

## Utilisation des images satellitaires à très haute résolution pour la mise en oeuvre de la révision des plans de secteur

Marc BINARD et Istvan NADASDI

### Résumé

Le vieillissement des plans de secteur et les modifications de contenu et de procédure apportées par l'Arrêté du 27 novembre 1997 modifiant le Code wallon de l'aménagement du territoire justifient l'examen de l'opportunité de leur mise à jour.

Dans la stratégie d'actualisation, la problématique de la disponibilité des terrains à bâtir joue un rôle déterminant. C'est la raison pour laquelle l'étude s'intéresse plus précisément à l'évaluation de la disponibilité des terrains à bâtir avec certaines de leurs caractéristiques. La zone test correspond à la planche 50/6 du secteur de Malmédy-Saint-Vith. L'étude veut être novatrice par la méthodologie mise en oeuvre. Elle consiste en une photo-interprétation d'orthophotocartes comportant certaines indications des plans de secteur. La méthode est conviviale et a l'avantage de conduire à une évaluation chiffrée et à faciliter l'édition de cartes et de graphiques. Le travail est enrichi par le croisement des données issues des informations extraites d'un modèle numérique de terrain.

D'une part, la recherche confirme la disponibilité des réserves de terrain à bâtir et, d'autre part, elle met en évidence les conséquences de certaines erreurs d'urbanisation (promotion de l'habitat linéaire, contrôle insuffisant du développement des activités d'extraction, etc.). Le "nouveau code" introduit de nouvelles exigences urbanistiques (zonage plus circonstancié, avec indication des besoins environnementaux, périmètres de protection, études d'incidence, estimation de coefficients d'occupation) et renforce les perspectives d'utilisation de la méthodologie.

### Mots-clés

aménagement du territoire, photo-interprétation, cartographie, Système d'Information Géographique

### Abstract

*The ageing of the regional sectoral plans as also the recent changes in map content as defined by the new Walloon code on land planning of 27 November 1997 justify the analysis of new updating methodologies.*

*Most important in regard to the updating strategy to be adopted is the question of the availability of land for additional housing developments. This study therefore focuses on the assessment of available construction sites and some of their characteristics. The study area covers mapsheet 50/6 of the Malmédy-Saint-Vith sector. The original method proposed in this case study is based on computer assisted photo-interpretation of digital ortho-photomaps already combined with some sectoral map information. The method is user friendly and leads immediately to quantitative assessments, also facilitates of conceiving and editing of thematic maps. Further useful information is obtained by combining the map information with a digital terrain model of the area.*

*Research, on the one hand, confirms the availability of land for additional housing developments, and on the other reveals the consequences of bad urbanization policies (promotion and development of linear housing developments, insufficient control over quarrying activities, etc.). The "new code" introduces new town planning requirements (more detailed zoning analysis taking into account the environmental aspects, creation of protected areas, impact surveys, ground occupancy estimation) and strengthens the prospect of using this methodology further on.*

### Keywords

country planning, photo-interpretation, cartography, Geographical Information System

## INTRODUCTION

Déjà dans le passé en Wallonie, les plans de secteur occupaient dans la pratique des plans d'organisation du territoire une position stratégique. Le décret du 27 novembre 1997 modifiant le Code wallon de l'aménagement du territoire, de l'urbanisme et du patrimoine (CWATUP) apporte des modifications sensibles au contenu et aux procédures d'élaboration, d'adoption et de révision des plans de secteur. Cependant, les nouvelles dispositions ne réduisent pas le rôle des plans de secteur dans l'aménagement de l'espace wallon.

En effet, les plans de secteur :

- ont valeur réglementaire et force obligatoire ;
- couvrent la totalité de la région ;
- ont été élaborés sensiblement selon les mêmes normes ;
- peuvent impliquer des restrictions à l'exercice du droit de propriété.

L'administration, ayant dans ses attributions l'aménagement du territoire, a fixé, dans de nombreuses circulaires, la ligne de conduite à observer lors de la réalisation de cet instrument d'organisation de l'espace et les objectifs à atteindre.

Les objectifs fixés dans les années soixante peuvent être résumés comme suit :

- arrêter la dispersion de l'habitat ;
- protéger les espaces ruraux et agricoles ;
- assurer la disponibilité des zones nécessaires à l'expansion économique (zonings industriels, artisanaux, de services et touristiques) ;
- protéger les sites naturels tout en répondant aux besoins du tourisme et des résidences secondaires.

Les travaux devaient être menés dans une optique prospective et génétique, autrement dit en tenant compte de l'évolution normale, naturelle et prévisible des conditions socio-économiques des secteurs. En outre, les problèmes devaient être traités dans leurs articulations spatiales.

