



**HAL**  
open science

## Les tertres dans les systèmes d'endiguement de la Loire

S. Patouillard, J. Maurin, P. Mériaux, R. Tourment, B. Beullac

### ► To cite this version:

S. Patouillard, J. Maurin, P. Mériaux, R. Tourment, B. Beullac. Les tertres dans les systèmes d'endiguement de la Loire. Dignes maritimes et fluviales de protection contre les inondations - 3e colloque - Dignes 2019, Mar 2019, Aix-en-Provence, France. pp.6, 10.5281/zenodo.2278839 . hal-02609498

**HAL Id: hal-02609498**

**<https://hal.inrae.fr/hal-02609498v1>**

Submitted on 16 May 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Les tertres dans les systèmes d'endiguement de la Loire

## *Hillocks or artificial mounds and Loire levees*

S. Patouillard<sup>1</sup>, J. Maurin<sup>2</sup>, P. Mériaux<sup>3</sup>, R. Tourment<sup>3</sup>, B. Beullac<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Dreal Centre-Val de Loire, Orléans, [sebastien.patouillard@developpement-durable.gouv.fr](mailto:sebastien.patouillard@developpement-durable.gouv.fr)

<sup>2</sup>Expert consultant, Saint Denis de l'Hôtel, [jean.maurin45@gmail.com](mailto:jean.maurin45@gmail.com)

<sup>3</sup>Irstea, Aix-en-Provence, [patrice.meriaux@irstea.fr](mailto:patrice.meriaux@irstea.fr), [remy.tourment@irstea.fr](mailto:remy.tourment@irstea.fr) & [bruno.beullac@irstea.fr](mailto:bruno.beullac@irstea.fr)

### Résumé

Les systèmes de protection contre les inondations de la Loire sont composés de levées, mais aussi souvent de ce que l'on appelle un « tertre » en référence à la désignation historique des terres les plus hautes de la plaine alluviale.

L'évolution de la réglementation en France conduit les gestionnaires de digues à définir les systèmes d'endiguement participant à la protection contre les inondations. Réglementairement, ces systèmes d'endiguement peuvent comprendre plusieurs tronçons de levées ainsi que les ouvrages et équipements permettant d'assurer leur bon fonctionnement ; mais en sont exclus « les éléments naturels » auxquels ces tronçons se raccordent. Les tertres sont plus ou moins anthropiques et il est parfois difficile de les qualifier de naturels. Ils participent bien au système de protection sans que pour autant ils soient intégrés dans le système d'endiguement.

La réflexion de transformer les digues en tertres a déjà été conduite dans d'autres pays sur des sites plutôt ruraux ou sur un grand parcellaire. Sur la Loire, c'est en milieu urbain dense et sur un parcellaire morcelé que le sujet a été abordé dans le cadre du renouvellement urbain.

La création de tertres artificiels soulève plusieurs difficultés d'ordre juridique et technique :

- Quel statut réglementaire pour les tertres ? S'agit-il encore d'ouvrages hydrauliques ?
- Quels seraient alors les critères à prendre en compte pour définir la largeur nécessaire pour que sa rupture devienne quasi improbable ?

L'objet du présent article est d'apporter des éléments pour qualifier les tertres existants en réponse aux gestionnaires d'ouvrages et de faire un état des lieux des réflexions en cours sur l'opportunité de transformer certaines digues en tertre.

### Mots-Clés

Tertre, digue, Loire, inondation, brèche

### Abstract

Along the Loire River, flood risk protection systems often includes "mounds" referring to hamlets or old properties located on the higher areas of the river floodplain.

Due to new French rules, it is now mandatory for levees managers to define flood risk protection systems: these systems include any levees and others protection equipments except the natural ones.

It is difficult to define if a mound is completely natural or not.

Nevertheless they take part in the protection system.

Transforming levees into mounds would allow building new constructions, roads or parks. This reflection has already been conducted in other countries and resulted in concrete projects, but they mainly concerned farms or large sets in rather rural sites or on a large plot. In our case, the question arises in a dense urban and fragmented environment.

Creating artificial mounds raises several technical and legal issues or difficulties:

- Which status will the mound have after construction? Will it still be a protection structure?
- From which width can a mound be regarded as highly unlikely to breach? What is the impact of the soil foundation in the evaluation of this width?

This article presents how existing mounds could be classified and sums up current knowledge and reflections about the opportunity to transform levee into mound.

