L'aménagement de la vallée de l'Authion

Raoul de Chavagnac

Ingénieur en Chef du Génie Rural, des Eaux et Forêts
à la Direction Départementale de l'Agriculture d'Angers

Le nom "d'Authion", si évocateur de problèmes pour des habitants de l'Anjou, risque de vous être totalement étranger. Or, la compréhension du projet d'Aménagement nécessite une certaine connaissance de l'Authion et de ses problèmes. Aussi, me permettrai-je de faire un petit historique de cette vallée.

Historique de la vallée de l'Authion

La vallée de l'Authion se situe en rive droite de la Loire, en amont d'Angers. La rivière longe la Loire sur environ 60 km, entre 3 et 5 km au nord, et ce, jusqu'à Bourgueil en Indre-et-Loire.

Cette vallée est une acquisition récente des hommes. Elle n'était autrefois qu'une partie du lit majeur de la Loire, qui s'est trouvée séparée du fleuve par la construction des levées terminée sous Henri IV.

De ce fait, les eaux provenant du vaste bassin versant, représentant 1 500 km² se sont rassemblées dans le val, et ont formé une rivière nouvelle qui rejoignait la Loire en amont d'Angers (Pont de Sorges).

Cette rivière a été aménagée pour la navigation, et tout un réseau de fossés créé pour l'assainissement. Tout ceci fonctionnait assez bien en temps normal. Mais, en période de crues de Loire, la cote du fleuve étant supérieure à celle de l'Authion, la Loire refoulait dans le val, et inondait les terrains malgré les digues. Il fut alors installé des portes busquées au pont de Sorges, portes se fermant dès que le reflux se faisait sentir. Ce fut une amélioration certaine, mais limitée, du fait que la fermeture des portes interdisait aux eaux d'amont de s'écouler, ce qui, en cas de conjonction de

grandes crues de Loire, entraînant la fermeture prolongée des portes (plus de trois mois) et d'apports importants de l'Authion, amenait de graves inondations.

Divers remèdes furent recherchés :

- *Endiguements localisés* : digue Napoléon, digue de la Daguenière.
- *Déplacement du confluent* : En 1853, des travaux furent entrepris pour déplacer le confluent de l'Authion à 6 km en aval (à Ste Gemmes) en utilisant la différence de pente de la Loire (20 cm/km) et de l'Authion (8 cm/km), ce qui permit d'abaisser la cote des plus hautes eaux d'environ 1 mètre. De nouvelles portes d'isolement avaient été installées au Pont Bourguignon, commune des Ponts de Cé.

Puis, on assista à la dégradation progressive du réseau hydrographique de la vallée, ponctuée par des inondations régulières, dont certaines furent catastrophiques, 1856, 1910, 1919, 1937... On peut considérer que 2 000 ha étaient inondés tous les ans, ou tous les deux ans, 7 000 ha tous les cinq ans, les crues les plus importantes couvrant jusqu'à 20 000 ha (sur une surface totale de 40 000 ha).

Ce n'est qu'en 1958, que le département de Maine-et-Loire entreprit à la suite de l'Indre-et-Loire, le recalibrage et la remise en état de l'Authion sur tout son cours, ce qui améliorait l'écoulement, mais ne résolvait pas le problème de l'évacuation des eaux en période de crues de Loire.

Malgré ces conditions hydrauliques très défavorables, la vallée de l'Authion a connu dans le passé une activité économique importante, liée à la douceur du climat, à la diversité des sols et des cultures, à la proximité d'Angers, et de Saumur, à de bonnes liaisons routières et ferroviaires, et à une population dense. Il y eut des

périodes de grande prospérité avec la culture du chanvre et du lin, puis ensuite avec celle des graines. Puis, ce fut le déclin, lié à l'aggravation des contraintes hydrauliques résultant d'un mauvais entretien, à la concurrence d'autres régions qui se mirent à faire des graines à la suite de l'apparition des engrais, à l'inadaptation des structures foncières aux conditions modernes d'exploitations (surface moyenne des parcelles 0,40 ha, superficie moyenne des exploitations 3 ha), au vieillissement de la population, à l'absence totale d'investissements...

Malgré l'existence de nombreux atouts, on assistait à une dévitalisation inéluctable de cette région. Un préalable à tout redressement était la maîtrise de l'eau, mais tous les projets élaborés au cours des dernières décennies n'avaient pu aboutir en raison de problèmes de financement, l'économie de la région ne pouvant amortir les charges importantes entraînées par les aménagements envisagés.

L'origine du projet

Le projet d'aménagement de la vallée de l'Authion est né de la convergence et de la superposition de trois problèmes.

