simplifiée de manière inhérente : dans le cadre de celle-ci, le nombre des composants est significativement réduit. Par exemple, pour AP1000, le nombre des vannes prévues a été réduit de 50 % par rapport aux blocs énergétiques à eau pressurisée similaires mais plus anciens, le nombre des pompes de 35 % ainsi que la longueur des tuyaux, le nombre des éléments des systèmes de chauffage et de ventilation de 80 % chacun. Tout cela conduit à la réduction et à la simplification du processus de démantèlement, il faut traiter moins de composants activés ou contaminés, globalement, les impacts environnementaux du processus de démantèlement deviennent plus favorables.
- Limitation de la production et de la propagation de la contamination au niveau de la conception : par exemple, par le revêtement des surfaces qui empêche les impuretés de pénétrer dans le béton en facilitant la décontamination des surfaces ; ou par l'amélioration de l'efficacité de la ventilation dans le circuit secondaire qui permet de réduire la propagation de la contamination.
- Mise en place de l'ensemble des mesures de conception facilitant le démantèlement : les effets des mesures de conception ci-dessus sont également importants au point de vue de l'exploitation, cependant d'autres considérations de conception ont été aussi mises en place spécifiquement pour faciliter le démantèlement. Ici, nous ne soulignons que celles les plus importantes : conception optimisée des voies d'approche des grands équipements qui sont importantes lors du démantèlement, zones conçues pour le dépôt des équipements potentiellement contaminés, ou différents éléments et revêtements de protection amovibles qui sont uniquement conçus pour faciliter le démantèlement.

Cette idée est renforcée par les efforts généraux des concepteurs (p.ex. [89]) qui tendent à améliorer les conditions d'exploitation par l'augmentation de la qualité et de la capacité portante du combustible utilisé dans les réacteurs et qui contribuent en même temps à la réduction de la quantité et du degré de danger des déchets radioactifs à traiter lors du démantèlement.

Compte tenu de ce qui précède et en l'absence d'informations contraires, il n'est pas nécessaire et il n'est pas possible de différencier les impacts environnementaux du démantèlement et de l'arrêt définitif des cinq types de réacteurs.

5.3.2. Présentation des impacts environnementaux du démantèlement

5.3.2.1. Aperçu des éléments et systèmes environnementaux affectés par le démantèlement

Le démantèlement affectera probablement tous les éléments et systèmes environnementaux à des degrés divers. Des impacts environnementaux radiologiques et classiques se produisent également dans les éléments et systèmes affectés ci-dessous :

- Eléments environnementaux affectés (compte tenu de l'interprétation de la loi numéro LIII de 1995 sur les règles générales de la protection de l'environnement) : l'air, l'eau, la terre,

la faune et la flore, l'environnement construit (artificiel) créé par l'homme, ainsi que leurs composants.

- Systèmes environnementaux affectés : les écosystèmes, l'environnement des communes (y compris les changements de l'infrastructure, du transport, de l'approvisionnement en eau, de l'évacuation des eaux usées, de l'approvisionnement en énergie, etc.) et le paysage (panorama et utilisation des terrains).
- Outre les éléments et systèmes environnementaux, les facteurs d'effet à étudier sont l'exposition au bruit et aux vibrations ainsi que la gestion des déchets (qui est une activité déterminante au point de vue du démantèlement).

En plus, selon les exigences relatives au contenu des évaluations d'impact environnemental, il faut également étudier les effets sociaux et économiques liés à l'environnement. En particulier, il est nécessaire d'examiner les problèmes d'emploi prévisibles se produisant en raison du démantèlement, le changement de la population causé par celui-ci et tout autre aspect humain, la qualité de vie, les conditions culturelles (p.ex. connaissances acquises, comportements, valeurs collectives).

5.3.2.2. *Activités exerçant des effets sur les éléments et systèmes environnementaux*

Ces activités seront précisément identifiées dans l'évaluation d'impact environnemental en tenant compte de toutes les variables spécifiques au site et aux installations ainsi que de la stratégie du démantèlement choisie (éventuellement mise en cause) évoquées précédemment. Parmi toutes ces activités, il faut absolument examiner ce qui suit :

- traitement des matières et déchets dangereux (radioactifs et toxiques) ;
- traitement des rejets liquides et gazeux (radioactifs et inactifs) ;
- entreposage ou stockage définitif des déchets radioactifs ;
- transport (y compris les transports des déchets actifs et inactifs) ;
- démolition des bâtiments ;
- entreposage, recyclage, traitement des déchets, stockage définitif des résidus, y compris utilisation des déchets de construction inactifs sur le site ou hors site, comblement et travaux de terrassement associés ;
- accidents potentiels, événements imprévus parmi lesquels il faut étudier les différents incendies (y compris l'inflammation des matières radioactives ou toxiques), les émissions et les fuites de polluants et de gaz, les erreurs de maintenance, les dommages structurels causés par des effets externes (tels que tremblements de terre, inondations, sabotages).