### Key Word

Hillock, mound, levee, flood, breach

## Introduction

Les tertres sont les aménagements de lutte contre les inondations les plus anciens connus sur la Loire. Souvent édifiés le long des berges, ils ont pu être reliés par des tronçons de digues durant la période de l'édification des levées de la Loire. Ainsi, ils assurent la continuité de certains systèmes d'endiguement. L'application en France de la nouvelle réglementation sur les systèmes d'endiguement conduit les gestionnaires à s'interroger sur la qualification de ces tertres et sur l'opportunité d'en créer de nouveaux, à partir des digues, pour faire baisser la vulnérabilité.

### 1- Présentation des tertres sur la Loire

Dans son étude de géographie régionale « Le Val de Loire » [2], Roger Dion rappelle que les premiers ouvrages de protection contre les eaux de la Loire ne sont pas les digues mais les tertres sur lesquels ont été bâtis des habitations isolées ou des hameaux. Dès l'antiquité, ces tertres ont été construits dans les zones naturellement hautes de la plaine alluviale en surélevant le terrain naturel au niveau des plus hautes crues (cote de 5,50 m environ par rapport au niveau d'étiage de la fin du XIX<sup>e</sup> siècle). Par la suite, des terre-pleins majoritairement édifiés par l'homme ont permis son installation au plus près des activités dans des zones submersibles de la plaine alluviale (agriculture, ports et navigation, têtes de ponts et gués). C'est le cas, par exemple, du village de Mareau-aux-Prés à l'est d'Orléans vraisemblablement bâti avant l'an mille sur des zones de marais pour l'exploitation des terres.

Avant la construction de la plupart des levées, d'autres tertres moins réguliers et généralement plus élevés que les terre-pleins antiques furent édifiés sur les berges et au débouché des ponts médiévaux. Entre Decize et Nantes, les berges de la Loire étaient rehaussées, de distance en distance, par des tertres habités, marquant le passage des grandes voies arrivant sur le fleuve.

Deux catégories de tertres historiques sont ainsi distinguées : les tertres de l'intérieur du val qui ont permis le développement de l'habitat rural et les tertres de rives construits à proximité ou sur la berge du lit mineur. Cette deuxième catégorie est la plus fréquente et se rencontre tout le long de la Loire moyenne. Le tertre de Saint-Père-sur-Loire (figure 1), ancienne tête de pont antique reliant Sully-sur-Loire et qui supporte actuellement une urbanisation entre la levée et le fleuve, en est une bonne illustration. Les levées de la Loire que nous connaissons aujourd'hui ont été construites en reliant certains de ces tertres, notamment dans la traversée des principales agglomérations ligériennes.



FIGURE 1 : TERTRE DE SAINT-PÈRE-SUR-LOIRE

Après la construction des premières levées, les crues et le développement des usages tels que la navigation ont conduit à doubler certaines levées en resserrant le plus souvent le lit du fleuve. D'autres tertres ont alors été aménagés par le remblaiement des terrains entre l'ancienne et la nouvelle digue et ont fait l'objet d'une urbanisation.

### 2- Les tertres dans les systèmes de protection contre les inondations

#### Rappel réglementaire

L'évolution de la réglementation en France a conduit à donner aux établissements publics de coopération intercommunale (métropoles, agglomérations, communautés de communes) la compétence de gestion des milieux aquatiques et prévention des inondations (GEMAPI). Cette compétence comprend la gestion des ouvrages de protection. Les nouveaux gestionnaires de digues doivent notamment, sur leur territoire, définir et déclarer les ouvrages organisés en un ou plusieurs systèmes d'endiguement. Le décret n°2015-56 du 12 mai 2015 [5], dit décret « digues », donne une définition réglementaire de cette notion de « système d'endiguement ». Il stipule que le « système comprend une ou plusieurs digues ainsi que tout ouvrage nécessaire à son efficacité et à son bon fonctionnement, notamment :

- des ouvrages, autres que des barrages, qui, eu égard à leur localisation et à leurs caractéristiques, complètent la prévention ;
- des dispositifs de régulation des écoulements hydrauliques tels que vannes et stations de pompage.

