

Photogrammétrie et orthophoto

Préavis N° 195

Lausanne, le 18 janvier 2001

Monsieur le président, Mesdames et Messieurs,

1. Objet du préavis

Par le présent préavis, la Municipalité sollicite du Conseil communal un crédit d'investissement du patrimoine administratif de 300'000 francs pour une nouvelle campagne de prises de vues aériennes couleurs et infrarouge sur l'ensemble de la Ville, puis pour la restitution topographique de tout le territoire communal, et enfin pour l'établissement d'une orthophoto numérique.

2. Historique

La première campagne de prises de vues couleurs – dite « vol d'hiver » – a été effectuée en 1971 déjà et renouvelée tous les 5 ans. Les frais ont été pris en charge par le budget ordinaire du service du cadastre. Le plan de vol unique repris pour chaque campagne est le document de référence de la mission. Ces prises de vues ont fréquemment été utilisées dans le cadre d'études de plans partiels d'affectation (PPA) ou d'aménagements particuliers.

Lorsque la nature est à l'optimum de sa croissance, le vol infrarouge – dit « vol d'été » – permet de détecter et de reconnaître l'état de santé réel de la végétation, et des arbres d'avenue en particulier. Les frais ont été pris en charge par le budget ordinaire du service des parcs et promenades.

La première campagne de photos infrarouges a eu lieu en juillet 1975. Elle devait déterminer l'état de santé des arbres avant l'introduction du gaz naturel dans le réseau urbain ; elle a été répétée en 1977 suite à la conversion du gaz de ville au gaz naturel effectuée par les Services Industriels.

La périodicité des mêmes prises de vues à la même échelle et avec les mêmes caractéristiques permet de suivre toute l'évolution aussi bien des constructions que de la végétation.

Les dernières prises de vues couleurs ont été effectuées le 15 avril 1996. Les prochains vols sont programmés pour le printemps et l'été 2001.

3. Définitions et étapes chronologiques techniques

3.1 Photogrammétrie aérienne.

C'est la science et la technologie qui permettent l'élaboration de cartes et la saisie de l'environnement. A partir de clichés photographiques se recouvrant partiellement et par un procédé de traitement d'images spécialisé, la photogrammétrie aérienne permet la mesure et la reconstitution exacte d'objets en trois dimensions (3D). Cette opération s'appelle la restitution photogrammétrique.

Le produit final est :

3.2 L'orthophoto.

L'orthophoto est une photo numérisée puis rectifiée pour supprimer la distorsion due à la projection centrale de l'appareil de prises de vues. Le procédé consiste à transformer une image numérique (ensemble de « pixels », soit les éléments unitaires qui la composent) afin de connaître la position de chaque pixel en plan. C'est donc une photo corrigée géométriquement de telle façon qu'elle soit superposable à un plan ou à toutes autres données « géoréférencées », soit connues en coordonnées.

L'ensemble du processus et le développement chronologique de la création d'une orthophoto se présente comme suit :

- la signalisation au sol des points d'appui ;
- la réalisation des prises de vues aériennes : le vol photogrammétrique ;
- l'aérotriangulation (l'orientation des prises de vues) ;
- la réalisation du modèle numérique du terrain (MNT) ;
- l'établissement de l'orthophoto.

L'accrochage au réseau national se fait au moyen des :

3.3 Points d'appui.

C'est la matérialisation et l'identification de points de calage au sol, nécessaires au traitement ultérieur des clichés. Une centaine de points, dont la plupart sont déjà connus en X/Y/Z, devront être signalés par une trace de peinture sur la chaussée. Ce travail sera effectué par le personnel du service du cadastre.

Une fois les photos numérisées, elles doivent être orientées par :

3.4 Aérotriangulation.

Les clichés obtenus lors du vol photogrammétrique ne sont jamais parfaitement orientés et positionnés dans l'espace. A partir d'une série de clichés se recouvrant partiellement et possédant au moins trois points d'ajustage communs (points d'appui), il est possible d'obtenir les éléments d'orientation de toutes les vues concernées.