1) La nécessité de l'aménagement hydraulique et foncier de la vallée de l'Authion évoqué précédemment.

2) L'horticulture française est déficitaire, alors que notre pays possède les sols, les climats, et les hommes qui doivent permettre à notre économie d'être exportatrice, dans une branche où les échanges internationaux croissent d'année en année et où le marché est ouvert : pépinières, bulbes, plantes ornementales, dont le taux d'expansion est lié au niveau de vie, au développement des résidences secondaires...

L'Anjou horticole représente 10 % de la production nationale. La pépinière y occupe une place prépondérante dans un ensemble équilibré. Un centre géographique et commercial de qualité existe autour d'Angers. Un développement marqué des productions horticoles angevines semble donc très réalisable.

3) L'horticulture angevine se trouvait essentiellement située dans la ville d'Angers et en périphérie. La poussée d'Angers qui est considérable fait éclater les structures existantes. L'urbanisation se fait désormais à peu près exclusivement sur des terrains horticoles, ce qui entraîne des problèmes de transfert. C'est environ 700 ha qui seront nécessaires pour réinstaller les horticulteurs angevins et les regrouper.

Il s'agit d'une agriculture à haut rendement, et consommatrice de main d'œuvre spécialisée, nécessitant une infrastructure technique et commerciale de haut niveau.

Ce transfert organisé de l'horticulture angevine se faisant de façon coordonnée, peut jouer le rôle de moteur économique vis-à-vis de la région d'accueil.

La conjonction de ces trois problèmes a amené M. Pisani, alors Ministre et Député de Maine-et-Loire, à concevoir un projet d'aménagement permettant de résoudre nombre de problèmes posés depuis longtemps

dans la vallée de l'Authion, en utilisant la valeur économique de l'activité horticole pour rentabiliser les coûteux investissements indispensables à toute amélioration de la situation existante. En contrepartie des avantages ainsi accordés, en particulier au niveau de l'assainissement des terres, de leur récupération, une surface de 1 000 à 3 000 ha suivant les hypothèses, devait être dégagée au bénéfice de l'horticulture.

La vallée de l'Authion présentait des atouts importants pour ce transfert horticole :

- bonnes liaisons routières ;
- terrains d'origine alluviale variés et fertiles ;
- nappe aquifère importante et peu profonde dans une partie de la vallée ;
- micro-climat très favorable ;
- main d'œuvre abondante.

Cependant des handicaps subsistaient :

- menaces d'inondations ;
- étiage des cours d'eau faible ;
- morcellement foncier généralisé.

Il a donc été décidé de reconstituer d'une manière organisée, cohérente et dynamique, un centre horticole à proximité d'Angers, dans la vallée de l'Authion, en modernisant et en aménageant progressivement l'ensemble d'une région favorable sur le plan des conditions naturelles, mais aux structures vieilles, de manière à y créer des conditions favorables pour l'installation des horticulteurs, au fur et à mesure que le besoin s'en fait sentir. Ceci doit permettre d'aboutir à la rénovation de la vallée de l'Authion, par le biais de l'horticulture qui en sera le moteur.

Les grandes lignes du projet

Les contraintes hydrauliques dans la vallée de l'Authion étaient telles qu'il était bien évident que tout projet d'aménagement nécessitait comme préalable absolu la maîtrise du plan d'eau. Le projet comportait donc un aspect hydraulique important, tout particulièrement en matière d'assainissement. C'est d'ailleurs par l'assainissement qu'ont commencé les premières réalisations.

Mais avant de détailler ces travaux d'hydraulique, je voudrais très rapidement évoquer les autres aspects du projet qui, je le répète, ne pouvaient être envisagés que dans la mesure où le préalable hydraulique était résolu.

Politique foncière

Un double objectif est recherché :

- installer des exploitations hautement spécialisées en horticulture sur des terrains rendus disponibles, (2 000 ha d'horticulture en 1985 dans la vallée, permettant de doubler la production horticole angevine en 10 ans ;
- constituer des exploitations viables de polyculture-élevage par remembrement et agrandissement de celles qui ont un niveau technique suffisant.