Ne sont toutefois pas inclus dans le système d'endiguement les éléments naturels situés entre des tronçons de digues ou à l'extrémité d'une digue ou d'un ouvrage composant le système et qui en forment l'appui. »

Cette définition soulève plusieurs questions concernant les tertres [4]. D'abord, peut-on considérer qu'un tertre historique est un ouvrage et doit-on l'intégrer au système d'endiguement ? Si c'est le cas, quelle responsabilité exercer vis-à-vis d'un tel ouvrage ? Peut-on justifier et créer un nouveau tertre dans le cadre de l'amélioration d'un système d'endiguement ?

#### Doctrine de définition des systèmes

Avant la réglementation de 2015, les études sur les digues domaniales de la Loire, gérées par l'État, ont intégré le tertre dans le système d'endiguement dans la mesure où il assurait la continuité du système de protection contre les inondations. C'est ce qui a été fait notamment dans les études de dangers initiales des digues de Loire (2012-2017) et le rapport d'état des lieux des ouvrages de protection contre les inondations [6] préparé en 2015 pour accompagner la mise en œuvre de la GEMAPI (figure 2).

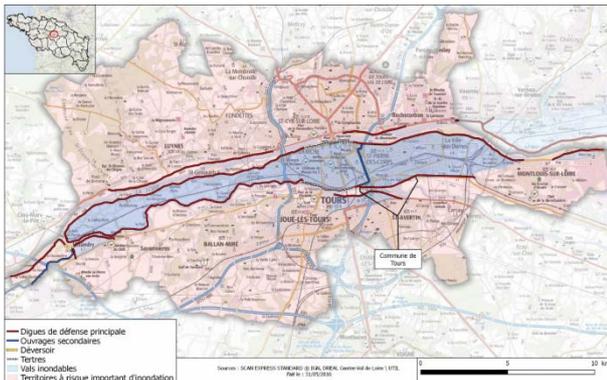


FIGURE 2 : SYSTÈME DE PROTECTION DE TOURS

Désormais, le système d'endiguement peut certes comprendre d'autres ouvrages (remblais routiers, ferroviaires, etc.), mais il exclut les éléments naturels permettant la continuité entre les tronçons de digues. Les tertres sont plus ou moins anthropiques et il est parfois difficile de les qualifier de naturels. Ils participent bien au système de protection, pour autant, les inclure ou non dans le système d'endiguement semble bien relever de l'appréciation du gestionnaire.

Un système de protection contre les inondations (figure 3) peut être défini comme l'ensemble d'ouvrages et parfois d'autres éléments de l'environnement ayant pour but ou pour effet de protéger (y empêcher toute entrée d'eau jusqu'au niveau de protection) un territoire naturellement inondable, contre les crues ou submersions issues d'une ou plusieurs « étendues » d'eau (mer, fleuves, rivières, torrents, lacs, etc.). Il correspond aux éléments en élévation par rapport au terrain naturel dont la présence empêche la propagation des eaux d'inondation sur une partie de la zone naturellement inondable.

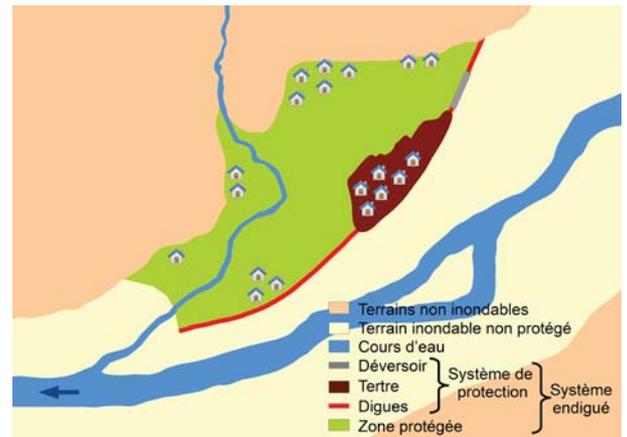


FIGURE 3 : LE SYSTÈME ENDIGUÉ ET LES ÉLÉMENTS QUI LE COMPOSENT (IRSTEA)

Les extrémités d'un système de protection correspondent souvent :

- à des éléments du relief naturel ou à des remblais de taille suffisamment importante pour ne pas risquer la rupture (coteaux, éperons rocheux, tertres naturels ou anthropiques, etc.) ;
- à des territoires non protégés, par où l'inondation se produit en priorité (cas notamment des systèmes ouverts en aval).

Le système endigué est le système formé par l'addition d'un système de protection contre les inondations et de sa zone protégée.

