

Réglementation en France

Décret n° 91-461 du 14 mai 1991

Arrêté du 29 mai 1997

Arrêté du 10 mai 1993

Décret n° 2000-892 du 13 septembre 2000

Circulaire UHC/QC/21 n° 2000-77 du 31 octobre 2000 relative au contrôle technique des constructions pour la prévention du risque sismique.

Article R 111-38 du code de la construction et de l'habitation, décret du 5 janvier 2007.

Arrêté du 10 septembre 2007 relatifs au contrôle technique obligatoire.

Arrêté du 22 octobre 2010 relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicable aux bâtiments de la classe dite «à risque normal».

Décret 2010 -1255 du 22 octobre 2010 portant délimitation des zones de sismicité du territoire français.

LE DIAGNOSTIC DE VULNERABILITE AUX INONDATIONS MENE A BIEN PAR LE CENTRE HOSPITALIER D'AVIGNON

Valéry BRUNEL

*Directeur des Actions de Maintenance,
d'Ingénierie et de Sécurité*

*Centre Hospitalier d'Avignon
FRANCE*

1. Hôpital et risque inondation

1.1 Présentation de l'hôpital

Le Centre Hospitalier Henri Duffaut d'Avignon regroupe sur un site unique 886 lits, dont 711 de court séjour (médecine, chirurgie, gynécologie-obstétrique), 75 de soins de suite et 100 de soins de longue durée.

Le site de 28 ha, situé en bordure de Durance, comprend une trentaine de bâtiments, les soins étant dispensés dans quatre d'entre eux : un bâtiment principal construit en 1980, son extension, construite en 2009 (dans laquelle le nouvel accueil de l'hôpital est positionné depuis mi 2010), l'unité mère et enfant mise en service en 1990, et le centre de gériatrie et de rééducation fonctionnelle qui fonctionne depuis 1994. Les autres bâtiments abritent des services techniques et logistiques.

Cet ensemble totalise une surface bâtie de 49 000 m² au sol (135 000 m² de surfaces de planchers). En rez de chaussée, on trouve 61 lits de pédiatrie et 129 lits du centre de gériatrie et de rééducation : ce sont les seuls patients directement exposés en cas d'inondation (22% des lits). En comptant les patients, les consultants, les accompagnants et l'ensemble du personnel hospitalier, on comptabilise de 3500 à 4000 personnes présentes sur le site en journée, et 1030 la nuit.

1.2 Objectifs de l'étude

Le site se situant en bordure de la digue de protection de la Durance, le Centre Hospitalier est directement concerné par la lettre interministérielle du 21 janvier 2004 (Ministère de l'équipement, des transports, du tourisme et de la mer, Ministère de l'écologie et du développement durable) relative à la maîtrise de l'urbanisme et à l'adaptation des constructions en zone inondable.

Cette lettre a été adressée aux préfets des régions Provence-Alpes-Côte d'Azur et Languedoc-Roussillon suite aux inondations ayant touché les localités d'Aramon et Arles en 2002 et 2003, survenues à cause de ruptures de digues. Elle préconise pour les bâtiments publics l'élaboration de diagnostics de vulnérabilité et indique que les établissements concernés devront « prendre les mesures qui s'imposent pour assurer le maintien de leur fonction en période de crues : délocalisation, réaménagement, adaptation, surveillance ».

Le centre hospitalier d'Avignon était en 2004 dans une phase très active de mise en œuvre d'un ensemble d'opérations de constructions ou de réaménagements constituant une stratégie immobilière globale, mise au point en 2002 et éligible au plan « Hôpital 2007 ».

C'est la raison pour laquelle, l'établissement a lancé dès début 2005 cette étude, en poursuivant trois objectifs :

- Préciser le risque inondation auquel il est soumis
- Connaître ses points de vulnérabilité au regard de ce type de risque
- Disposer de recommandations pour gérer ce risque, soit en cas de crise, soit de façon préventive en intégrant dans ses futurs projets les préconisations techniques découlant de l'analyse des vulnérabilités.

1.3 Le montage de l'étude

Le cahier des charges de cette étude a été élaboré fin 2004 par la Direction Départementale de l'Équipement de Vaucluse dans le cadre d'une prestation d'assistance à maîtrise d'ouvrage.