Initialement, c'est l'année 1980 qui avait été retenue pour l'horizon des plans. A cause du retard de la réalisation, cette référence a été abandonnée. Compte tenu de l'évolution des idées et des pratiques d'urbanisme et des mutations économiques et sociales des années '80 et '90, il est difficile d'admettre une perspective de validité pour le plan de secteur de plus de 10 à 15 ans à compter de leur adoption définitive. Concrètement, la plupart des plans de secteur ont dépassé leur horizon et les autres vont bientôt l'atteindre. Juridiquement, les plans de secteur demeurent en vigueur jusqu'au moment où d'autres plans leur sont

substitués en tout ou en partie à la suite d'une révision [Article 19, paragraphe 2 (CWATUP, 1997)].

Les perspectives d'évolution économique et démographique ont considérablement changé. On ne parle guère de développement économique et démographique. En revanche, le nouveau code renforce la prise en considération des besoins environnementaux [Article 1 (CWATUP, 1997)]. Il faut souligner aussi que les plans de secteur ont été réalisés sous un régime d'aménagement du territoire qui voulait être participatif bien que restant fortement centralisé. Aujourd'hui, l'aménagement du territoire est une pratique très fortement décentralisée.

A ajouter à cela que le nouveau code prévoit de nouvelles indications à porter sur les plans de secteur telles que le report de périmètres paysagers ou écologiques, l'indication des zones d'aménagement différées ou encore la réalisation d'études d'incidence. Ces innovations confortent les besoins de révision des plans de secteur ou leur remplacement par d'autres plans d'urbanisme.

La contribution qui suit a des ambitions limitées. Il s'agit de confronter, à titre d'exemple, certaines affectations du territoire prévues par le plan de secteur avec l'évolution constatée de l'occupation du sol. Le travail ne s'intéresse qu'aux zones destinées à l'urbanisation et plus particulièrement aux zones d'habitat.

Le but principal est d'estimer les surfaces disponibles des réserves de terrain à bâtir avec certains de leurs attributs environnementaux. La méthodologie mise en oeuvre améliore la qualité et la productivité des inventaires et offre, de plus, la possibilité de procéder à des mesures. Pour améliorer les évaluations, il convient de croiser les données du plan de secteur avec des informations exogènes (modèle numérique du terrain [MNT], extraits de cartes pédologiques, plans d'égouttage, extraits d'autres instruments d'aménagement, etc.). Dans cette étude, il ne sera question que de la confrontation des différentes zones d'habitat avec les inclinaisons et les orientations des pentes issues du MNT.

Les résultats peuvent servir à estimer le degré d'urgence d'actualisation des plans de secteur.

## LES SOURCES

Les Services fédéraux des affaires Scientifiques, Techniques et Culturelles (SSTC) ont accepté le financement partiel de la réalisation d'une étude pilote dans l'optique précisée dans l'introduction. La Direction Générale de l'Aménagement du Territoire, du Logement et du Patrimoine (DGATLP) a assuré sa participation sous

forme de fourniture d'informations et d'assistance scientifique. Cette administration a suggéré d'examiner le cas du secteur de Malmedy-Saint-Vith dont le plan a été adopté par le Ministre de la Région wallonne par l'Arrêté royal du 19.11.1979. L'expérience est limitée à la planche 50/6 de la carte topographique de Belgique, comportant l'essentiel de la commune de Malmedy ainsi que certaines parties des communes de Waimes et d'Amblève.

Les auteurs de ce travail sont convaincus que, parmi tous les substituts de la réalité de terrain, ce sont les photographies aériennes et les images satellitaires à très haute résolution (THR) qui sont les plus puissantes. Si l'exploitation selon les règles de l'art des ces documents ne peut pas totalement dispenser des observations *in situ*, il est possible néanmoins d'en extraire plus d'informations que ce qu'un inventaire sur le terrain pourrait fournir. Celui-ci soulèverait aussi des problèmes de mise en place planimétrique des détails à représenter.

Initialement, on avait prévu l'exploitation d'images satellitaires THR. En raison des retards dans la réalisation des missions spatiales, les images THR ne sont toujours pas disponibles. L'utilisation d'images issues de la fusion de KWR-1000 et de XS de SPOT a été écartée en raison du vieillissement des photographies satellitaires russes. L'image indienne IRS-1C avec ses résolutions de 5 m et 24 m respectivement dans les bandes panchromatique et multispectrale a fourni des résultats décevants dans le cadre de cette application. En effet, sur ces images, de nombreux détails intéressant l'inventaire n'ont pas pu être identifiés.

Pour mener à bien cette étude, nous avons pu disposer d'une orthophotocarte panchromatique numérique obtenue à partir de photographies aériennes de 1995, réalisée et commercialisée par l'IGN. On peut considérer que l'orthophotocarte numérique simule les images satellitaires de très haute résolution. La résolution géométrique au sol de chaque pixel est de 1 m. Il n'a pas été possible d'obtenir des informations sur les qualités planimétriques de l'orthophotocarte dont l'échelle nominale est le 1/40 000. Cependant, l'orthophotocarte supporte, sans difficultés, l'agrandissement vers le 1/25 000, l'échelle d'édition de l'ancienne carte topographique de la Belgique qui a servi de repère de fonds aux plans de secteur.