La notion de système d'endiguement est donc voisine mais plus restrictive que celles de système de protection ou système endigué qui ne figurent pas dans la réglementation. Le choix qui semble être laissé au gestionnaire pour la prise en compte ou non des tertres dans la définition du système d'endiguement ne change pas l'approche. En effet, c'est à l'échelle d'analyse du système endigué que s'applique et doit être vérifiée la cohérence hydraulique du système de protection.

### 3- Transformation d'une digue en tertre

#### Approche générale

La réflexion sur les tertres a déjà été conduite aux Pays-Bas et au Japon et a débouché sur des projets concrets, généralement à l'initiative des pouvoirs publics.

Historiquement, ces tertres concernaient surtout des exploitations agricoles ou des ensembles importants dans des sites plutôt ruraux ou sur un grand parcellaire.

Plus récemment dans ces pays, se sont développés les concepts de « super digue » ou « digue multifonctionnelle » (voir figure 4). Il s'agit de digues en remblai de grande hauteur et de grande largeur (de l'ordre de trente fois la hauteur au minimum) en pente douce, capables de supporter les différents mécanismes de détérioration envisageables, et particulièrement le phénomène d'érosion par surverse. Ces

ouvrages sont spécialement conçus pour les événements extrêmes, et visent notamment à éviter les dommages catastrophiques que peuvent causer les ruptures de digues dans les zones densément urbanisées de basse altitude, telles qu'on en trouve à Tokyo et Osaka, et dans de nombreux sites aux Pays-Bas.



FIGURE 4 : LE CONCEPT DE SUPER DIGUE OU DIGUE MULTIFONCTIONNELLE (DELTA RES)

En plus des performances structurelles élevées qu'elles présenteraient, ces nouvelles générations de digues seraient adaptées aux spécificités des environnements (naturel, urbain, industriel, agricole, etc.) dans lesquels elles sont implantées. En effet, par la surface et le volume aménageable qu'elles offrent, elles permettent l'optimisation de ces environnements, au travers de conceptions intégrant des projets de réaménagement et de développement des zones riveraines. L'ouvrage de protection deviendrait alors également le support de multiples fonctions imbriquées adaptées à l'environnement local : habitat, service, industrie, voies de transport, espaces verts et activités récréatives ou sportives.

**L'étude de Saint-Pierre-des-Corps dans le val de Tours**

L'Atelier National mené en 2015 avec les acteurs locaux de Saint-Pierre-des-Corps - territoire fortement exposé au risque inondation - a permis de lancer une réflexion sur un projet de renouvellement urbain à long terme [1]. Saint-Pierre-des-Corps est situé en entrée d'agglomération derrière le système d'endiguement du val de Tours. C'est un territoire contraint, vulnérable et déjà urbanisé.

L'étude de dangers des levées du val de Tours [3] précise notamment que les brèches peuvent entraîner la destruction des aménagements et bâtis situés à l'arrière des digues dans une bande dont la largeur varie de 200 à 600 mètres. Dans cette zone, qualifiée de zone de dissipation d'énergie (ZDE), le principe est d'interdire toute nouvelle construction.

La tendance actuelle conduirait ainsi à empêcher l'évolution des centres bourgs historiques et à développer les nouveaux équipements de l'agglomération en périphérie, sur les plateaux, loin des contraintes de risque. Cette situation affecte d'autres enjeux liés à la consommation des terres, à la préservation des espaces naturels remarquables (en particulier les coteaux), aux mobilités et à la qualité de l'air. De plus, elle ne répond pas à la question de la vulnérabilité du bâti existant et aux possibilités de son renouvellement pour voir diminuer cette vulnérabilité.

Le projet vise à restaurer les capacités de renouvellement urbain du centre-ville de Saint-Pierre-des-Corps en réduisant sa vulnérabilité. Il comprend le renforcement des digues existantes, la mise en place d'une zone de surverse à l'amont pour la gestion de fortes crues et la construction par étape de tronçons de terre adossés à la digue de Loire (figure 5).