5.3.2.3. *Impacts environnementaux*

Les effets potentiels du démantèlement seront listés par élément ou système environnemental avec la brève description de ceux-ci. La liste ci-dessous ne sert que de guide pour la réalisation de l'évaluation de l'impact environnemental. Pour les impacts figurant dans la liste il est précisé si l'effet donné est un effet radiologique ou classique exercé sur l'élément ou système environnemental indiqué. Il est à noter que parmi les effets du processus de démantèlement il y aura également des effets favorables (p.ex., l'atteinte thermique à l'environnement qui résulte de l'élimination de l'énergie thermique issue de l'exploitation de l'installation prendra fin) mais l'évaluation doit être faite dans le cadre de l'évaluation de l'impact sur l'environnement. Les effets potentiels du démantèlement de la centrale nucléaire sont les suivants :

- **Impacts sur les éléments et systèmes environnementaux naturels**
 - Air : le démantèlement est accompagné de la démolition des bâtiments, du broyage des débris produits, du démontage des systèmes et machines technologiques, etc. Les activités liées au démantèlement impliquent le déplacement de véhicules et d'engins lourds et encombrants. C'est la qualité de l'air qui est le principal facteur affecté par le processus de démantèlement compte tenu également des caractéristiques météorologiques de la région puisque toutes ces activités peuvent entraîner l'émission de gaz, d'aérosols et de poussières radioactifs et inactifs. – Effets classiques et radiologiques.
 - Eau : le processus de démantèlement modifie ce système environnemental en fonction des caractéristiques hydrologiques et hydrogéologiques du site. Il faut tenir compte des contaminations potentielles des eaux superficielles et souterraines qui peuvent être provoquées par les composants contaminants des matières émises et dissolues. L'élimination des surfaces non naturelles (démolition des routes et des bâtiments) modifie le cours des eaux superficielles, le drainage de la zone et l'infiltration des effluents dans la nappe d'eau souterraine. – Effets classiques et radiologiques.

- Terrain et sol : l'importance des effets y relatifs varie considérablement en fonction de la stratégie de démantèlement choisie. Les bâtiments doivent être démolis selon la stratégie choisie. Par la suite, les débris contrôlés seront enlevés. Le changement du terrain peut être provoqué par le nivellement, le compactage et l'élimination des structures souterraines. Le dépôt des particules contaminées libérées dans l'air au cours de la démolition peut affecter la qualité du sol bien que les zones contaminées ainsi créées resteront probablement dans les limites du site. – Effets classiques et radiologiques.
- Flore et faune : les effets affectant la flore sont provoqués par l'apparition de la poussière libérée au cours des travaux et par son dépôt sur les terres agricoles voisines et sur les feuilles des plantes. Les effets affectant la faune peuvent être provoqués par l'augmentation du niveau de bruit, d'une part (qui concerne l'habitat de certaines espèces ainsi que le comportement de celles-ci) en plus, le changement de la flore peut être considéré comme cause secondaire, d'autre part (p.ex. disparition ou apparition des plantes servant de nourriture ou changement des refuges). – Effets classiques.
- Paysage (panorama): sa modification qui peut être prise en compte lors du démantèlement, en suivant la stratégie de démantèlement choisie par nous, conduira probablement à un changement positif. Le démantèlement, la démolition et l'élimination peuvent affecter l'utilisation du terrain à but de loisirs et de vacances, le tourisme, le développement de celui-ci, la disponibilité du terrain à but industriel, le changement de l'utilisation de la zone industrielle, l'espace inutilisé et les droits d'utilisation des routes. – Effets classiques.
- **Impacts sur les systèmes sociaux, sociologiques, économiques**
 - Affectation des terres, utilisation des terres : le changement qui se produit au cours du démantèlement sera vraisemblablement avantageux, le terrain pourra être utilisé à d'autres fins. – Effets classiques.
 - Culture : c'est le changement des systèmes coutumiers liés au démantèlement qui provoque les effets. Etant donné que le changement du système coutumier culturel se compose d'éléments de signe contraire (charge mentale décroissant en raison de l'élimination de la centrale nucléaire, d'une part et crainte de conditions de vie pouvant se détériorer, également en raison de l'élimination de la centrale nucléaire, d'autre part), c'est pourquoi l'analyse des effets prévisibles a une importance majeure concernant le démantèlement. – Effets classiques.
 - Infrastructure : comprend les facteurs qui influent sur la qualité de l'environnement et de la vie. Le démantèlement entraîne l'accroissement de la circulation des véhicules lourds ce qui est en général pris en compte avec un poids plus faible par rapport à la présence habituelle de la centrale. Le démantèlement peut provoquer un changement concernant l'approvisionnement en eau et en électricité ainsi que le réseau des établissements de santé. Le maintien de ceux-ci est la condition de la préservation de la qualité de vie mais cela dépend de l'avenir prévu pour le site. – Effets classiques.
 - Aspects humains : les effets indirects du démantèlement apparaissent. Lors de l'étude des effets, nous évaluons comment les désagréments subis modifient la qualité de vie et le mode de vie précédemment créé, si le bien-être habituel, y compris la sécurité sociale des personnes peuvent être maintenus. Dans le domaine de la santé et de la sécurité, il faut également étudier les activités liées au démantèlement qui entraîne l'augmentation de l'exposition des travailleurs aux rayonnements et celle du risque de nombreuses maladies professionnelles. Le projet de démantèlement et la documentation qui l'accompagne doivent identifier ces risques ainsi que les méthodes par lesquelles les risques peuvent être minimisés. – Effets classiques et radiologiques.