Les moyens prévus sont les suivants

- remembrement de toutes les communes de la vallée : 50 000 ha pour 19 000 propriétaires et 115 000 parcelles. En dehors du remembrement, toute action foncière n'a qu'un impact limité ;
- libération de terres par l'action d'I.V.D. majorées aux exploitants agés, sous réserve d'intervention de la S.A.F.E.R. pour l'utilisation des terres concernées ;
- mise en place d'une O.G.A.F. (opération groupée d'aménagement foncier) permettant d'orienter les terres vers la S.A.F.E.R. ou vers certains types d'exploitations, en contrepartie d'aides financières ;
- suppression des contraintes foncières anachroniques, telles que le droit de vaine pâture instauré par la Reine Jeanne de Laval, sur les prairies inondables de la Basse Vallée, situation maintenant de grandes surfaces en état de sous exploitation ;
- présence continue et active de la S.A.F.E.R. sur le marché foncier étroit et difficile, de façon à constituer le maximum de réserves foncières dans le but de constituer des lots suffisants pour assurer l'implantation d'entreprises horticoles ou la restructuration d'exploitations existantes.

Aide au transfert des horticulteurs

Ce transfert, et notamment celui des sièges sociaux pose de graves problèmes :

- expropriations ponctuelles de la ville d'Angers, démantelant les exploitations horticoles, sans possibilité de faire acheter par la ville l'ensemble des terrains d'une exploitation, faute de moyens financiers pour constituer des réserves foncières ;
- versement des indemnités lors de la prise de possession alors que la mise en état d'un terrain horticole demande un long délai (6 ans pour les pépinières) ;
- déplacement du personnel installé depuis toujours à Angers ;
- importance des investissements à réaliser, spécialement pour le transfert des sièges sociaux.

Tout ceci nécessite l'intervention d'aide, tant au niveau technique que sur le plan financier (primes d'installation, subventions, pour certains investissements, prêts...).

Formation des hommes

Le développement et l'implantation d'exploitations rentables axées sur des productions spéciales intensives, nécessite une politique active de formation et d'encadrement des hommes.

Les objectifs sont de trois ordres :

- reconversion ou spécialisation ;
- amélioration des techniques ;
- amélioration de la gestion.

Pour ceci, il faut un environnement favorable. En dehors de ce qui existait (Station pathologie végétale de

l'INRA, Ecole Nationale des Ingénieurs des Techniques Horticoles, Lycée Horticole) le projet prévoit :

- une station d'agronomie de l'INRA ;
- une station expérimentale du Comité National Interprofessionnel de l'Horticulture ;
- déplacement à Angers de la station d'essai et d'études des semences de l'INRA.

La formation professionnelle horticole est prévue dans un Centre National de Promotion Horticole implanté au cœur de la vallée, destinée soit aux personnels des entreprises horticoles, soit aux agriculteurs qui voudraient se reconverter.

Enfin des actions de formations et de Conseils Techniques sont prévues tant pour les horticulteurs que pour les agriculteurs à l'aide de Conseillers spécialisés.

Une attention particulière sera portée sur les problèmes économiques et notamment ceux concernant la mise en marché des produits et les structures de commercialisation.

Aménagement rural

Ce projet a des conséquences sur l'ensemble de la vallée, aussi a-t-il été prescrit l'étude d'un Plan d'Aménagement Rural permettant de définir le projet d'avenir de la région, et de dégager les priorités concernant un certain nombre d'orientations. C'est ainsi que les problèmes routiers, le développement du téléphone, et la construction de logements ont été reconnus comme prioritaires.

Les travaux d'hydraulique

Préalablement au démarrage du projet, des travaux d'hydraulique importants ont été réalisés entre 1960 et 1970 :

— recalibrage de l'Authion.	12 000 000 F
— remise en état d'émissaires secondaires .	3 000 000 F
— création d'un réseau d'irrigation sur 500 ha	3 500 000 F
— assainissement d'un val de 1 200 ha par fossés et pompage.	3 500 000 F
	<hr/>
	22 000 000 F

S'y ajoute le renforcement de la Levée de la Loire qui représente de l'ordre de 15 000 000 F de travaux.

Le programme des travaux d'hydraulique établi en 1971 comportait les opérations suivantes, étalées sur les VI^{ème} et VII^{ème} plans :

(Valeur 1971)

— station d'exhaure des eaux de l'Authion vers la Loire	17 000 000 F
— réserves d'eau dans le bassin amont pour favoriser le développement de l'irrigation	12 000 000 F
— ouvrages complémentaires sur l'Authion (barrages mobiles, endiguements, réa- limentation)	11 000 000 F
	<hr/>
	40 000 000 F

Le Maître d'ouvrage en est l'Entente Interdépartementale pour l'Aménagement du Bassin de l'Authion et la Mise en valeur de la vallée de l'Authion, constituée entre les deux départements de Maine-et-Loire et d'Indre-et-Loire.