Pour faciliter certaines évaluations des terrains à bâtir, nous avons pu disposer d'un MNT élaboré au Laboratoire SURFACES. Celui-ci sert à réaliser des cartes

d'inclinaison et d'orientation des pentes. Le MNT est obtenu par la digitalisation des isohypses de la carte topographique dont l'équidistance est de 5 m. Suite à des contraintes de temps, ni les points cotés, ni les lignes de crêtes ou de thalwegs n'ont pu être numérisés. Par conséquent, pour les zones sommitales et les plaines alluviales, il faut craindre certaines altérations des résultats. Celles-ci concernent des surfaces relativement restreintes et peu sensibles pour l'analyse.

La version numérique du plan de secteur était mise à notre disposition par le Ministère de la Région wallonne. Le fichier vectoriel comporte essentiellement les indications de limites de zones et autres prescriptions reprises dans la légende du plan de secteur de Malmedy-Saint-Vith. L'erreur planimétrique à craindre lors de l'utilisation de ce fichier est supérieure à l'erreur graphique de la carte à 1/25 000, soit à 5 m. A l'usage, on constate quelques fluctuations dans la digitalisation des données et très rarement aussi des confusions d'informations. La manipulation des données confirme que la superposition des données maillées (*raster*) de l'orthophotocarte et des données vectorielles des indications de plan de secteur a pu être réalisée dans des conditions satisfaisantes. Il est raisonnable de penser que l'erreur planimétrique moyenne de l'orthophotocarte numérique est inférieure à celle du fichier vectoriel des indications du plan de secteur.

## I. L'ACQUISITION DES INFORMATIONS

L'étude de la conformité des évolutions de l'utilisation du sol vis-à-vis des prescriptions du plan de secteur et de la disponibilité de réserves de terrain est réalisée par une technique de Photo-Interprétation Assistée par Ordinateur (PIAO). Le défaut de concordance entre la situation de droit (prescriptions) et la situation de fait (affectation du sol) fait l'objet d'une cartographie directe sur l'écran. Dans cette démarche, il faut généralement renoncer à l'utilisation de la stéréoscopie. En revanche, les autres critères d'identification ou d'interprétation peuvent être utilisés dans des conditions de travail optimales en raison des possibilités d'amélioration de contraste, de changement d'échelle d'observation, de l'enregistrement numérique direct des modifications et des facilités de correction. Les ensembles délimités sont rastérisés et font l'objet, à la fois, de requêtes par algèbre booléenne et de calculs de surfaces. Ceux-ci se ramènent à un comptage de pixels dont la superficie est connue. La diffusion des résultats est assurée par la réalisation de tableaux statistiques et de cartes thématiques. Le travail a été réalisé dans un environnement informatique Intergraph.

#### A. Zones destinées à l'urbanisation principalement à la résidence

L'étude s'intéresse à l'évaluation des réserves de terrains urbanisables disponibles plus particulièrement pour l'implantation des résidences.

Concrètement les zones suivantes ont fait l'objet d'analyse (les numéros d'identification se réfèrent à ceux utilisés par le plan de secteur) :

- Les zones d'habitat (1.0.) sont les zones destinées à la résidence, aux activités (commerces, services, artisanat et petite industrie) et aux équipements (établissements socio-culturels, touristiques, etc.) connexes ainsi qu'aux espaces verts. Ces installations et équipements ne peuvent toutefois être autorisés que pour autant qu'ils ne mettent pas en péril la destination principale et qu'ils soient compatibles avec le voisinage [article 26 (CWATUP, 1997)].
- Les zones d'extension d'habitat (1.1.) sont réservées exclusivement à la construction groupée d'habitations.
- Les zones d'habitat à caractère rural (1.2.2.) sont destinées à recevoir l'habitat en général ainsi que les exploitations agricoles.
- Les zones et sites d'intérêt culturel, historique et/ou esthétique (1.2.3.) sont des zones où la modification de la situation existante est subordonnée à des conditions particulières résultant de l'intérêt de la conservation.

On constate que, dans la région étudiée, ces dernières zones n'occupent que des surfaces restreintes. Il est par ailleurs difficile de définir les conditions particulières nécessaires à la conservation. Par conséquent, ces zones ont été réunies avec la zone d'habitat à caractère rural.

On a inclus dans l'étude les zones d'extension d'habitat à caractère rural (6.4.1.) qui sont des zones propres à certains secteurs, notamment, à celui de Malmedy-Saint-Vith.