- Population et économie : on ne peut pas exclure que l'arrêt de la centrale nucléaire aura des effets sociaux et économiques importants qui entraîneront la diminution des emplois et la baisse des recettes fiscales régionales. Des problèmes sociaux peuvent se produire parmi les fournisseurs en raison de la diminution des possibilités de travail. Le nombre des travailleurs dans la phase du démantèlement sera inférieur à celui de la phase de l'exploitation bien que des effets différents pourront également se produire à court terme. - Effets classiques. .

Les impacts environnementaux sont donc liés aux activités du processus de démantèlement ainsi qu'aux éléments et systèmes environnementaux caractéristiques à étudier, par conséquent, la présentation et l'organisation des impacts environnementaux peuvent être facilement réalisées dans une structure matricielle dans laquelle sur l'un des axes figurent les éléments et systèmes environnementaux, sur l'autre axe sont indiqués les activités du projet de démantèlement pouvant être prises en compte, tandis que les éléments de la matrice se constitue des impacts environnementaux. La représentation matricielle contribue utilement à l'examen des impacts mais elle ne peut être considérée en aucun cas comme version définitive du système des effets parce que l'analyse des effets secondaires et connexes exige une étude plus approfondie. Voir la représentation matricielle de l'identification des impacts environnementaux sur la *Figure M-41 de l'Annexe*.

Les effets sont quantifiés et l'évaluation de la sécurité concernant le démantèlement est élaborée dans le plan préliminaire de démantèlement.

Remarque : les impacts environnementaux de l'entreposage des déchets radioactifs (et du combustible irradié, bien sûr) se produisant au cours du démantèlement doivent être estimés lors de l'évaluation des impacts environnementaux des installations de stockage de déchets concernées.

5.4. Financement et coûts des activités de démantèlement

En vertu du § 62, alinéa (1) de la loi numéro CXVI de 1996 sur l'énergie nucléaire (Loi sur l'énergie nucléaire), les coûts du démantèlement des installations nucléaires sont financés par le Fonds central de financement de l'énergie nucléaire [Központi Nukleáris Pénzügyi Alap (KNPA, ou Fonds)] en tant que fonds publics réservés. Lors de la mise en œuvre des nouveaux blocs, il est nécessaire de se préparer à la transformation du KNPA qui permet notamment le financement du démantèlement des nouveaux blocs en vertu de la loi. C'est l'Office hongrois de l'énergie nucléaire, en tant que gestionnaire du fonds qui doit initier l'adaptation du KNPA à l'apparition des nouveaux blocs, au moment opportun.

Dans l'état actuel de nos connaissances, les coûts du démantèlement ne peuvent être qu'estimés. Sur la base des prévisions des fournisseurs des blocs de la centrale nucléaire, visées au *sous-paragraphe 5.3.1.*, il faut souligner le pronostic selon lequel le démantèlement des nouveaux types des réacteurs sera probablement plus simple et il générera moins de déchets que ceux pouvant être prévus lors du démantèlement des réacteurs énergétiques utilisés actuellement.

6. Evaluation des effets transfrontières possibles

La construction et l'exploitation des nouveaux blocs de centrale nucléaire sont soumises à la Convention d'Espoo sur l'évaluation de l'impact sur l'environnement dans un contexte transfrontière ainsi qu'à la Directive numéro 85/337/CEE concernant l'évaluation des incidences de certains projets publics et privés sur l'environnement, modifiée par les Directives 97/11/CE, 2003/35/CE et 2009/31/CE du Conseil. L'application obligatoire de la Convention d'Espoo en Hongrie est prescrite par le Décret gouvernemental numéro 148/1999. (X. 13.). L'Annexe I de la Convention prévoit les activités pour lesquelles les dispositions de la Convention sont à appliquer. Pour ces activités, les pays s'estimant concernés, peuvent demander de conduire la procédure d'évaluation d'impact international, que la zone d'impact s'étende ou non sur le pays donné, sur la base des analyses effectuées. Il est important d'étudier déjà dans la phase de la consultation préliminaire l'éventualité des effets transfrontières possibles. (Le pays qui se trouve le plus proche du site des nouveaux blocs prévus est la Serbie (63 km), celle-ci est suivie par la Croatie avec 74,5 km, ensuite par la Roumanie avec 119,5 km, par la Slovaquie avec 132 km, par la Slovénie avec 172 km, par l'Autriche avec 183 km et par l'Ukraine avec 324 km.) La notion d'impact transfrontière est décrite par le Décret gouvernemental numéro 148/1999. (X. 13.). Dans le *Chapitre 4*, nous avons présenté la définition de la zone d'impact, maintenant, nous attachons ces résultats à l'évaluation des effets transfrontières éventuels. La législation ne stipule aucune exigence de contenu à cet égard. Ces effets doivent être estimés et évalués de la manière identique aux autres effets à condition que leur nature transfrontière soit analysée ultérieurement. Compte tenu des attentes, nous présentons, concernant les nouveaux blocs, les éléments et systèmes environnementaux pour lesquels des *effets radiologiques transfrontières exercés sur l'environnement* devraient être envisagés [42].