Par ailleurs, était prévue la réalisation d'ouvrages collectifs plus localisés, dont le Maître d'ouvrage seraient des communes, des Syndicats de communes ou des associations foncières. Les travaux envisagés d'un montant de 12 500 000 F concernaient des remises en état de cours d'eau dans le Bassin, des travaux d'hydraulique connexes au remembrement, et la création d'un réseau d'irrigation couvrant environ 500 ha.

Enfin le programme prévoyait des travaux d'équipement au niveau des exploitations intensives, notamment pour l'irrigation.

Le programme est largement engagé en ce qui concerne les travaux généraux, puisque la station d'exhaure est achevée pour sa première phase, que la retenue de Rillé permettant le stockage de 5 600 000 m³ sur le Lathan est en cours de réalisation, que des travaux divers sont entrepris sur l'Authion.

On peut désormais considérer que les préalables hydrauliques ont été satisfaits, et les travaux restant à réaliser pourront s'exécuter au fur et à mesure des besoins et en fonction du développement.

Station d'Exhaure

Cet ouvrage est la pièce maîtresse de l'aménagement hydraulique. Des études préliminaires avaient montré que l'écrêtement des crues par des retenues dans le bassin n'était pas possible et que seule une station de pompage rejetant les eaux de l'Authion dans la Loire en période de crues, pouvait résoudre le problème. Une étude économique faite par l'OTAM-SEMA a montré que l'évacuation du débit de pointe de l'Authion (100 m³/s) n'était pas économiquement envisageable, et que l'optimum économique se situait entre 40 et 60 m³/s laissant subsister des inondations sur les terrains les plus bas, tout en les réduisant considérablement en durée et en hauteur.

La station a donc été conçue et réalisée pour un débit nominal de 60 m³/s à 4,5 m de hauteur géométrique d'élévation. Les infrastructures et le génie civil ont été réalisés pour le débit de 60 m³/s, mais l'équipement électromécanique a été limité pour le moment à 40 m³/s (3 groupes sur 5).

Cette limitation est due en partie à des contraintes financières qui ont imposé un certain étalement dans le temps de l'investissement et aussi au désir de pouvoir vérifier sur quelques crues le bien fondé du débit théorique retenu de 60 m³/s à 4,5 m de H G.

Des adaptations sur les deux groupes restant à installer permettraient éventuellement d'en faire varier le débit d'environ 20 % par rapport au débit prévu, et donc d'ajuster le cas échéant le débit global de la station.

Cette station présente une caractéristique très originale, à savoir qu'elle peut être amenée à pomper un débit variant de 0 à 60 m³/s pour des hauteurs géométriques de refoulement variant de 0 à 4,5 m, avec toutes les combinaisons possibles.

De plus, si la station doit être capable d'assurer 60 m³/s à 4,5 m, elle doit avoir le rendement maximum pour un débit de 20 à 30 m³/s refoulé à 2 m, situation la plus fréquente.

Ceci a conduit à prévoir un nombre suffisant de groupes (5) et à les équiper de moteurs à deux vitesses pour pouvoir faire les grandes hauteurs à grande vitesse, et avoir le rendement maximum à 2 m, en petite vitesse.

Un concours a été lancé en 1972 entre entreprises spécialisées sur un projet établi par la SADRAL, avec la participation de SOGREAH. Parmi les très nombreuses solutions proposées, le choix s'est porté sur la proposition faite par le groupement d'entreprises Bergeron, (pompes), SAUR (équipement électrique et automatique), Blandin (génie civil).

Description des ouvrages

1) Canal d'aménée.

Perpendiculaire à l'Authion, de 30 m au plafond, de 170 m de longueur environ.

Cote de fond : 14,10. Protection des berges et du fond par un empierrement.

Une série de panneaux de fond guideaux, déterminés par une étude sur modèle réduit, assure une bonne répartition des vitesses dans tout le canal.

2) Station proprement dite.

a) Infrastructure.

De la cote 10,60 à la cote 20,00

Dimensions : 37 m x 17 m

Volume terrassements : 13 600 m³

Volume béton : 3 600 m³

Elle se compose de cinq travées identiques comprenant :

- 2 demi-pertuis de 2,80 m de large, batardables par des batardeaux amovibles, permettant l'isolement de la chambre d'aspiration de l'Authion (EGA de Nice) ;
- une grille de protection à barreaux d'acier espacés de 8 cm, le nettoyage de cette grille est assuré par un dégrilleur unique à fonctionnement semi-automatique (EGA — Nice) ;
- un canal d'aspiration horizontal permettant l'acheminement de l'eau sous la pompe ;
- une tulipe d'aspiration remplaçant un coude à grand rayon suivi d'un cylindre vertical de 2,20 m de diamètre, amène l'eau à la roue ;
- une volute de refoulement en béton se raccordant à la conduite de refoulement de 2,35 m de coté ;
- un puits d'accès à la pompe ;
- une galerie technique latérale ;
- un plancher général à la cote 20 ;
- un bac à sable pour le lestage.