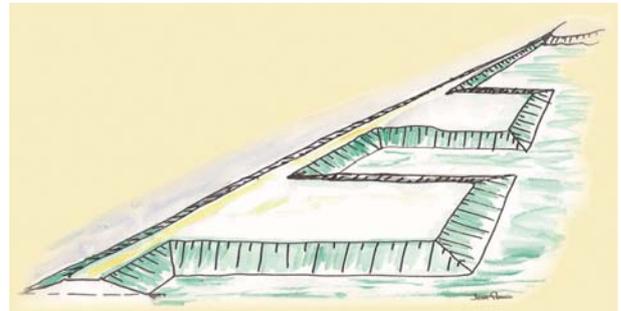


FIGURE 5 : TRONÇONS DE TERRE ADOSSÉS À LA DIGUE

Un tel projet prévoit l'entrée d'eau derrière la digue à partir d'un certain niveau de crue. Il conviendra d'étudier finement les écoulements à l'échelle du lit majeur dans toute l'agglomération. Il prévoit aussi que les tronçons de terre adossés à la digue seront d'une largeur suffisante pour rendre négligeable le risque de brèche et diminuer, à leur contact, la zone de dissipation d'énergie (ZDE). Ce qui pose d'autres questions d'ordre social et réglementaire (figure 6).

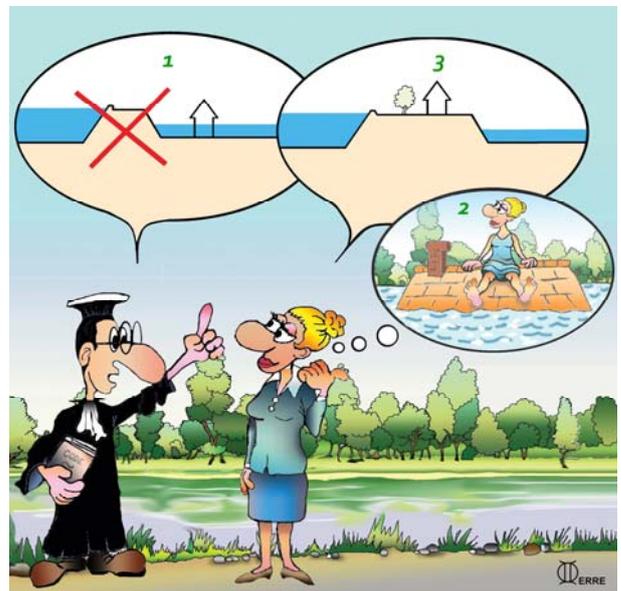


FIGURE 6 : RÉDUIRE LA VULNÉRABILITÉ DANS LA ZDE

On pourrait ainsi reconstruire la ville sur le tertre avec le même niveau de protection que celui du tertre historique de Tours (castrum) jamais dépassé par les crues majeures de référence. On envisage de plus de maintenir et adapter

l'urbanisation des espaces en arrière du tertre, devenus moins vulnérables.

### Conditions de transformation d'une digue en tertre

Un tertre artificiel, adossé à une levée existante, devrait être initialement dimensionné et conçu de façon à résister aux principaux mécanismes de dégradation ou de rupture des digues.

Pour l'érosion interne, l'adoption d'une largeur suffisamment grande de l'ensemble « digue + tertre » permet de ramener le gradient hydraulique en crue à un niveau suffisamment faible pour que la probabilité de brèche y devienne extrêmement faible. À titre d'exemple et quelle que soit la nature de la fondation, une largeur d'une centaine de mètres pour une levée de 5 mètres de hauteur confère à l'aménagement « digue + tertre » un gradient hydraulique inférieur à 0,05 lorsque le niveau d'eau du fleuve tangente la crête de digue ; c'est-à-dire de l'ordre de la moitié du gradient auquel même les sables très fins - fortement érodables - résistent.

Pour l'érosion externe, deux aspects sont à prendre en considération : l'érosion de berge côté fleuve et l'érosion des bords du tertre par les écoulements dans la plaine inondable provenant d'un déversoir ou d'une brèche. En effet, lors d'une crue importante, les courants du fleuve ou ceux des écoulements dans le val sont susceptibles d'éroder le parement côté cours d'eau de la levée ou les flancs du tertre, ou leurs fondations. En cas de brèche se produisant sur l'un des tronçons de levée sans tertre d'adossement à proximité de son contact avec le tronçon de levée à tertre adossé (figure 5), les flancs du tertre lui-même vont être soumis à de forts courants érosifs consécutifs aux écoulements rapides au travers de la brèche. Les conséquences de ces érosions potentielles sont une atteinte à l'intégrité du tertre lui-même, ce qui peut être dommageable pour des habitants ou des bâtiments si le tertre est urbanisé. Il serait dans ces conditions nécessaire de protéger la levée et le tertre et/ou d'aménager des chenaux d'écoulement (par exemple en aval d'un déversoir) de façon à rendre extrêmement peu probable ce type de dégradation.