Afin de pouvoir déterminer les effets transfrontières, il est nécessaire de clarifier les questions suivantes : Est-ce que des facteurs d'effet et des processus d'effet se produiront ou pourront se produire auxquels l'éventualité de la propagation transfrontière peut être liée, compte tenu de nos activités concrètes ? Quels sont les facteurs d'effet pour lesquels cette éventualité n'est susceptible de se produire ou ne peut se produire qu'avec une probabilité très faible ? Comment les différents effets et processus d'effet se propagent-ils et se cumulent-ils concernant une exposition éventuelle ? [35] Une partie des questions est d'ordre général, cependant, l'autre partie est spécifique aux activités et aux régions. Les trois facteurs suivants jouent un rôle crucial dans l'évaluation des effets transfrontières : facteurs d'effet qui supposent la possibilité de la propagation sur une grande zone, la possibilité de propagation des effets et la sensibilité de la zone d'impact ainsi que les caractéristiques de la zone d'impact favorisant ou empêchant la propagation. Ainsi, pour l'évaluation des effets, il est nécessaire de recueillir des informations concernant ces trois facteurs. [42] [90] L'importance des effets transfrontières d'une activité concrète peut être évaluée au niveau de l'étude préliminaire et de l'évaluation faite par l'administration, en effectuant les étapes suivantes : Sur la base du lieu d'installation, de la nature de l'activité et de la technologie appliquée, il faut décider s'il peut être théoriquement supposé un impact transfrontière. Il est nécessaire de sélectionner parmi les facteurs d'effet et processus d'effet (*Chapitre 4*) de l'activité concrète ceux pour lesquels on peut effectivement prévoir le démarrage de processus environnementaux et écologiques transfrontières défavorables.

Le mode de propagation et les possibilités des processus d'effet lancés par les facteurs d'effet pris en compte doivent être estimés et sur la base de cette estimation, il faut juger s'ils peuvent atteindre ou non le pays voisin. (Il faut donc délimiter approximativement la zone d'impact prévisible.) S'il est préalablement constaté que les effets transfrontières sont possibles, il faut découvrir les caractéristiques de la zone d'impact concernée, à savoir il faut évaluer la sensibilité de celle-ci vis-à-vis des processus d'effet. Sur la base de ce qui précède, les effets qui se propagent effectivement au-delà des frontières doivent être sélectionnés et l'importance des effets transfrontières doit être jugée par la comparaison des processus d'effet et de la sensibilité de la zone. [42], [91]

Par la suite, nous souhaitons estimer l'éventualité de la propagation transfrontière en répondant aux questions ci-dessus concernant les nouveaux blocs. L'effet « considérable » signifie que le changement d'état n'est pas temporaire mais il provoque un changement définitif ou une pression environnementale de longue durée. La nouvelle centrale nucléaire sera construite à l'intérieur du pays, à une distance importante des frontières. Cela signifie que compte tenu du lieu d'installation, les effets transfrontières ne sont imaginables que dans des cas très extrêmes. Les facteurs d'effet, les processus d'effet et leurs étendues territoriales prévisibles pendant le fonctionnement des nouveaux blocs ont été définis dans le *Chapitre 4*. (Les facteurs d'effet et les processus d'effet se répartissent en deux groupes : groupe des effets radiologiques et celui des effets classiques. Il est utile également de distinguer ces effets au point de vue de la propagation transfrontière.) Ici, nous ne reprenons pas les processus d'effet décrits précédemment, nous soulignons parmi eux ceux pour lesquels les effets radiologiques transfrontières peuvent être prévisibles grâce à leur nature ou intensité. La sensibilité des zones transfrontières n'est pas connue en détail. [92] La sécurité de la centrale nucléaire détermine fondamentalement la nature des effets environnementaux transfrontières. Durant l'exploitation de la centrale nucléaire, ce sont essentiellement les émissions gazeuses et liquides qui peuvent être envisagées.

Évaluation des émissions dans l'atmosphère

Concernant les *émissions en fonctionnement normal*, nous avons pris en compte le travail de ressource [93]. Sur la base de celui-ci, il peut être constaté que *pendant le fonctionnement normal, il ne faut pas envisager des conséquences radiologiques transfrontières* si les nouveaux blocs respectent les valeurs limites d'émission définies par les autorités, dérivées de la contrainte de dose relative à l'installation, retenue au niveau national et international. [93]

Pour les effets transfrontières des *incidents de conception*, nous avons effectué des calculs concernant le bloc type EPR, bloc de référence, en utilisant le logiciel PC COSYMA. Nous avons également pris en compte les constatations indiquées dans le *Chapitre 3*, à savoir si les types de bloc satisfont aux exigences de l'EUR et aux Règlements de la sécurité nucléaire en vigueur, les effets éventuels ne posent aucun risque pour les habitants des pays voisins (conformité aux critères relatifs à l'impact environnemental limité). Dans des conditions atmosphériques normales, les concentrations d'activité prévisibles à la frontière seront inférieures à celles prises en compte par nous (apparaîtront des valeurs 100 fois ou 1000 fois plus petites). *Sur la base de ce qui précède, les émissions atmosphériques radioactives seront probablement neutres au-delà des frontières du pays même en cas d'incidents de conception*. Ces constatations sont faites sur la base des exigences de l'EUR et des Règlements de la sécurité nucléaire décrits dans le *Chapitre 3*, ainsi que du contenu du *Chapitre 4*.