Après une mise en concurrence organisée au premier trimestre 2005, un marché d'étude a été attribué à la société SIEE d'Aix en Provence. La prestation a démarré le 31 mars 2005, pour se terminer le 15 décembre 2005.

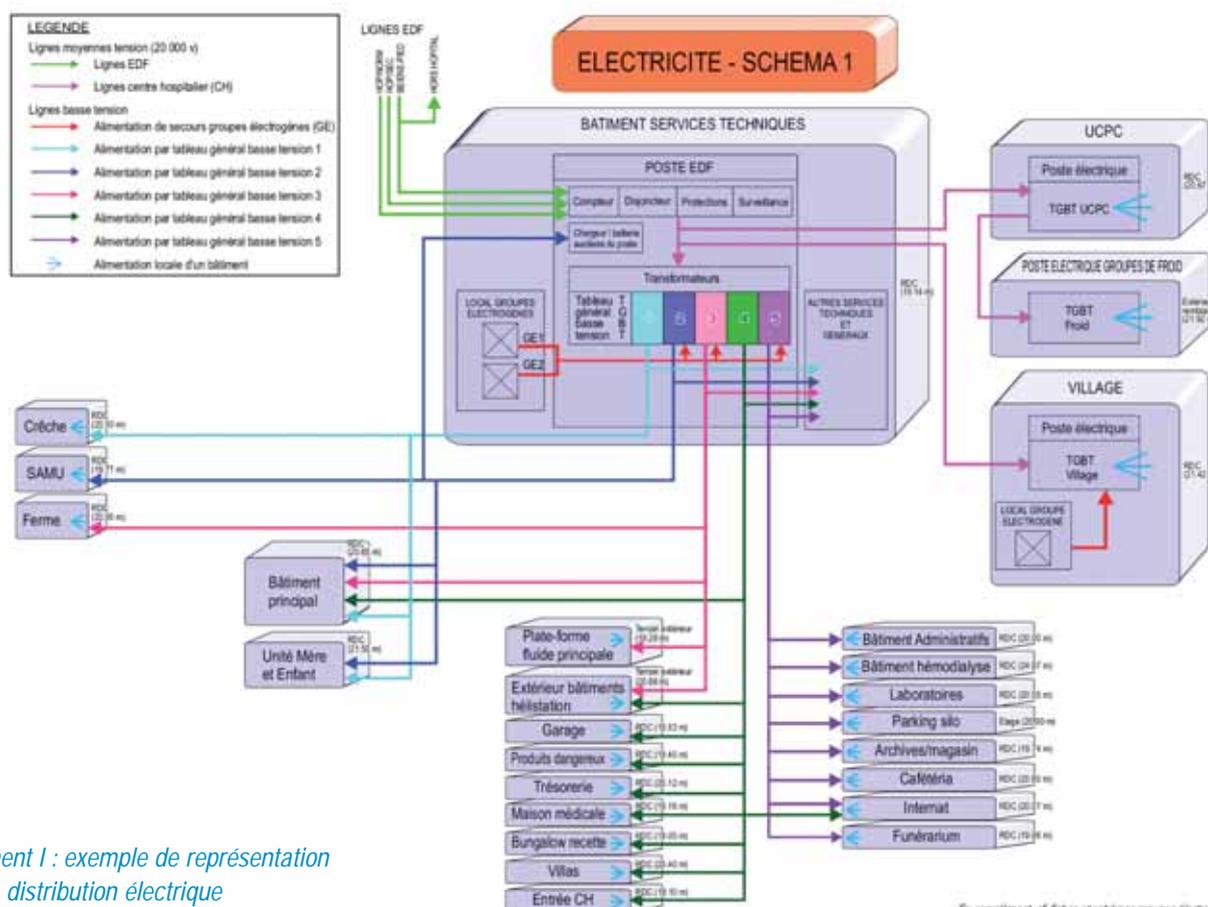
2. Connaissance de l'établissement et de son fonctionnement au regard du risque inondation

2.1 Analyse de la vulnérabilité

Chaque fonction logistique ou technique localisée au rez de chaussée a fait l'objet d'une analyse fonctionnelle et d'un inventaire de sa vulnérabilité. L'exposition au risque inondation et la vulnérabilité intrinsèque de chaque matériel a été analysée, ce qui a permis de définir un risque (faible à fort) supporté en cas d'inondation. Chaque matériel a été inventorié et photographié. L'altitude de ses premiers composants vulnérables a été mesurée.