Le phénomène de surverse est enfin à envisager dans la conception globale de l'aménagement de protection d'un val doté d'un ou plusieurs tertres artificiels d'adossement. Dans le cas d'une surverse importante sur le tertre, il convient d'évaluer les hauteurs et vitesses de débordement en fonction des niveaux de crue et leurs conséquences, avec des appréciations différentes de la criticité selon que le tertre sera construit ou non.

Pour aboutir au dimensionnement précis d'un tertre d'adossement et de ses composants de protection, il conviendrait de dérouler une approche de type « étude de dangers » intégrant de manière explicite une analyse des modes de défaillance basée sur l'analyse fonctionnelle, et ce dès la phase de conception.

Dans cette étude, le système d'endiguement à analyser est bien celui de l'ensemble du val et de ses ouvrages de protection, considérés comme composites (digue + tertre

adossé). Classiquement, tous les scénarios réalistes de dégradation ou de brèche sont à inventorier et leurs conséquences analysées en termes de criticité. Des modèles d'hydraulique, de morphodynamique fluviale (hauteur et vitesse des lames d'eau, évolutions du lit et transports solides, étude des brèches, temps de mise en charge et de ressuyage du val), d'écoulements internes dans les sols (remblais et fondations), de calcul de stabilité et d'hydraulique souterraine sont à mettre en œuvre.

Les simulations hydrodynamiques devraient prévoir l'occurrence de brèches à proximité du contact entre les tronçons de levée sans tertre adossé et ceux pourvus de tertre. L'analyse proposera enfin au final une évaluation des risques résiduels pour différentes occurrences de crue dans les zones ré-urbanisées :

- sur le tertre lui-même, s'il est envisagé de maintenir l'urbanisation ou de s'en servir comme zone-refuge ;
- dans la zone à l'arrière du tertre artificiel (zone qu'il conviendra de délimiter en prenant en compte les plus proches brèches « possibles » sur un tronçon sans adossement).

L'un des facteurs-clés dans ces études de simulation et de dimensionnement nous semble être la bonne connaissance de la nature des fondations - superficielles et profondes - de la levée, de son futur tertre adossé et de leur environnement. À ce titre, les aléas suivants seront à considérer :

- la défaillance potentielle de la levée originelle, pouvant nécessiter son confortement ;
- les écoulements internes, sous pression ou non, dans la fondation superficielle (par exemple, à la faveur d'anciens chenaux comblés) ;
- les remontées de nappe phréatique ;
- les effondrements d'origine karstique ;
- les tassements de couches compressibles ou phénomènes de liquéfaction ;
- les ouvrages enterrés dans le tertre et/ou sa fondation.

C'est au vu du résultat de ces études de site, dans lesquelles les caractéristiques de fondation auront un poids déterminant, que les concepteurs pourront dimensionner la largeur du tertre avec le coefficient de sécurité adéquat.

### Application à Saint-Pierre-des-Corps dans le val de Tours

L'Atelier National, dans sa feuille de route relative au site-pilote du Val de Tours, a identifié un certain nombre de recommandations ou de contraintes à intégrer dans un scénario d'aménagement prévoyant la création de tertres d'adossement sur des tronçons de levée :

- prévoir, en première phase d'opération, la construction d'un déversoir de sécurité et le confortement des levées existantes ;
- étudier finement la transition physique entre un tronçon de levée avec tertre adossé et chacun des tronçons de levée sans adossement qui s'y raccorde ;
- prendre en compte la perte de stockage potentiel d'eau d'inondation dans le val, du fait des remblaiements en lit majeur constitués par les tertres artificiels ;

- améliorer la résilience des zones inondées ou isolées par l'inondation afin de tendre vers leur autonomie lors des crues.

Sur le plan technique, un tel aménagement est composite (une digue + un tertre) et a pour fonction principale de protéger, avec un très haut niveau de sécurité, certaines zones où l'on souhaite limiter la vulnérabilité de la reconstruction (à l'abri du tertre ou sur le tertre lui-même). Si le tertre ainsi créé est urbanisé, l'aménagement dans son ensemble (levée + tertre) devient multifonctionnel puisqu'en plus de sa fonction de protection, il sert de fondation à des bâtiments, à des réseaux souterrains ou aériens et à des voies de communication.