Les calculs effectués avec le logiciel PC COSYMA ont été faits sur la base des données disponibles relatives aux blocs EPR, pour les émissions atmosphériques, concernant des incidents de conception très peu fréquents et des accidents graves. C'est ce type de bloc pour lequel des données détaillées étaient disponibles. Dans les situations d'émission étudiées, la conséquence de la dose efficace engagée estimable par personne représentative a été la plus élevée pour le type de bloc EPR. Le *Tableau 6-1* représente les résultats obtenus. Nous avons également effectué des calculs pour une situation d'accident grave dont les résultats sont indiqués dans le *Tableau 6-2*.

Tableau 6-1 : Résultats des calculs effectués pour le type de bloc EPR (TA4 – incident de conception très peu fréquent)

Pays limitrophes	Distance [km]	Pour les 7 premiers jours	A long terme
		Dose [μSv]	Dose [μSv]
Serbie	63	$5,0 \cdot 10^{-3}$	$2,0 \cdot 10^{-2}$
Croatie	74,5	$4,2 \cdot 10^{-3}$	$1,7 \cdot 10^{-2}$
Roumanie	119,5	$2,5 \cdot 10^{-3}$	$1,1 \cdot 10^{-2}$
Slovaquie	132	$2,3 \cdot 10^{-3}$	$9,8 \cdot 10^{-3}$
Slovénie	172	$1,6 \cdot 10^{-3}$	$7,5 \cdot 10^{-3}$
Australie	183	$1,6 \cdot 10^{-3}$	$7,1 \cdot 10^{-3}$
Ukraine	324	$7,4 \cdot 10^{-4}$	$3,9 \cdot 10^{-3}$

Tableau 6-2 : Résultats des calculs effectués pour le type de bloc EPR (TAK2 – accident grave)

Pays limitrophes	Distance [km]	Pour les 7 premiers jours	A long terme
		Dose [μSv]	Dose [μSv]
Serbie	63	$5,8 \cdot 10^{-1}$	$1,3 \cdot 10^1$
Croatie	74,5	$5,0 \cdot 10^{-1}$	$1,1 \cdot 10^1$
Roumanie	119,5	$3,4 \cdot 10^{-1}$	7,4
Slovaquie	132	$3,1 \cdot 10^{-1}$	6,7
Slovénie	172	$2,4 \cdot 10^{-1}$	5,3
Australie	183	$2,3 \cdot 10^{-1}$	5,0
Ukraine	324	$1,4 \cdot 10^{-1}$	3,0

Selon les recommandations de l'Agence International de l'Énergie Atomique (AIEA) et des plans d'actions et de prévention des accidents nucléaires, il est très probable que dans les pays voisins aucune précaution d'urgence ne serait prise même en cas d'une émission dans l'environnement « d'un effet considérable » non plus, parce que les doses justifiant la prise de telles précautions sont d'un ordre de grandeur 3 ou 4 fois plus élevées que celles présentées.

Évaluation des émissions dans l'eau

Il n'y a pas d'effets radiologiques transfrontières exercés sur l'environnement aquatique pouvant être évalués considérables parce que l'effet des matières radioactives émises dans les eaux de surface devient neutre à la frontière du pays. L'analyse des effets des émissions dans le Danube a été faite par la méthode de calcul simple [94] indiquée dans le document IAEA Safety Report Series 19. Comme il est décrit dans le chapitre analysant les effets exercés sur l'environnement par les blocs en exploitation et par les nouveaux blocs en commun, l'exposition à la dose maximale ($8 \mu\text{Sv}$) attribuée à la contamination radioactive émise dans le Danube en fonctionnement normal et grâce aux émissions issues d'événements d'exploitation prévisibles peut affecter les habitants de Gerjen se trouvant à 10 km en aval de la centrale nucléaire. Au-delà de la frontière du pays se trouvant à environ 100 km en aval, cette valeur deviendra de plusieurs ordres de grandeur plus faible.