Station d'Exhaure

Schéma d'ensemble.

Canal d'amenée

1. Batardeau	8. Moteur
2. Grille	9. Armoire de commande du moteur
3. Dégrilleur	10. Galerie technique
4. Canal d'aspiration	11. Bâtiment
5. Tulipe d'aspiration	12. Conduite de rejet en siphon
6. Pompe	13. Vannes casse vide
7. Support moteur et réducteur	14. Ouvrage de restitution

Coupe de la station.

Vue aérienne.

Façade sud.

b) Superstructure.

- bâtiment principal de 52 m × 8,40 m et de 7,70 m de haut, et bâtiment des transformateurs de 12 m × 10,50 m et de 5,50 m de haut constitué d'une charpente en béton armé supportant un pont roulant électrique de 10 tonnes;
- une toiture terrasse et panneaux préfabriqués en béton avec parement extérieur en gravillons lavés ;
- la façade sud, coté Digue de Belle-Poule, est très largement vitrée.

c) Equipement de pompage.

5 groupes électropompes identiques à axe vertical entraînés par des moteurs à deux vitesses.

Pompe centrifuge monocellulaire à axe vertical avec volute béton (Bergeron). Roues à ailettes, en fonte, avec bagues et bronze frettées au droit de la pièce d'aspiration. Diamètre de la roue 2,70 m — section de sortie 0,54 m — vitesse de rotation 74,5 et 93 tr/mn — poids de la pompe : 18 000 kg. La lubrification du palier à coussinet inférieur est assurée par l'eau des fuites et de la graisse amenée par un motograisseur.

Les caractéristiques des pompes sont les suivantes :

Hauteur géométrique d'élévation en m	Débits en m ³ /s		Puissance absorbée en Kw	
	74,5 tr/mn	93 tr/mn	74,5 tr/mn	93 tr/mn
1	12,30	15,90	268	487
2	11,00	14,90	314	546
4	7,25	12,65	375	620

- Réducteur : la pompe est attelée à un réducteur de type planétaire (Rheinstahl), lubrifiée à l'huile, à l'aide d'une centrale à huile annexe. Rapport de réduction : 8 — Poids du réducteur : 2 000 kg.

Moteur asynchrone à rotor en court circuit et à deux vitesses (CEM). Puissance nominale : 800 kW à 742 tr/mn — 410 kW à 594 tr/mn — alimentation en 5,5 KV — poids du moteur : 7 100 kg — Ce moteur est équipé de dispositifs de sécurité au niveau des paliers et des bobinages.

d) Equipement électrique

- alimentation en 20 kV ;
- 2 transformateurs principaux de 4 MAV, type extérieur 20 - 5,5 kV ;
- équipement MT et BT nécessaires au fonctionnement automatique de la station ;
- une salle de commande, comportant un pupitre de commande avec les appareils de commande, signalisation et contrôle nécessaires à la marche de la station, ainsi que les appareils indicateurs et enregistreurs de niveaux, débits...

3) Rejet :

Le rejet se fait par passage au-dessus de la levée de Belle-Poule par un siphon prolongeant la conduite de

refoulement en béton armé de section constante, mais de profil variable, la largeur augmentant de 2,35 m à 6,50 m de la station vers la digue, la hauteur se réduisant de 2,35 à 0,90 m.

Le franchissement de la levée n'entraîne qu'une surélévation d'environ 90 cm de la chaussée.

Ce type de rejet présente un maximum de sécurité :

- pas de démolition de la digue de Belle-Poule ;
- pas de vannes au refoulement des pompes ;
- désamorçage automatique en cas d'arrêt de la pompe par mise à la pression atmosphérique de la partie supérieure du siphon, par l'intermédiaire de 2 vannes de Ø 150 par demi siphon, à commande automatique asservie au démarrage et à l'arrêt des pompes.

Au démarrage, le groupe se met en grande vitesse. L'air contenu dans le siphon est chassé par les 4 vannes casse-vide et par l'orifice d'extrémité du siphon.

Au bout de 2 minutes, les vannes casse-vide se ferment, et le siphon termine son amorçage, l'air résiduel étant entraîné par le débit liquide.

Après 7 minutes de fonctionnement en grande vitesse, l'amorçage étant terminé, le groupe peut rétrograder en petite vitesse si l'automatisme impose ce régime.