La même analyse a été réalisée pour les zones industrielles (2.0) et les zones d'équipements communautaires et de services publics (6.2). Les besoins en espace de ces activités sont trop spécifiques. Ces zones ont fait l'objet d'une cartographie des réserves disponibles mais elles ont cependant été exclues des calculs statistiques.

On s'efforce de répondre à des questions fréquemment posées par les aménageurs et par les responsables politiques. Les réserves de terrain à bâtir sont-elles suffisantes pour satisfaire la demande de terrain à bâtir dans ses aspects quantitatifs et qualitatifs ? Dans l'affirmative, les réserves trop abondantes ne constituent-

elles pas des immobilisations coûteuses à la collectivité ? Quels sont les besoins différenciés et comment peut-on les assurer de la manière la plus rationnelle possible ?

Lors de l'interprétation des orthophotocartes, nous avons exclu des réserves de terrain à bâtir les zones boisées et humides d'une certaine importance. Les fonctions de bois sont nombreuses. Il faut insister sur leur rôle anti-érosif et esthétique. Certains défrichements exigeraient d'ailleurs l'obtention d'un permis de bâtir [Article 84, paragraphes 8 à 12 (CWATUP, 1997)]. Les zones humides présentent un intérêt écologique et leurs qualités géotechniques sont souvent douteuses. Sans conclusion d'études d'incidence, ces sites ne devraient pas être considérés comme des zones de réserves de terrains à bâtir.

D'un autre côté, certaines constructions ou activités qui ne semblent pas être nécessairement conformes à la destination des lieux ont fait l'objet de cartographie (Fig. 1, p. XII). Il s'agit très généralement de dépassement des périmètres de zones d'habitat du plan de secteur. Sans doute, ceux-ci correspondent généralement à des constructions ou des activités justifiées par l'exercice de l'agriculture (l'usage est conforme à la destination) ou de constructions réalisées antérieurement à l'Arrêté royal du 19.11.1979. Certains dépassements peuvent être dus à la mauvaise numérisation des plans ou à la qualité planimétrique médiocre de l'orthophotocarte ou encore à la mauvaise interprétation. Ces sites devraient faire l'objet de visites sur le terrain pour constater les infractions éventuelles.

Globalement, on peut voir dans le tableau 1 que la zone d'habitat occupe 1 262 ha dont 509,2 ha sont déjà effectivement occupés, 677,7 ha sont encore disponibles et 75,1 ha devraient logiquement être exclus des réserves par suite de certaines de leurs caractéristiques (présence de bois, pentes fortes, humidité, etc.). Bien entendu, les proportions varient selon le type de zone. Il y a relativement moins de réserves de terrain à bâtir pour les zones d'habitat et leurs extensions que pour les zones d'habitat rural et leurs extensions. Les réserves disponibles sont beaucoup plus importantes aussi bien en valeurs absolues qu'en valeurs relatives pour les villages et hameaux que pour l'agglomération urbaine de Malmedy. Compte tenu du prix du terrain à bâtir, cela ne peut que favoriser une urbanisation diffuse.

La traduction de ces surfaces en nombre d'unités d'habitation est délicate. En effet, les zones d'habitat peuvent être affectées non seulement aux activités résidentielles mais aussi à leurs prolongements naturels (commerces, services, artisanat, équipements publics, etc.). Si on prévoit le quart de la superficie à ces activités

et qu'on utilise la densité de référence de 25 habitations à l'hectare, proposée dans les circulaires ministérielles, on obtient 1 945 lots pour les zones d'habitat et d'extension

d'habitat et 10 750 lots pour les zones à caractère rural et leurs extensions.

Tableau 1 - Occupation des zones destinées à l'habitat et à la nouvelle résidence

Surfaces	Zones d'habitat	Zones d'extension d'habitat	Zones d'habitat à caractère rural et zones d'habitat d'intérêt culturel, historique et/ou esthétique	Zones d'extension d'habitat à caractère rural	Total
codes	1.0.	1.1.	1.2.2. et 1.2.3.	6.4.1.	
<b>Zone déjà occupées (en ha)</b>	<b>159,7</b>	<b>0,2</b>	<b>341,2</b>	<b>8,0</b>	<b>509,2</b>
<i>(en % des zones déjà occupées)</i>	<i>31,4</i>	<i>0,0</i>	<i>67,0</i>	<i>1,6</i>	<i>100,0</i>
<b>Zones disponibles (en ha)</b>					
Zones constructibles (en ha)	<b>90,9</b>	<b>12,9</b>	<b>519,0</b>	<b>55,0</b>	<b>677,7</b>
Zones à potentialités réduites (pentes fortes, bois)	<b>27,2</b>	<b>0,0</b>	<b>44,6</b>	<b>3,3</b>	<b>75,1</b>
<i>(en % du total des zones disponibles)</i>	<i>15,7%</i>	<i>1,7%</i>	<i>74,9%</i>	<i>7,7%</i>	<i>100,0%</i>
<b>Total (en ha)</b>	<b>277,9</b>	<b>13,1</b>	<b>904,7</b>	<b>66,2</b>	<b>1262,0</b>

Cette densité de référence correspond d'ailleurs aux normes allemandes (Müller, 1974). Selon ces normes, applicables au milieu considéré, l'implantation d'une maison familiale de type pavillon nécessite un terrain à bâtir de 6 ares avec une largeur de front de 20 m et une profondeur de 30 m et l'espace de voirie de desserte de 0,7 are par unité, soit au total, 6,7 ares par maison ou en prenant l'hypothèse de 4 habitants par maison, 1,7 ares par habitant.