Évaluation des effets non radiologiques

Selon les calculs préliminaires relatifs aux *effets classiques (non radiologiques)*, en cas de rejets classiques dans les eaux de surface, il ne faut envisager des effets transfrontières ni dans la phase de construction, ni en fonctionnement normal, ni en cas d'incidents et d'accidents. Les effets affectant les eaux de surface dans la phase de construction sont décrits au *sous-paragraphe 3.5.2.*, ceux de la phase d'exploitation au *sous-paragraphe 3.5.3.*, ceux du démantèlement dans le *Chapitre 5* et leur zone d'impact dans le *Chapitre 4*. Les effets des événements de fonctionnement prévisibles et des incidents de conception sont présentés dans les parties correspondantes du *Chapitre 3*. La zone d'impact des effets exercés sur les eaux de surface étudiées reste à l'intérieur des frontières du pays. Quant aux rejets d'eaux usées, compte tenu également des effets des eaux industrielles, il ne faut pas envisager des effets transfrontières même en cas d'incident non plus.

Les effets affectant les eaux souterraines, le sol ainsi que la production de déchets restent locaux dans tous les cas, il ne s'agit pas d'effets transfrontières en aucun des cas.

L'éventualité de la propagation transfrontière des impacts environnementaux affectant la qualité de l'air, la faune et la flore terrestres et aquatiques, l'environnement des communes et le paysage, ainsi que l'exposition prévisible au bruit et aux vibrations ne s'est pas posée.

7. Résumé

En raison de l'obsolescence du parc de centrales du pays et de la croissance des besoins de consommation, le maintien de la sécurité de l'approvisionnement en électricité en Hongrie exige de nouvelles capacités de production d'environ 5000 MW avant 2020 et de 4000 MW supplémentaires avant 2030. Pour compléter une partie des capacités manquantes, la construction d'une nouvelle centrale nucléaire peut présenter une solution avantageuse parce que la production d'électricité par centrale nucléaire permet un approvisionnement en électricité économiquement efficace utilisable et sécurisé à long terme.

La mise en œuvre d'une centrale nucléaire est précédée par une décision politique, une préparation minutieuse et un processus d'autorisation. La décision politique a été prise le 30 mars 2009 où l'Assemblée nationale a approuvé par sa résolution numéro 25/2009. (IV. 2.) OGY la préparation de l'installation de nouveaux blocs sur le site de Paks. Cependant, cette résolution ne signifie pas une décision effective sur l'installation de nouveaux blocs de centrale nucléaire parce que seul un travail professionnel lancé après l'approbation théorique donnera les réponses à nombreuses questions, par exemple à celles relatives aux systèmes de financement et d'investissement, aux caractéristiques techniques, au type de bloc, au fournisseur, à l'intégration dans le système et aux effets exercés sur l'environnement.

La loi numéro LIII de 1995 sur les règles générales de la protection de l'environnement prescrit la réalisation de l'évaluation de l'impact environnemental « *avant le début de l'activité qui exerce un impact considérable ou probablement considérable sur l'environnement* » afin de prévenir les impacts environnementaux défavorables. Le mode du processus d'évaluation de l'impact environnemental et les exigences liées à l'étude d'impact sur l'environnement sont définis par le Décret gouvernemental modifié à plusieurs reprises numéro 314/2005. (XII. 25.) relatif à la procédure d'évaluation de l'impact sur l'environnement et à la procédure unique de l'autorisation de l'utilisation de l'environnement. En vertu du décret, tout permis environnemental pour l'installation de nouveaux blocs de centrale nucléaire ne peut être délivré que sur la base de l'évaluation de l'impact environnemental. Selon le décret gouvernemental, la première étape de la procédure d'autorisation n'est pas obligatoire en l'installation d'une centrale nucléaire, toutefois, le demandeur du permis environnemental a décidé d'initier une consultation préliminaire parce que sur la base de celle-ci l'Inspection pour l'Environnement, la Nature et l'Eau de Transdanubie du Sud [Dél-dunántúli Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőség] territorialement compétente et ayant son siège à Pécs émet, avec la participation des instances administratives compétentes, un avis sur les exigences relatives au contenu de l'étude d'impact sur l'environnement à soumettre dans la deuxième étape du processus d'autorisation en facilitant ainsi l'élaboration efficace de celle-ci.

Le présent document est le document faisant partie de la demande de consultation préliminaire qui a été rédigé par PÖYRY ERŐTERV ZRt. et ses sous-traitants pour le compte de MVM Magyar Villamos Művek Zrt. conformément à l'Annexe 4 du Décret gouvernemental numéro 314/2005. (XII. 25.) s'y rapportant.

L'activité envisagée

Après la décision prise par l'Assemblée nationale, le 8 juillet 2009, le Groupe Magyar Villamos Művek a fondé le Projet Lévai pour préparer l'installation des nouveaux blocs de la centrale nucléaire prévus sur le site de Paks. Depuis septembre 2012, les tâches liées à la préparation de l'installation de la nouvelle centrale nucléaire sont déjà effectuées par MVM Paks II. Atomerőmű Fejlesztő Zrt., nouvelle société chargée du projet, créée par Magyar Villamos Művek Zrt.