Ces siphons se prolongent en Loire par un ouvrage de restitution permettant d'obtenir une bonne dissipation d'énergie et une répartition tridimensionnelle de l'écoulement.

A la suite de cet ouvrage, un matelas d'enrochements fait de blocs de 10 à 30 kg permet une protection satisfaisante des ouvrages et de la digue contre les affouillements dus au rejet. Ces dispositions ont été arrêtées à la suite d'une étude sur modèle réduit à fonds mobiles faite au L.C.H.F. de Maisons-Alfort.

Fonctionnement

La station doit pouvoir s'adapter automatiquement aux débits de l'Authion à évacuer en Loire. Ces débits varient de 0 à 80 m³/s pour des hauteurs de refoulement allant de 0 à 4,5 m.

Du fait que l'on dispose d'une certaine réserve à l'aspiration constituée par l'Authion canalisé, la régulation peut être réalisée par le fonctionnement intermittent du nombre de groupes appropriés.

Le but de la régulation est de permettre le maintien en amont de Brain, début de la zone inondable située à 9 km en amont, de la cote la plus basse possible sans que pour autant la ligne d'eau ne s'abaisse de manière exagérée à l'amont de la station, ceci dans un but d'économie d'énergie électrique. Le fonctionnement des groupes est donc assujéti à des niveaux relevés à la station et au pont de Brain.

La régulation est basée sur le système suivant :

- maintien du niveau au pont de Brain entre deux cotes préétablies (par exemple 17,10-17,30) et ceci par action sur le régime de pompage. Ce fonctionnement aura lieu pour un débit de l'Authion compris entre 0 et 40 m³/s environ ;

- lorsque le débit devient important, la cote à la station s'abaisse au-dessous d'une valeur préréglée (par exemple 16,70) qui entraîne alors la réduction du régime de pompage pour éviter le désamorçage et réduire les frais d'énergie ;
- si, dans ces conditions, la cote à Pont de Brain monte au-dessus de la valeur maximale préréglée (17,30), la régulation s'effectue alors en fonction des cotes à la station entre la cote minimale déjà mentionnée (16,70) et une cote supérieure préréglée (16,90) ;
- lorsque le niveau à Pont de Brain est redevenu inférieur à la cote minimale préréglée (17,30), la régulation se fait à nouveau à partir des deux niveaux à Pont de Brain.

Chaque niveau de commande inférieur, qu'il soit à Pont de Brain ou à la station, donne l'ordre d'arrêt du groupe qui a été mis en service en dernier et chaque niveau supérieur donne l'ordre de mise en marche d'un groupe supplémentaire ;

- il existe une temporisation de deux heures entre deux ordres successifs provenant de Brain et une temporisation de 15 minutes entre deux ordres en provenance de la station.

En cas de redémarrage à la suite d'une coupure EDF ou après la fin d'une période de pointe, les temporisations sont ramenées à 10 minutes, espacement minimum des démarrages imposés par EDF pour éviter les phénomènes de flicker.

Il est prévu pour chaque phase n pompes pouvant fonctionner chacune en petite ou grande vitesse correspondant donc à $2n$ groupes (6 en première phase, 10 en deuxième phase). L'ordre normal de mise en service sera tout d'abord la mise en route successivement des n pompes, puis ensuite le passage de ces n pompes en grande vitesse ; l'arrêt se fera de façon inverse.

Ceci est rendu possible par le fait que les pompes peuvent assurer toutes les hauteurs de refoulement en petite et en grande vitesse et que de ce fait, le changement de vitesse permet seulement de faire varier le débit.

La mise en service de cette station a nécessité le remplacement des anciennes portes en bois du Pont Bourguignon par trois vannes secteurs métalliques de

6,5 m x 5,20 m, capables de supporter une différence de niveau de 4,5 m, ce qui a représenté une dépense de 1 400 000 F (E G A de Nice).

Ces vannes dont le fonctionnement est automatique ou télécommandé depuis la station d'exhaure, ont deux fonctions :

- une fonction crue : s'opposer par leur fermeture au refoulement de la Loire en crue dans l'Authion ;
- une fonction étiage : maintenir en étiage un plan d'eau amont constant à une valeur préréglée, mais variable suivant les périodes.

La station fonctionne depuis octobre 1974. Son coût total a été de 14 200 000 F. Son fonctionnement est prévu en moyenne 52 jours par an pour évacuer 128 000 000 m³ et consommer 1 100 000 kWh.

Mais il faut noter que son fonctionnement sera très irrégulier, variant de 0 à 120 jours par an, ce qui n'est pas sans poser des problèmes au niveau de la gestion de cet ouvrage.