2.2 Analyse des interdépendances

Une analyse des interdépendances entre fonctions techniques et logistiques a été menée afin d'analyser précisément les conséquences de l'arrêt d'une des fonctions sur les autres. Le travail a permis d'élaborer des schémas de fonctionnement très précis pour chaque fonction technique. (voir document I)



Document I : exemple de représentation pour la distribution électrique

2.3 Analyse des entrées d'eau potentielles

Toutes les entrées d'eau potentielles ont été recensées, photographées, caractérisées, puis reportées sur des plans .

2.4 Conclusion de l'analyse fonctionnelle de l'hôpital

Le travail réalisé permet au centre hospitalier de disposer dorénavant d'une parfaite connaissance :

- De son fonctionnement technique (interrelations entre fonctions)
- Des points de vulnérabilités
- Du processus qui conduirait ces points à dysfonctionner en cas d'inondation
- Des conséquences que chaque dysfonctionnement aurait sur le fonctionnement global de l'établissement.

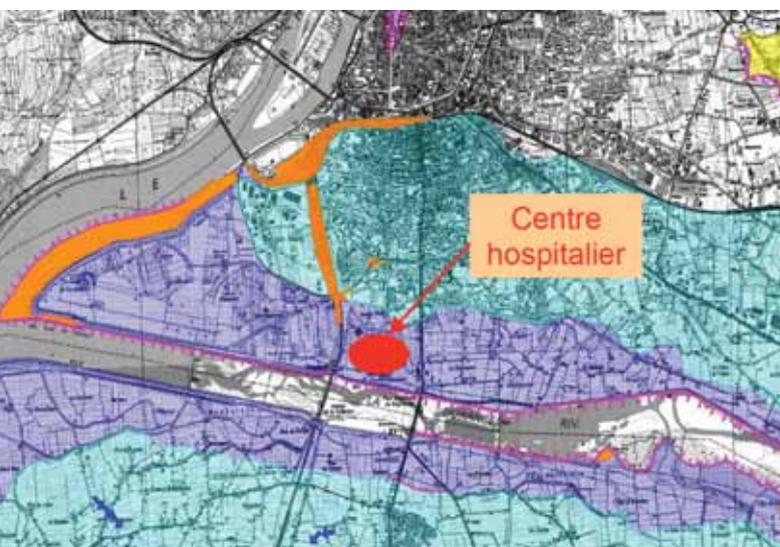
3. Caractérisation du risque inondation

3.1 Méthode

L'objectif de l'étude était de définir les hauteurs de submersion dans l'enceinte de l'hôpital associées à des crues de différentes occurrences. La méthode d'investigation était uniquement basée sur une recherche bibliographique (il ne s'agissait pas de réaliser une étude hydraulique)

Conclusion de l'analyse :

La commune d'Avignon est protégée par une digue palière sur 11km. La cote de la ligne d'eau pour la crue centennale évolue entre 1.10m et 1.30m sous le niveau de la digue. Il s'avère donc que l'hôpital n'est pas inondable au sens habituel du terme car protégé par une digue insubmersible pour la crue centennale. (voir document n°II)



Document II : CH Avignon et lit majeur de la Durance

3.2 Les conditions d'inondation

Le risque d'inondation n'existe qu'en regard d'une rupture de la digue palière. Un cabinet spécialisé a simulé en 2002 les effets d'une brèche de 60 m de large se produisant au droit de l'hôpital : les niveaux d'eau théoriques résultant de ces calculs ont servi d'éléments de référence dans la suite de l'analyse pour illustrer un scénario catastrophe.

3.3 Caractérisation de l'alea en cas de rupture et présentation du « scénario catastrophe »

En cas de rupture de la digue, le niveau d'eau se stabiliserait à une cote de 22.34 m NGF, représentant une hauteur moyenne de submersion de 2.20 m. Le RDC du bâtiment principal serait recouvert de 1,50m d'eau. L'eau atteindrait 3,13 m dans certains locaux techniques, notamment ceux abritant les installations de distribution électrique. Les niveaux d'eau maximum seraient atteints en 6h, mais une heure après la rupture de la digue, 50 cm d'eau envahiraient déjà le RDC du bâtiment principal (hall d'accueil, médecine nucléaire, service informatique, etc...).