C'est le terrain de réserve de la centrale existante qui a été désigné comme lieu d'implantation des nouveaux blocs, à savoir les deux blocs prévus seraient mis en œuvres au nord des quatre blocs

existants, dans le voisinage immédiat de ceux-ci. Les principales raisons proposant que le site existant de Paks, et non un nouveau lieu, soit le lieu d'implantation de nouveaux blocs sont les suivantes :

- Il s'agit du site d'une centrale nucléaire déjà existant et fonctionnant en toute sécurité, par conséquent, il n'est pas nécessaire de mettre en œuvre un nouveau site (éventuellement par un investissement sur site vierge) avec des coûts importants.
- Au cours des 30 années écoulées depuis sa création, le site était étudié selon de nombreux aspects de sécurité et d'environnement, ainsi, la zone de la centrale nucléaire est l'un des territoires du pays les plus soigneusement découverts et explorés.
- Dans un rayon de 30 km autour de la centrale nucléaire, à l'exception de Paks, la densité de la population est inférieure à la moyenne nationale.
- Dans les environs du site, les infrastructures nécessaires sont construites et disponibles.
- Le site peut être économiquement connecté au réseau national de distribution d'électricité déjà construit.
- L'existence et le fonctionnement de la centrale nucléaire de Paks sont acceptés par la population environnante ce qui peut servir de base prometteuse aux efforts de développement.
- La base d'expériences et de connaissances, ainsi que celle de la formation professionnelle satisfaisant aux besoins de l'activité envisagée sont disponibles.

Le site d'une surface totale de 106 hectares des nouveaux blocs de centrale nucléaire est la propriété de Paksi Atomerőmű Zrt. Environ 29,5 hectares sur ce territoire sont la zone d'exploitation actuelle de la centrale nucléaire de Paks, cependant 76,3 hectares correspondent au chantier de construction qui est déjà mentionné dans les plans d'aménagement comme zone industrielle.

Les nouveaux blocs prévus seront choisis parmi les blocs dits de 3^{ème} et de 3^{ème} + génération disposant de références internationales. Ceux-ci ont été développés à partir de types de 2^{ème} génération dans les années 1990 avec le but de réduire la probabilité des accidents graves et de diminuer les conséquences des accidents graves se produisant avec une très faible probabilité. Les types de 3^{ème} + génération utilisent intensivement les systèmes de sécurité passifs en se servant des ressources naturelles pour leur fonctionnement (ils sont actionnés par la gravité, la circulation naturelle ou l'énergie du gaz comprimé) c'est pourquoi ils n'ont pas besoin d'alimentation d'électricité de secours.

L'étude préliminaire effectuée au cours de la préparation de l'installation des nouveaux blocs de centrale nucléaire a fortement proposé la réalisation du type de bloc à eau pressurisée et non seulement parce que plus de 80 % des nouveaux blocs actuellement construits appartiennent à ce type mais aussi parce que c'est dûment justifié par la base professionnelle nationale existante ainsi que par les expériences d'exploitation favorables de nombreuses années, obtenues concernant les blocs de la centrale nucléaire de Paks. Les nouveaux blocs de centrale nucléaire à installer seront vraisemblablement choisis parmi les types à eau pressurisée ci-dessous :

- Type AP1000, fournisseur : société japonais-américaine Toshiba-Westinghouse,
- Type MIR.1200, fournisseur : société russe Atomstrojexport,
- Type ATMEA1, développeur / constructeur : société franco-japonaise Areva-Mitsubishi,
- Type EPR, fournisseur : société française Areva,
- Type APR1400, fournisseur : société sud-coréenne KEPCO.

Sur la base de l'étude des possibilités de refroidissement applicables, c'est le système de refroidissement par eau fraîche à deux étapes effectué avec de l'eau de refroidissement prise du Danube qui a été choisi pour les nouveaux blocs de centrale nucléaire prévus.

L'activité envisagée sur le site de Paks est donc l'installation et l'exploitation de deux blocs de centrale nucléaire d'une puissance électrique nette de 1000 à 1600 MW en vue de la production d'électricité à fin commerciale.

Etat actuel de l'environnement du site de la nouvelle centrale nucléaire

Actuellement, l'état de l'environnement du nouveau site est essentiellement influencé par la proximité des quatre blocs de la centrale nucléaire existant et de l'Installation de Stockage Provisoire des Assemblages de Combustible Usé. Les émissions (en particulier radiologiques) dans l'environnement de ces installations sont contrôlées par un système de surveillance depuis leur mise en œuvre. Sur la base des résultats de mesure, on peut dire que dans des conditions de fonctionnement normales, la centrale nucléaire ne provoque pas d'effets dépassant les limites, ayant une incidence sur l'environnement. La majorité des effets n'est pas, ou à peine détectable, elle ne dépasse pas l'exposition de fond. En fonctionnement normal, les émissions radiologiques ne provoquent pas l'exposition de la population en dehors de la zone de sécurité de la centrale nucléaire.

Les effets classiques exercés sur l'environnement par la centrale nucléaire en service ne sont pas considérables, eux non plus, ils ne sont détectables que dans les environs immédiats de la centrale nucléaire, c'est seulement la charge thermique causée par l'eau de refroidissement réchauffée rejetée dans le Danube qui fait exception, la zone d'impact de celle-ci peut atteindre l'embouchure du Sió. Outre l'effet visuel provenant de l'occupation du terrain et de l'existence de la centrale nucléaire, le seul effet déterminant qui s'est produit depuis l'état précédent sans centrale nucléaire, est l'impact sur l'environnement aquatique. En raison de l'exploitation de la centrale nucléaire, le Danube, cours d'eau de surface accueillant, est exposé tant aux contaminations radiologiques que classiques ainsi qu'à la charge thermique causée par l'utilisation du refroidissement par eau fraîche. La constatation ci-dessus est également vraie pour ces expositions selon laquelle les contraintes exigées par les autorités et les limites sont respectées par la centrale nucléaire.