Il est peut-être plus réaliste, compte tenu des préférences résidentielles de la population de la région, de faire intervenir dans le calcul pour le milieu rural une densité de 15 maisons à l'hectare.

Le nombre de lots disponibles dans cette hypothèse est de 6 457 unités satisfaisant les besoins en habitation de 25 828 personnes. Manifestement, il s'agit de réserves très importantes, surtout si on les compare au nombre de permis de lotir délivrés au cours des dernières années par l'administration communale de Malmedy, soit en moyenne une soixantaine de permis par an.

Les besoins en espaces d'autres types d'implantation sont sensiblement moindres (maisons jumelées, maisons en rangée, maisons à patio). Mais l'expérience montre que la demande pour ces types d'implantation est relativement faible dans la région.

Naturellement, on pourrait soutenir l'idée qu'une partie des lots, en raison de contraintes physiques, de formes des parcelles, de problèmes d'accessibilité ou d'équipement, ne convient pas à l'implantation des habitations. Il faut remarquer aussi que la norme de profondeur adoptée pour le plan de secteur pour délimiter les zones à bâtir, soit 50 m, est exagérée. Il en découle une surévaluation considérable de la surface nette constructible. Nous croyons qu'une réduction de 30 % du nombre de lots constitue une meilleure approximation. Au total, en comptant une densité de 25 lots à l'hectare à Malmedy et 15 lots à l'hectare dans les autres zones d'habitat, on obtient 1 362 lots pour la ville et 4 520 lots pour l'ensemble des écarts.

Ce sont encore des réserves suffisantes non seulement quantitativement mais aussi qualitativement car les terrains à bâtir sont assez bien répartis dans l'espace et offrent des sites variés. La cartographie du phénomène conforte cette constatation. Le manque de terrain à construire ne justifie pas à lui seul la mise en révision du plan de secteur.

### *1. Un exemple de mauvais zonage : la promotion du développement linéaire de l'habitat le long des voiries*

Un des objectifs du plan de secteur était de freiner et même de stopper le développement linéaire de l'habitat. Cette préoccupation est encore réitérée par des nouvelles

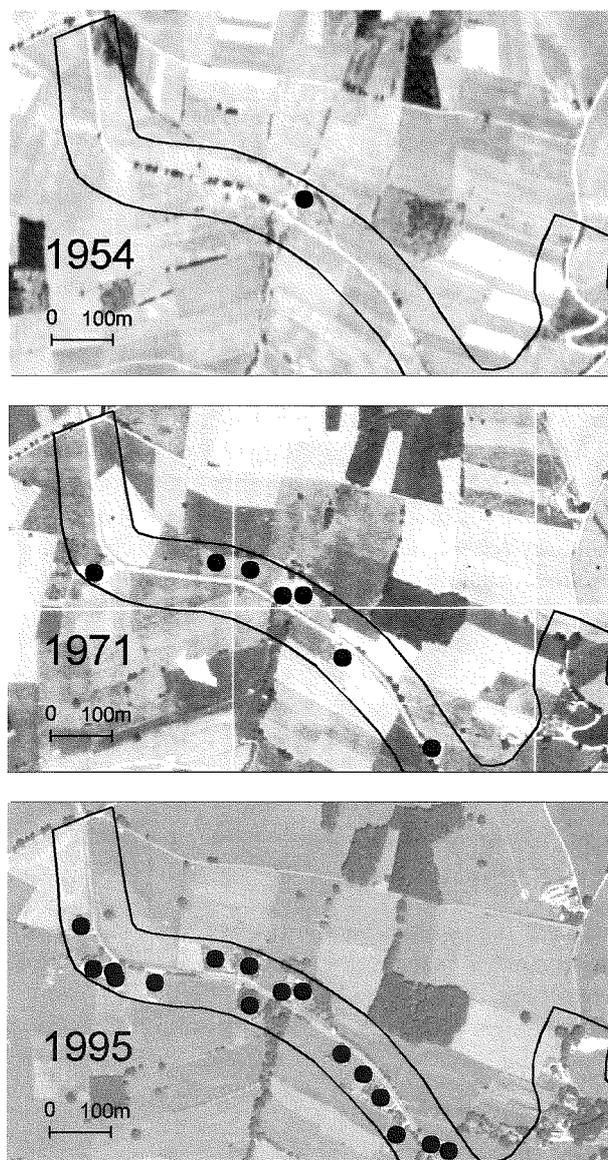
dispositions applicables à la révision des plans de secteur. En effet, dans l'article 46, paragraphe 1 (CWATUP, 1997), on lit : *"l'inscription d'une nouvelle zone destinée à l'urbanisation est attenante à une zone existante destinée à l'urbanisation..."* et le point 2 renforce la prescription : *"l'inscription d'une nouvelle zone destinée à l'urbanisation ne peut prendre la forme d'un développement linéaire le long de la voirie"*.