L'aérotriangulation doit être conçue de façon à pouvoir servir pour d'éventuelles prises de vues similaires ultérieures.

L'étape la plus importante, mais à n'engager qu'une seule fois, est la modélisation du territoire :

3.5 Le modèle numérique du terrain (MNT).

C'est la représentation numérique en trois dimensions du territoire considéré. Il peut être utilisé pour toutes sortes d'applications, comme on le verra plus loin, et il est indispensable à la réalisation d'orthophotos.

4. Eléments disponibles

Certaines données sont déjà disponibles pour notre région :

L'Office fédéral de la topographie (OFT) a établi le nouveau modèle numérique du terrain MNT25, disponible pour toute la superficie de la Suisse depuis fin 1996. Il repose sur les informations altimétriques de la Carte nationale 1:25'000 (*modèle de base*). Dans une seconde étape, le *modèle matriciel* du MNT25 est interpolé avec une maille de 25 m. Ce jeu de données est uniquement destiné à l'emploi numérique.

Le **Service cantonal de l'information sur le territoire (SIT)** dispose de données topographiques sur tout le territoire vaudois. La mise à jour du plan d'ensemble n'est toutefois pas assurée depuis sa dernière édition du début des années 90. Le site GEOPLANET de l'administration vaudoise contient les données relatives à un vol d'été 95, où un pixel représente 62.5 cm de côté.

Certains **bureaux privés** actifs dans le domaine offrent également des données du même type.

5. Situation à Lausanne

La Ville dispose actuellement de bases de données géographiques relatives à l'état cadastral des propriétés, aux conduites souterraines et à certaines données topographiques (levés spéciaux pour des projets particuliers). Malheureusement, ces données sont actuellement encore incomplètes, mais la mensuration du territoire lausannois se poursuit, sur la base de contrats de mensuration attribués par le SIT, maître de l'ouvrage. Par ailleurs, l'informatisation du registre foncier est en cours.

Dans les services communaux gérants d'installations en sous-sol ou en surface, une multitude de données sont disponibles, à divers degrés de précision ; la superposition à une photo aérienne permettra une meilleure approche des problèmes et une évaluation encore mieux motivée des solutions possibles.

6. Projet lausannois

Le présent projet vise la constitution d'une orthophoto de grande précision (le pixel représentera une surface de terrain de 9 cm de côté). La restitution sur papier sera possible jusqu'à une échelle du 1 :1'000.

Cette orthophoto sera disponible pour tous les services communaux qui interviennent sur le territoire et constituera un précieux outil d'aide à la décision en matière d'aménagement, de projet de construction ou de PPA.

Des logiciels de représentation en trois dimensions sont actuellement disponibles sur le marché. A partir des données géoréférencées, il est possible de simuler des projets, d'évaluer leur impact dans le paysage, de se déplacer d'un point de vue à l'autre.

Ce n'est plus sur plans que l'on appréciera une situation ou un projet, ou que se prendront des décisions, mais devant un écran sur lequel s'affichera le projet, dans les trois dimensions, ce qui le rendra beaucoup plus concret.

Les domaines d'application sont multiples. Citons parmi les plus importants :

- ◆ L'urbanisme et l'aménagement du territoire, qui utilisera l'orthophoto comme support de base à l'élaboration des PPA, ainsi que pour la vérification de l'insertion d'un projet dans un site construit.
- ◆ La police des constructions, pour le contrôle de l'état de l'occupation du sol au moment de la prise de vues.
- ◆ Le cadastre pour la mise à jour du plan d'ensemble et la superposition des données relatives à la propriété ou à l'utilisation du sol.
- ◆ Le système d'information du territoire lausannois, actuellement en cours d'élaboration, qui regroupe toutes les informations relatives au sol et au sous-sol.
- ◆ Les forêts, le réseau routier (avec les cheminements pour piétons).
- ◆ L'agriculture, les eaux et la couverture du sol.
- ◆ Le suivi et l'analyse de la végétation urbaine.
- ◆ Le tourisme (rien de plus parlant qu'une photo aérienne sur laquelle on peut mesurer une distance même sur ses bords !), ainsi que le plan de ville.