Le nouveau site est une prairie partiellement construite et pavée, en grande partie détruite, désignée précédemment comme zone industrielle, donnant lieu pour les activités auxiliaires de la centrale nucléaire en service qui, selon les connaissances actuelles, n'a aucune valeur importante naturelle, d'histoire culturelle ou d'autre type. Cependant, la confirmation de ces points exige une étude supplémentaire.

Les impacts environnementaux prévisibles

L'évaluation des impacts environnementaux a été étendue sur les phases de la construction, de l'exploitation et de l'arrêt définitif (démantèlement). Nous avons étudié les effets radiologiques et classiques exercés sur l'environnement par l'activité prévue. Nous avons séparément estimé les effets de la nouvelle installation, que nous avons ensuite insérés dans les effets de fond, à savoir, nous avons également étudié l'impact global sur l'environnement des trois installations (nouveaux blocs, quatre blocs existants, Installation de Stockage Provisoire des Assemblages de Combustible Usé) provoquant des émissions radiologiques.

Au cours de l'évaluation préliminaire des *effets radiologiques*, nous avons déterminé, pour les cinq types de bloc pris en compte, les expositions aux rayonnements issus des émissions radioactives atmosphériques et liquides en fonctionnement normal et en cas d'incidents d'exploitation prévisibles (dont la fréquence est supérieure à la valeur de fréquence de 10^{-2} /an).

La contribution de dose de l'émission a été déterminée à l'aide de modèles internationalement reconnus. Sur la base des résultats obtenus, compte tenu d'une construction de deux blocs pour la contribution de dose en fonctionnement normal et en supposant également la survenance d'un incident d'exploitation prévisible par bloc, l'exploitation de nouveaux blocs ne constitue aucun impact significatif pour la population.

Au point de vue radiologique, l'étendue territoriale des effets en fonctionnement normal reste dans les limites de la zone contrôlée de la centrale nucléaire tant pour les doses causées par les émissions gazeuses et liquides que pour les doses des rayonnements directes et diffus.

Au cours de l'étude des incidents avec impact radiologique, nous avons réalisé des analyses sur la base des normes internationales en utilisant les données disponibles. Nous avons démontré que l'émission radiologique des différents incidents et accidents possibles au cours de l'exploitation des types de bloc pris en compte restait au-dessous des exigences de l'EUR (European Utility Requirements – système d'exigences élaboré par les exploitants des centrales nucléaires de l'Europe de l'Ouest) et de l'ICRP (International Commission on Radiological Protection – Commission Internationale de Protection Radiologique).

Quant aux *impacts environnementaux classiques*, nous avons constaté que la plupart des facteurs d'effet de la phase de construction provoquait des effets plus significatifs que les facteurs d'effet similaires de la période d'exploitation. La période de construction de la centrale nucléaire sera longue, elle aura probablement une durée de 5 ou 6 ans. Des changements considérables mais relativement localisés (dans le rayon de quelques centaines de mètres mais de quelques kilomètres au plus autour du site) sont prévisibles tant concernant la qualité de l'air que l'état des eaux et de la terre et l'exposition au bruit et aux vibrations sera également significative. Cependant, selon nos connaissances actuelles, ces changements n'entraîneront pas d'impact significatif dans les zones urbaines, sauf l'activité de transport.

La plupart des impacts environnementaux classiques de la période d'exploitation seront nettement inférieurs à ceux de la période de construction même en tenant compte des effets combinés des trois installations. Nos évaluations ont démontré que le refroidissement par eau représentant le facteur d'effet environnemental classique ayant les conséquences les plus importantes pourrait être également réalisé conformément au système de conditions environnementales existantes.

Dans la phase actuelle du travail, les détails techniques des différentes versions de types de bloc n'étaient pas encore disponibles c'est pourquoi nous avons fondé nos estimations sur les données concrètes si elles étaient disponibles, ou sur l'exposition critique lorsque nous n'avions des informations que sur certains types. Quand de telles informations n'étaient pas disponibles, nous avons effectué l'estimation préliminaire en nous appuyant sur les expériences professionnelles.

Sur la base de la documentation de consultation préliminaire, en synthétisant les connaissances actuelles, nous pouvons dire que nous n'avons été confronté à aucun refus relatif à la protection de l'environnement, de la nature et du paysage qui rendrait impossible la réalisation de n'importe quel type de bloc ou de n'importe quelle solution de refroidissement pris en compte. La majorité des impacts environnementaux provoqués par l'activité envisagée n'est pas significative, n'entraîne pas de changements considérables et ne se produit qu'à proximité du site, en dehors des zones urbaines.