Ce type d'implantation est induit par la recherche d'économie d'équipement (pas de nouvelle voirie à créer). Il a le défaut d'ignorer le calcul à long terme - le seul terme rationnel pour les actions d'aménagement -, le coût de fonctionnement et plus généralement les coûts collectifs. Malheureusement, pour le secteur de Malmédy, on doit dire que le zonage adopté a favorisé le

développement linéaire de l'habitat. Qu'il soit permis ici d'en fournir un exemple situé au nord-ouest de Bellevaux !

En 1954, il n'existait sur un tronçon de route de près de 900 m qu'une seule maison, un siège d'exploitation agricole (Fig. 2). En 1971, on dénombrait déjà 7 maisons. C'est peut-être ce développement qui a justifié la proposition de zonage linéaire adoptée. Aujourd'hui, on compte 17 constructions. Ce développement n'est pas conforme aux bons aménagements des lieux. Par ailleurs, le site est assez accidenté et exige d'importants travaux de remblai et de déblai. Ces modifications de relief sont coûteuses, inesthétiques et présentent des dangers géotechniques.

Figure 2 - Exemple d'urbanisation linéaire (nord-ouest de Bellevaux)



Le développement linéaire de l'habitat est pire encore lorsqu'il concerne des chemins creux. On en connaît quelques exemples dans la région. Le déboisement des talus ne pouvait que provoquer une reprise de l'érosion. Les conditions microclimatiques y sont généralement peu propices (brouillard, verglas, écoulement de l'eau en surface, etc.) et la viabilité de ces chemins est souvent douteuse.

intéressant de savoir si, en fonction de la pente et de l'exposition, le zonage proposé correspond aux principes du bon aménagement des lieux. On peut estimer que, d'une manière générale, les pentes de plus de 15 % peuvent poser des problèmes d'implantation d'habitations. On peut soutenir également que les pentes supérieures à 10 % et mal orientées sont peu propices à l'implantation des constructions groupées d'habitations.

## 2. L'évaluation des réserves de terrain à bâtir en fonction de la configuration du relief

Les requêtes de disponibilité de terrains à bâtir en fonction des pentes et des expositions sont présentées dans le tableau 2.

Dans la mesure où nous disposions d'un MNT, il était

Tableau 2 - Distribution des différents types d'habitat et des réserves de terrain à bâtir en fonction de l'inclinaison des pentes

Pente	Surfaces déjà occupées									Surfaces encore disponibles											
					Zones constructibles					Zones à potentialités réduites (pentes fortes, bois)											
	Zones d'habitat	Zones d'extension d'habitat	Zones d'habitat à caractère rural	Zones d'extension d'habitat à caractère rural	Total					Zones d'habitat	Zones d'extension d'habitat	Zones d'habitat à caractère rural	Zones d'extension d'habitat à caractère rural	Total							
(en %)	1.0	1.1	1.2 2/3	6.4.1	(en ha)	en %	en % cum	1.0	1.1	1.2 2/3	6.4.1	(en ha)	en %	en % cum	1.0	1.1	1.2 2/3	6.4.1	(en ha)	en %	en % cum
0 à 3	96,6	0,0	73,4	4,4	174,3	34,2%	34,2%	38,6	0,0	102,9	10,6	152,1	22,4%	22,4%	8,5	0,0	12,6	2,1	23,2	30,9%	30,9%
4 à 8	14,4	0,0	67,8	1,5	83,7	16,4%	50,7%	0,6	0,0	107,8	35,7	144,1	21,3%	43,7%	0,1	0,0	2,4	0,8	3,3	4,4%	35,3%
9 à 13	22,7	0,1	118,4	0,1	141,3	27,8%	78,4%	10,9	1,5	180,7	6,9	199,9	29,5%	73,2%	0,7	0,0	8,8	0,1	9,6	12,8%	48,1%
14 à 18	6,8	0,1	52,9	1,9	61,7	12,1%	90,5%	11,8	5,4	79,9	0,3	97,4	14,4%	87,6%	1,5	0,0	7,9	0,3	9,7	12,9%	61,1%
> à 18	19,3	0,0	28,8	0,0	48,1	9,5%	100,0%	29,1	5,9	47,8	1,5	84,3	12,4%	100,0%	16,4	0,0	12,8	0,0	29,2	38,9%	100,0%
<b>Total</b>	159,7	0,2	341,2	8,0	509,2	100,0%	100,0%	90,9	12,9	519,0	55,0	677,7	100,0%	100,0%	27,2	0,0	44,6	3,3	75,1	100,0%	100,0%