Une des premières conclusions du travail a été de montrer que moins d'une heure après la rupture de la digue, les conséquences de l'inondation entraîneraient un arrêt complet du centre hospitalier (arrêt de l'alimentation électrique, de l'alimentation en eau potable, de la distribution des fluides médicaux... etc.)

En outre, l'inondation engendrerait vraisemblablement une interruption en amont de l'hôpital, de la fourniture d'électricité, de télécommunication, de gaz... etc.

4. Les stratégies à mettre en œuvre :

4.1 Gestion de la crise

L'évacuation de tout l'hôpital étant impossible, il convenait de définir comment traiter les patients qui resteraient et quelle activité médicale minimale devait être maintenue. La définition de cette activité minimale et de l'organisation de l'hôpital en cas de service minimum a été établie en collaboration avec la communauté médicale et débattue en Commission médicale d'établissement.

Le service médical minimum

Les services ont été répartis en 3 catégories :

- **Catégorie 1** : services dont le maintien du fonctionnement présente un caractère vital pour les patients pris en charge au Centre Hospitalier d'Avignon : Anesthésie, bloc opératoire, réanimation, urgences médico-chirurgicales adultes, soins intensifs de cardiologie, exploration fonctionnelle, bloc obstétrical.
- **Catégorie 2** : services dispensant certains soins vitaux qui doivent être maintenus en fonctionnement : service médical d'accueil, radiologie/scanner/IRM, hémodialyse, onco-hématologie, urgences médico-chirurgicales enfants, néonatalogie, service obstétrique.

- **Catégorie 3** : Autres services - Seule la fonction hôtelière est maintenue.

Tous les autres services n'entrant pas dans les catégories 1 et 2 – Tous les cas présentant un caractère d'urgence sont transférés au service d'accueil des urgences.

Organisation de l'hôpital en cas de service minimum

Une dizaine d'heures avant la survenue d'un phénomène exceptionnel de crue sur la Durance, les services de l'Etat sont capables de donner l'alerte et d'informer le centre hospitalier d'Avignon et tous les établissements sensibles de la région. Si une telle alerte était lancée, les principes de fonctionnement suivant seraient mis en œuvre :

- Il n'y aurait plus aucune admission nouvelle,
- les interventions non urgentes seraient différées
- Les malades pouvant retourner à leur domicile quitteraient l'hôpital.
- Les malades hospitalisés en rez-de-chaussée seraient évacués dans les étages selon des protocoles d'organisation déjà définis
- La continuité de service serait mise en œuvre pour les unités de soins faisant partie du service médical minimum.

Fonctionnement du Centre Hospitalier en « service minimum de crise »

Le maintien en activité d'un certain nombre de fonctions vitales, techniques, logistiques et médico techniques, serait nécessaire. Il s'agit de la fourniture d'électricité, d'eau potable, de fluides médicaux. Les télécommunications internes devraient être maintenues. Certains services comme la chaufferie, la stérilisation, la blanchisserie, les laboratoires... ont été identifiés comme non incontournables pour le fonctionnement de ce service minimum, même si leur absence perturberait fortement l'organisation des soins.

4.2 Mesures préventives

A partir des exigences du service minimum mais aussi d'autres critères comme le montant du dommage ou bien la durée de remise en route du service, des recommandations ont été élaborées.

Ces recommandations évoluent entre la protection in situ des matériels et la délocalisation de certains services sur des sites hors d'eau. 27 fiches ont été élaborées représentant au total 82 recommandations priorisées consistant soit dans la réalisation de travaux chiffrés sommairement ou d'études de faisabilité, soit en des programmes de formation des personnels... (voir document III)