Point d'avancement du projet

Les travaux hydrauliques concernant l'assainissement sont réalisés et ceux relatifs à l'irrigation sont largement engagés. Le développement de l'irrigation va être la préoccupation des années à venir en matière d'hydraulique dans l'Authion.

Sur le plan foncier des résultats importants ont été obtenus, tant par le remembrement que par les diverses actions foncières. Toutefois, les objectifs fixés à l'origine ne sont pas atteints et l'effort doit être prolongé.

La maîtrise de l'eau permet la mise en valeur des terrains, et l'on assiste depuis deux ans à une évolution considérable de l'économie agricole de la région.

Les installations horticoles et les transferts se réalisent à un rythme plus lent que prévu, mais toutefois significatif.

En réalité, ce n'est que dans 5 à 10 ans, qu'un jugement pourra être porté sur l'action entreprise qui ne peut être qu'une œuvre de longue haleine, conditionnée comme elle l'est par les aspects humains.

Discussion

Président : M. C. GEMAEHLING

M. le Président remercie M. de CHAVAGNAC pour son exposé fort intéressant et ouvre la discussion en posant la question suivante :

Comment sont assurées l'exploitation et la maintenance de l'ensemble — relativement complexe — des ouvrages que vous avez décrits ?

En raison notamment de la faible durée annuelle de fonctionnement de ces derniers, répond M. de CHAVAGNAC, il était hors de question de recruter, à cet effet, un personnel permanent qualifié. Après avoir examiné un certain nombre de solutions, la Société de l'Authion a passé un contrat de prestation de services

avec la S.A.U.R. (1), Société spécialisée qui disposait déjà, à Angers, d'un Centre exploitant des Services d'eau et d'irrigation. Cette dernière a recruté un Chef de Station qui assure l'exploitation et la maintenance des installations électro-mécaniques de l'Authion mais qui travaille aussi sur d'autres stations de la région en période creuse.

En période de crue ou lorsque le besoin s'en fait sentir, la S.A.U.R. envoie à ce spécialiste responsable les techniciens et

(1) Société d'Aménagement Urbain et Rural.

employés nécessaires pour assurer, en permanence, un travail à trois postes de 8 heures par jour, s'il le faut.

Sur une question de M. G. LEVY, M. de CHAVAGNAC précise les dispositions prises pour obtenir une bonne répartition des vitesses dans le canal d'amenée (de 170 m de long environ) presque perpendiculaire à l'Authion. Après étude sur modèle réduit au Laboratoire Central d'Hydraulique de France, dit-il, on a adopté un dispositif comprenant une série de panneaux de fond noyés qui donnent une répartition uniforme des vitesses dans le canal quels que soient les groupes moto-pompes en fonctionnement.

M. SBIHI (Direction de l'Hydraulique à Rabat, Maroc) pose les trois questions ci-après :

1) Quelle est la fréquence du débit maximum de la station de pompage, soit $60 \text{ m}^3/\text{s}$; le choix de ce débit résulte-t-il d'une étude d'optimisation ?

2) Est-il prévu d'installer une pompe de puissance plus faible que celle des pompes principales pour refouler les petits débits ?

3) Quelle est l'importance des infiltrations des eaux de la Loire dans la vallée de l'Authion ?

Répondant à la première question, M. de CHAVAGNAC précise que l'étude économique classique effectuée par OTAM-SEMA a montré que pour une crue maximum de l'ordre de $100 \text{ m}^3/\text{s}$, il existait un "palier de rentabilité" correspondant à des débits de pompage compris entre 40 et $60 \text{ m}^3/\text{s}$; les 3 groupes moto-pompes installés en première étape, assurent un débit voisin du premier chiffre, tandis que les 5 groupes de l'installation définitive permettent d'attendre le deuxième.

Par ailleurs, il n'est guère possible de reconstituer une crue naturelle de l'Authion, car en période de hautes eaux, le remous de la Loire remontait dans la vallée de cet affluent ; il est donc difficile de tirer une loi de distribution statistique des crues naturelles des relevés enregistrés.

En ce qui concerne l'installation d'une petite pompe à utiliser en cas de faible débit, j'ai omis de signaler qu'avant la réalisation de l'aménagement que j'ai décrit, le Département avait installé, il y a 7 ou 8 ans, une pompe d'un débit de $6 \text{ m}^3/\text{s}$ qui apporte, aujourd'hui, un appoint à la station de pompage principale.