D'une manière générale, la proportion des réserves de terrain à bâtir situées sur des pentes fortes est sensiblement plus élevée que celle des terrains déjà occupés d'habitations. S'agit-il d'un certain laxisme de la délimitation des zones d'habitat ou cela signifie-t-il plutôt que les meilleurs sites ont déjà été occupés ? On est un peu surpris de constater que les zones d'extension d'habitat se développent essentiellement sur les terrains en pente. La situation est inverse pour les zones d'extension d'habitat à caractère rural. Les terrains plans et horizontaux peuvent non seulement être moins attractifs que les terrains présentant un certain relief pour l'implantation d'habitations mais aussi, lorsqu'ils sont situés dans la plaine alluviale, être exposés aux inondations ou encore présenter des difficultés d'égouttage. Les zones à potentialité de construction réduite sont situées, comme on s'y attendait, soit sur des pentes accusées, soit sur des pentes très faibles.

La répartition des réserves de terrains à bâtir en fonction de l'inclinaison des pentes a également fait l'objet d'une cartographie (Fig. 3, p. XIII). La proportion des réserves de terrains à bâtir situés sur des pentes supérieures à 18 % représente près de 32 % du total des réserves. On constate que, dans ce cas, beaucoup de ces réserves sont boisées. Le défrichement de ces terrains ne pourrait avoir que des effets écologiques fâcheux. Si on déduit de la réserve globale constructible, soit 677,7 ha, les 84,3 ha de terrains situés sur des pentes supérieures à 18 %, la réserve de construction se ramène à 593,4 ha. C'est encore une surface considérable.

Il s'avère que la répartition géographique des classes de pente n'est pas défavorable. Cependant, certaines zones d'extension d'habitat comportent une proportion anormalement élevée de zones à très forte pente. C'est le cas de Malmédy où beaucoup de réserves d'habitat sont situées sur le versant au sud de la ville.

3. La répartition des zones d'habitat en fonction de l'exposition

L'étude de la pente des terrains à construire ne doit pas être faite en abstraction de l'exposition (Tableau 3).

En raison de la configuration du relief, tous les secteurs

d'exposition ne sont pas également représentés. Près du tiers des zones d'habitat du plan de secteur se trouve sur des terrains pratiquement horizontaux. Pour le reste, il s'avère que la fréquence d'exposition des terrains vers l'ouest et vers l'est est moins importante que pour les expositions vers le sud et surtout vers le nord (Fig. 4, p. XIV).

Tableau 3 - Distribution des différents types d'habitat et des réserves de terrain à bâtir en fonction de l'orientation des pentes

Pente	Surfaces déjà occupées								Surfaces encore disponibles								TOTAL			
									Zones constructibles				Zones à potentialités réduites (pentes fortes, bois)							
	Zones d'habitat	Zones d'extension d'habitat	Zones d'habitat à caractère rural	Zones d'extension d'habitat à caractère rural	Total				Zones d'habitat	Zones d'extension d'habitat	Zones d'habitat à caractère rural	Zones d'extension d'habitat à caractère rural	Total							
	1.0	1.1	1.2	2/3	0.4.1	(en ha)	en %	1.0	1.1	1.2	2/3	0.4.1	(en ha)	en %	1.0	1.1	1.2	2/3	0.4.1	(en ha)
Pas d'orientation	97,2	0,0	72,0	4,4	173,7	34,1%	39,0	1,0	101,9	10,8	152,6	22,5%	11,3	0,0	12,1	2,0	25,4	33,8%	351,6	27,9%
*Nord*	31,9	0,2	81,5	0,9	124,8	24,5%	28,8	11,9	133,3	13,4	187,4	27,8%	2,4	0,0	9,3	0,7	12,4	16,5%	324,4	25,7%
*Est*	3,2	0,0	34,5	0,6	38,2	7,5%	9,9	0,0	48,9	24,2	83,0	12,2%	4,8	0,0	3,2	0,2	8,3	11,0%	129,5	10,3%
*Sud*	13,3	0,0	86,4	0,5	100,2	19,7%	8,1	0,0	140,6	1,4	150,2	22,2%	5,5	0,0	12,4	0,2	18,1	24,1%	268,5	21,3%
*Ouest*	14,1	0,0	56,8	1,5	72,4	14,2%	5,1	0,0	94,4	5,1	104,6	15,4%	5,4	0,0	5,6	0,0	11,0	14,6%	188,0	14,9%
<b>Total</b>	<b>159,7</b>	<b>0,2</b>	<b>341,2</b>	<b>8,0</b>	<b>509,2</b>	<b>100,0%</b>	<b>90,9</b>	<b>12,9</b>	<b>519,0</b>	<b>55,0</b>	<b>677,7</b>	<b>100,0%</b>	<b>29,4</b>	<b>0,0</b>	<b>42,7</b>	<b>3,1</b>	<b>75,1</b>	<b>100,0%</b>	<b>1262,0</b>	<b>100%</b>