FICHE ACTION N°1	FOURNITURE D'ELECTRICITE
Service concerné : services techniques	
Rappel du fonctionnement	
L'hôpital est alimenté en électricité par 3 lignes EDF en moyenne tension qui débouchent dans le local des transformateurs, situé dans le bâtiment des services techniques et alimentent 8 TGBT (Tableau Général Basse Tension) : 5 sont situés dans le même local, 1 au Village, 1 à l'UCPC et 1 dans le local du groupe froid. Chacun de ses TGBT dessert à son tour un ou plusieurs bâtiments, dans le(s)quel(s) ils aboutissent également soit sur d'autres TGBT soit sur des armoires ou tableaux divisionnaires.	
Dans le bâtiment principal, ces armoires sont montées en parallèle de sorte qu'il est possible d'avoir de l'électricité dans les étages même si le rez de chaussée est inondé. A l'inverse dans l'U.M.E et le Village, l'énergie arrive sur un TGBT qui est au niveau du sol et à partir duquel tout le bâtiment est alimenté : si le TGBT est inondé, c'est tout le bâtiment qui est privé d'électricité.	
Le problème est qu'aussi bien les TGBT de « départ » que ceux « d'arrivée » sont à des cotes basses, les mettant hors service pour des hauteurs de submersion de 15 à 20 cm.	
Si les TGBT sont vulnérables à l'eau, les réseaux souterrains de distribution sont étanches.	
En cas de dysfonctionnement de l'alimentation à partir des 3 lignes (ce qui est hautement probable en cas d'inondation car tout le quartier est inondé ce qui entraînerait vraisemblablement des coupures d'alimentation à partir du réseau principal), l'hôpital dispose de 3 groupes électrogènes (2 dans le local des services techniques, 1 au Village). Ces groupes desservent certains TGBT (3 TGBT sur 6, tout l'hôpital n'est pas secouru). Leur alimentation est assurée à partir de deux citernes de 80 000 l chacune qui donne une autonomie d'environ 16 jours (consommation journalière de 420 l). Mais les groupes électrogènes sont également très rapidement hors service en cas d'inondation.	
Or il a été décidé d'assurer un service de soins minimum qui nécessite de pouvoir maintenir une production d'électricité réduite qui en l'état actuel, ne pourrait être fournie.	
Identification de la problématique	
Le rez de chaussée du local des transformateurs est à la cote 19.21 m ngf. Dès le scénario 1 (eau à la cote 19.60 m ngf), la quasi totalité des appareils entrant dans la fourniture d'électricité est hors service. Pour le scénario 3 (eau à la cote 22.34 m ngf), il y a 3.13 m d'eau dans le local. Les TGBT terminaux (ceux situés dans les bâtiments) et armoires divisionnaires sont également tous inondables pour de faibles hauteurs de submersion. Enfin les groupes électrogènes sont hors service dès lors qu'il y a plus de 20 cm d'eau dans le local. (le local du groupe électrogène du Village est à la cote 21.42 m : de ce fait il n'est concerné que par des inondations relevant du scénario 3).	
Objectifs et justification de l'intervention	
Deux objectifs sont poursuivis : la protection des matériels sensibles entrant dans la production d'électricité et la continuité partielle du service de façon à assurer le service de soins minimum tel qu'il a été défini.	

Document III : Exemple de fiche action : la fourniture d'électricité

Proposition d'intervention		
Plusieurs propositions peuvent être faites nécessitant une étude de faisabilité pour les départager. Le bâtiment présente une hauteur sous plafond de 5.30 m. C'est insuffisant pour mettre les matériels hors eau pour une hauteur de submersion de 3.13 m.		
Proposition 1 : construction d'un nouveau local « électricité » de 400 m ² , rachat des matériels et recablage et mise hors eaux uniquement des TGBT terminaux et armoires divisionnaires (recablage dans les étages) nécessaires au service minimum.		
Proposition 2 alternative : construction d'un nouveau local « électricité » de 400 m ² , rachat des matériels et recablage et mise hors eaux de tous les TGBT et armoires divisionnaires par recablage dans les étages.		
Proposition 3 : construction d'un nouveau local « électricité » de 400 m ² , rachat des matériels et mise hors eaux de tous les TGBT et armoires divisionnaires par protection en façade des bâtiments.		
Evaluation du coût des propositions (€ TDC) et de leur priorité		
Designation des propositions	Montant en € TDC	priorité
Proposition 1 : construction d'un nouveau local « électricité » de 400 m ² , rachat des matériels et recablage et mise hors eaux uniquement des TGBT terminaux et armoires divisionnaires (recablage dans les étages) nécessaires au service minimum	7 440 000	1
Proposition 2 : par rapport à la proposition 1, compléter le recablage et mise hors eaux de tous les autres TGBT et armoires divisionnaires par recablage dans les étages	2 070 000	2
Proposition 3 : construction d'un nouveau local « électricité » de 400 m ² , rachat des matériels et recablage et mise hors eaux de tous les TGBT et armoires divisionnaires par protection en façade des bâtiments. Il s'agit d'une alternative à l'ensemble des propositions 1 et 2 dans laquelle par ailleurs, le village, le bâtiment principal et l'U.M.E font l'objet uniquement de protections localisées des matériels les plus sensibles. Ces bâtiments ne sont donc pas protégés en façade en raison des délais rédhibitoires de mise en oeuvre de ces protections.	11 440 000	3