Mais l'installation de pompes de puissances échelonnées

ne présentait pas un intérêt majeur car, à faible débit, l'Authion nous offre un volume tampon important. La semaine dernière par exemple, l'Authion débitait $2 \text{ m}^3/\text{s}$; la station fonctionnait 4 heures par jour en débitant $12 \text{ m}^3/\text{s}$ environ ; le reste du temps, la station était arrêtée. Il a donc paru préférable de limiter le nombre de groupes en utilisant la souplesse donnée par la possibilité de les faire fonctionner, soit à $74,5 \text{ tr/mn}$, soit à 93 tr/mn .

Enfin, pour répondre à la troisième question posée par M. SBIHI, je précise qu'en période de crue de la Loire, les infiltrations des eaux de ce fleuve le long de l'ensemble des digues représentent un apport à l'Authion de l'ordre de $2 \text{ m}^3/\text{s}$, c'est-à-dire, relativement peu important.

Sur une question de M. HERENGUEL (Sté du Canal de Provence), M. de CHAVAGNAC confirme que l'eau refoulée par les pompes passe au-dessus de la levée de Belle-Poule par un siphon en béton armé de section constante mais de profil en travers variable ; de la station vers la digue, sa largeur varie de 2,35 m à 6,50 m, la hauteur se réduisant corrélativement de 2,35 m à 0,90 m.

L'amorçage du siphon se produit automatiquement en quelques minutes en faisant fonctionner la pompe au débit maximum, vannes "casse vide" ouvertes, ce qui évacue progressivement l'air contenu dans le siphon. Le désamorçage, en cas d'arrêt de la pompe, est réalisé par mise à la pression atmosphérique de la partie supérieure du siphon grâce à deux vannes d'un diamètre de 250 mm — manœuvrées par de l'air comprimé — à commande automatique asservie au démarrage et à l'arrêt des pompes.

Ces siphons se prolongent en Loire par un ouvrage de restitution permettant une bonne dissipation d'énergie et une répartition aussi uniforme que possible de l'écoulement.

Grâce au réservoir-tampon que constitue l'Authion, il vous est possible d'utiliser pour le pompage surtout l'énergie électrique de nuit, observe M. HERENGUEL.

Oui, en période de faible débit, dit M. de CHAVAGNAC ; pour des débits plus importants, cela n'est plus possible mais on s'efforce d'éviter de fonctionner aux heures de "pointe" d'E.D.F. ; ainsi, on a pu, jusqu'ici, limiter à 90 kW la puissance souscrite en heure de pointe.

Abstract

Authion Valley development scheme

The Authion river valley runs alongside the river Loire for 60 kilometres above Angers and is separated from the latter river by a dyking system.

High water in the Loire causes very severe flooding in spite of isolation gates designed to prevent back-flow into the Authion, since the former river is then at a higher level than the latter which, therefore, no longer has an outlet for its flow.

As a result of these conditions, activities in this region have suffered a severe setback ; in an attempt to remedy the situation, a development plan has been prepared which is mainly based on resettlement of horticulturists displaced by growing urban development in the Anjou region.

Adequate control of water levels was an absolute prerequisite for implementation of this plan, which meant that major river engineering works would have to be provided for. In addition, action was required under the following headings :

- Land management, mainly in the form of highly-specialised new farms and improvement of existing farms.
- Assistance for resettled horticulturists.
- Professional training schemes.
- Overall rural development planning for the region.

The main hydraulic structure is a pump station transferring water from the Authion to the Loire, which is located just

above the confluence of the two rivers and is designed to operate when flood flow in the Loire prevents gravity outflow from the Authion. Rated capacity of the plant is $60.3 \text{ m}^3/\text{sec}$ for a geometric lift of 4.5 m. It comprises four identical bays each equipped with a vertical pump driven by an electric motor. Leading particulars of this equipment are as follows :

- Bergeron single-cell centrifugal pumps with concrete volutes and 2.7 m diameter cast-iron impellers, performance data as follows :

Speed : 74.5 rpm ; 93 rpm
Discharge at 4 m lift : $7.25 \text{ m}^3/\text{sec}$; $12.65 \text{ m}^3/\text{sec}$

- Rheinstahl 8:1 planetary reduction gear unit.
- CEM 5.5 kV, 800 kW two-speed motor.
- Self-priming siphon transferring flow over the dyke between the Authion and Loire.

The pump station is fully automatic in operation, being controlled by stage data in the uppermost flooding area of the Authion 9 kilometres upstream. It is designed for an average 52 days' operation in the year, i.e. a total flow output of 128 million cubic metres and a total power input of 1.1 million kWh. It was built in several stages from 1972 to 1974 at a total cost of 14.2 million French Francs.