Notons encore que les photos aériennes ainsi obtenues pourront également faire l'objet de restitutions photogrammétriques pour la confection de plans à grandes échelles (jusqu'à 1 : 500) utiles pour toutes sortes d'applications (études de détails de projets d'aménagements, de plan de quartier ou autres).

7. Conséquences informatiques

Les serveurs en place à la Direction des travaux peuvent accueillir et gérer ces informations, dont le volume est estimé à 45 giga-octets, moyennant l'acquisition d'espace de stockage supplémentaire.

8. Aspects financiers

8.1 Coût de l'opération.

L'investissement à charge de la Commune de Lausanne est estimé à 300'000 francs. Ce montant se fonde sur deux propositions de prix demandées au cours de l'année dernière.

Il se décompose comme suit :

Prises de vues :	58'000 francs
Aérotriangulation :	28'000 francs
Modèle numérique du terrain :	120'000 francs
Orthophoto :	84'000 francs
Extension mémoire, divers et imprévus pour arrondi :	<u>10'000 francs</u>

Total : **300'000 francs**

Il sera pris en charge par les services suivants :

Service du cadastre :	255'000 francs
Service des parcs et promenades :	<u>45'000 francs</u>

Total : **300'000 francs**

Ce montant est précisément inscrit à cet effet au plan des investissements 2001 – 2002.

8.2 Charges financières.

Les charges financières annuelles, calculées selon la méthode des annuités constantes au taux de 4.75% l'an, sont les suivantes :

Service du cadastre pendant 5 ans :	58'500 francs
Service des parcs et promenades pendant 5 ans :	10'300 francs

8.3 Retour sur investissement.

Le résultat de l'opération sera essentiellement utile pour les besoins propres de l'administration.

La demande extérieure est difficile à estimer, les intervenants travaillant en principe en vue de l'établissement de documents graphiques à plus petite échelle, pour lesquelles les données utiles sont également disponibles au SIT ou à l'OFT.

Le retour sur investissement est donc impossible à chiffrer.

9. Conformité à l'Agenda 21

Le présent projet est en tous points conforme à l'Agenda 21 dans la mesure où il permet de mieux suivre l'évolution du domaine bâti et de la végétation.

10. Conclusions

Fondée sur ce qui précède, la Municipalité vous demande, Monsieur le président, Mesdames et Messieurs, de bien vouloir prendre les résolutions suivantes:

Le Conseil communal de Lausanne,

vu le préavis N° 195 de la Municipalité, du 18 janvier 2001;

ouï le rapport de la commission nommée pour examiner ce préavis;

considérant que cet objet a été porté à l'ordre du jour;

décide :

1. d'allouer à la Municipalité un crédit d'investissement du patrimoine administratif de 300'000 francs pour le relevé topographique et infarouge de tout le territoire communal par méthode photogrammétrique, ainsi que l'établissement d'une orthophoto numérique, réparti comme suit :
 - a) 255'000 francs pour le service du cadastre,
 - b) 45'000 francs pour le service des parcs et promenades.
2. d'amortir annuellement le crédit susmentionné à raison de :
 - a) 51'000 francs par la rubrique 4100.331 du service du cadastre, et
 - b) 9'000 francs par la rubrique 6600.331 du service des parcs et promenades.
3. de faire figurer sous les rubriques 4100.390 et 6600.390 les intérêts relatifs aux dépenses découlant des crédits précités.

Au nom de la Municipalité :

Le syndic :
Jean-Jacques Schilt

Le secrétaire :
François Pasche