Nota : dans la proposition 3, tous les services ne peuvent être protégés par des protections de façade en raison du temps nécessaire pour monter ces protections. Il s'agit du Village, de l'U.M.E et du bâtiment principal. Dans cette proposition 3 et pour ce qui est de ces bâtiments, la protection des matériels (TGBT et armoires divisionnaires) est assurée soit par déménagement à l'étage et recablage, soit par protection d'une partie du bâtiment (cas du Village où il est proposé de ne protéger que le local technique qui abrite TGBT et groupe électrogène mais également chaufferie, groupe froid et buanderie).

Le montant des recommandations qui ont pu être chiffrées s'élève au minimum à 26 M€ TDC. Les recommandations les plus importantes et les plus coûteuses concernent la distribution d'énergie électrique, des fluides médicaux, de l'eau potable, et la préservation des équipements de courants faibles. La mise en œuvre de l'ensemble de ces recommandations permettrait de réduire les dommages directs d'environ 30 à 40 M€ et de réduire les pertes d'exploitation (estimation de 4 à 6 mois d'arrêt de l'établissement) en permettant un redémarrage plus rapide du Centre Hospitalier. Ce chiffre est à comparer au coût de reconstruction de l'établissement estimé à 550 M€.

5. Conclusions

5.1 Intérêt de l'étude

Le Centre Hospitalier d'Avignon a atteint les objectifs qu'il s'était fixé. Il connaît précisément le risque inondation auquel il est soumis, et ses caractéristiques. Il a par ailleurs une connaissance très précise de ses points de vulnérabilité. Enfin, il connaît les actions à engager (programme de travaux, organisation...) pour réduire sa vulnérabilité au risque inondation.

5.2 Suite données

Au terme de ce travail, l'établissement a fait réaliser certaines des études de faisabilité identifiées dans les fiches actions, et a élaboré un programme pluriannuel de travaux qui sera partiellement financé dans le cadre du plan hôpital 2012. Il doit aussi préparer au mieux d'éventuelles situations de crises en rédigeant un plan d'urgence et continuant à rédiger des fiches « réflexe ». Des démarches au niveau institutionnel s'imposent aussi afin qu'une organisation médicale au niveau régional soit prévue pour prendre en compte les fortes perturbations dans le système de soins qui découleraient de l'interruption des activités de l'hôpital en cas d'inondation.

5.3 Les premières actions engagées :

L'établissement a mené à bien deux opérations qui contribuent de façon déterminante à la maîtrise du risque inondation ou à la réduction de sa vulnérabilité :

- La restructuration et mise hors d'eau des installations électriques (8 M€). Les groupes électrogènes, et les TGBT ont tous été mis hors d'eau, dans des bâtiments construits spécifiquement pour cela.
- Construction de l'extension Sud : Une extension importante de près de 35 000 m² SHOB a été édifiée au Sud du Bâtiment principal. Tous les locaux techniques ou recevant du public ont été positionnés au-dessus de la cote des plus hautes eaux de 22.34 NGF. En outre, un « sur renforcement » local de la digue a été réalisé pour protéger le bâtiment d'une éventuelle vague déferlante provoquée par une rupture brutale de digue.

Le bâtiment abrite le nouvel accueil de l'établissement, ainsi que une des salles miroir informatique. Il constitue l'élément central d'une stratégie globale d'amélioration du niveau de sécurité de l'établissement vis-à-vis du risque inondation (voir document IV).



Document IV : Extension Sud du CH Avignon, intégrant le risque inondation

Les prochains travaux prévus sont :

- Pour les services de soins : la mise hors d'eau des lits de pédiatrie qui sont situés au RDC, et très proches de la digue.
- Pour les fonctions techniques : la sécurisation de l'alimentation en eau potable (surpresseurs), en fluide médicaux. La mise hors d'eau des organes de courants faibles (sécurité incendie et autocom)
- Pour les fonctions logistiques ; la restructuration de la pharmacie pour prendre en compte ce risque inondation.

Un programme de travail de 22 M€ a été élaboré. Il est partiellement financé sur le programme hôpital 2012