Aussi, pour qu'un tel aménagement multifonctionnel soit efficient et viable dans la durée, plusieurs recommandations supplémentaires méritent d'être formulées :

- l'aménagement dans son ensemble devrait rester identifié dans le système de protection, dont la gestion de la sécurité en cas de crue importante est placée sous la coordination d'une cellule de crise associant a minima le responsable du système d'endiguement et les maires des communes d'implantation des ouvrages et des zones protégées ;
- au droit du tertre, la levée devrait être surveillée et entretenue, et si nécessaire remise à niveau par des travaux si des composants intervenant dans sa sécurité viennent à vieillir. Autrement dit, il ne s'agirait pas « d'abandonner » la levée au motif qu'un tertre d'adossement a été construit ;
- le tertre artificiel lui-même serait soumis à des servitudes d'aménagement, d'exploitation et d'usage inscrites ou déclinées dans le Plan Local d'Urbanisme (PLU), le Plan de Prévention des Risques naturels (PPR) et le Plan Communal de Sauvegarde (PCS), voire dans les actes de propriété ;
- un conventionnement devrait lier toutes les parties « utilisatrices » du tertre avec le responsable du système d'endiguement pour la coordination des questions relatives à la sécurité ;
- les termes de la convention ci-dessus devraient notamment indiquer les modalités de suivi des travaux de toute nature intéressant la digue, son tertre d'adossement et leurs fondations, de façon à disposer à tout moment d'un "plan" 3D à jour et des spécifications techniques afférentes.

## Conclusion

Les levées de Loire et les tertres sont les principaux composants historiques des systèmes de protection contre les inondations de la Loire. À la différence des levées qui sont aujourd'hui très réglementées au titre des ouvrages hydrauliques, les tertres existants peuvent faire l'objet d'un traitement différencié : le gestionnaire peut les inclure ou non dans le système d'endiguement au sens du décret « digues » de 2015.

En s'appuyant sur les réflexions du passé et des projets plus récents au Japon et aux Pays-Bas concernant les « super digues » et les « digues multifonctionnelles », la réalisation de tronçons de tertre adossé à la digue de Loire a été étudiée à Saint-Pierre-des-Corps dans le cadre du renouvellement urbain. S'agissant d'un nouvel aménagement, il serait opportun de l'accompagner d'une approche type étude de dangers d'ouvrage hydraulique de façon à définir la largeur nécessaire pour que sa rupture devienne très peu probable et traiter les zones de transition physique entre ce tertre et les tronçons de digues qui s'y raccordent.

Pour autant, toutes les questions d'ordre juridique, technique et social ne sont pas épuisées pour permettre la construction de nouveaux tertres et notamment : comment démontrer au cas par cas que l'impact d'un remblaiement en lit majeur derrière une digue serait faible au regard de l'intérêt de sécuriser une urbanisation importante ? Et comment assurer la pérennité de ces aménagements à long terme ?

## Remerciements

À Jean Maurin et Didier Derre pour les illustrations et à Marcel Bottema, Adrian Rushworth, Robert Slomp et Meindert Van (membres du Groupe de travail sur les digues du club Européen de la CIGB) pour les exemples internationaux.

## Références

- [1] Bonnet F. & Al (2015). *Atelier National Territoires en mutation exposés aux risques* – Feuille de Route : Val de Tours Saint-Pierre-des-Corps – MEDDE et MLETR
- [2] Dion R. (1934). *Val de Loire, étude de géographie régionale*.
- [3] Maurin J., Boulay A., Ferreira P., Tourment R., et Beullac B. (2013). Etudes de dangers des digues de classe A de la Loire et de ses affluents, retour d'expérience, Digues maritimes et fluviales de protection contre les submersions, 2ème colloque national – Digues 2013
- [4] Maurin J., Patouillard S., Tourment R. (2016). *Transforming a levee into a mound, is it a solution ?* – Poster DREAL CVL. Floodrisk 2016
- [5] MEDDE (2015). *Décret no 2015-526 du 12 mai, relatif aux règles applicables aux ouvrages construits ou aménagés en vue de prévenir les inondations et aux règles de sûreté des ouvrages hydrauliques*
- [6] Patouillard S., Morice Q., Dion du Séjour A. (2016). *État des lieux 2015 des ouvrages de protection contre les inondations (systèmes d'endiguement)*- MATB GEMAPI