A Malmédy, les adrets ont déjà été urbanisés. Pour ce type d'exposition, les parties non urbanisées correspondent à des pentes fortes et boisées. Les terrains urbanisables du plan de secteur se trouvent essentiellement au sud de la ville sur les terrains exposés au nord et en partie sur des pentes relativement raides. La problématique d'orientation mériterait une étude plus approfondie dans ses implications de microclimat et de bio-construction.

Si la recherche consiste dans l'évaluation des terrains à bâtir occupés et surtout encore disponibles pour des fins de lotissement, la technique de PIAO appliquée à des orthophotocartes à très haute résolution a montré sa puissance pour les études de surveillance et de suivi de l'exécution des prescriptions des plans de secteur. Les exemples pourraient être multipliés à souhait. Qu'il soit permis ici de livrer un cas.

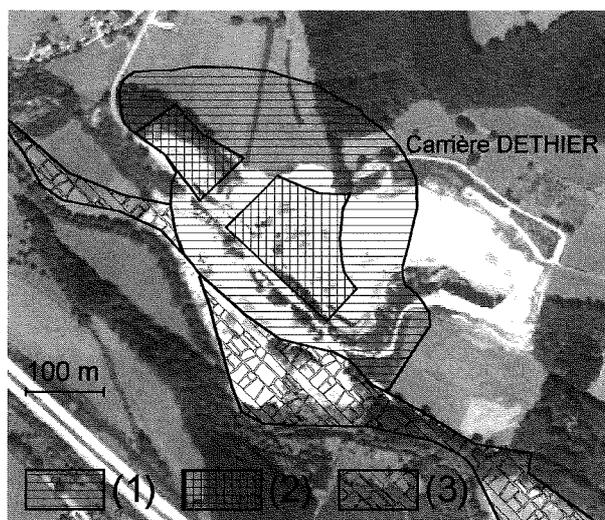
B. Un exemple de conflit d'utilisation du sol : le cas de la carrière Dethier

Il ne s'agit pas ici de porter un jugement sur un conflit

d'utilisation du sol en recherchant les causes et les conséquences. Nous nous bornons à constater qu'il existe une différence considérable entre les prescriptions du plan de secteur et l'évolution constatée, et ce pour une activité nuisante.

Entre 1979 et 1995, la carrière dite "Dethier", située au sud de Bellevaux, n'a pas connu un développement conforme aux prescriptions définies par les limites de réserves d'extension (Fig. 5). L'essentiel du développement de l'exploitation s'est fait à l'extérieur de ce périmètre. D'autre part, l'activité de la carrière a empiété sur une zone d'espace vert longeant l'Amblève. L'impact ne peut être que défavorable sur le biotope. Chose plus grave, la perturbation du milieu naturel est exportée vers l'aval par l'apport de la charge issue de l'exploitation. Le plan de secteur de Malmédy-Saint-Vith semble d'ailleurs traiter les zones d'extraction d'une manière expéditive puisque l'importante carrière de la Warche, toujours en exploitation, ne figure même pas sur le plan.

Figure 5 - La carrière Dethier et son extension (1979-1995)



- (1) Extensions des zones d'extraction;
- (2) Zones d'extraction;
- (3) Zones d'espaces verts

## II. LES PERSPECTIVES D'UTILISATION DE LA PIAO D'ORTHOPHOTOCARTE A TRES HAUTE RESOLUTION

La confrontation des prescriptions graphiques des plans numérisés en mode vectoriel, avec la situation physique transcrite par l'orthophotocarte (en mode maillé), constitue une technique puissante, précise et économe. Le travail peut servir à la révision partielle et totale des plans ou encore simplement faciliter la réflexion spatiale.

Les plans de secteur commencent à vieillir. Ils sont aussi peu conformes aux nouvelles dispositions du code. Certes, il est possible de modifier les dispositions du plan de secteur par d'autres instruments d'urbanisme ou encore de procéder par dérogations [Articles 110 à 114 (CWATUP, 1997)]. On peut penser que la réalisation du nouvel instrument régional d'aménagement, le Schéma de Développement de l'Espace Régional (SDER) définira les options d'aménagement et du développement pour l'ensemble du territoire wallon (Articles 13 à 15 (CWATUP, 1997)). Celles-ci permettront de proposer des directives rationnelles pour la mise à jour des plans de secteur.

La nouvelle législation reconnaît la nécessité d'évaluer et d'intégrer dans la pratique d'aménagement du territoire les besoins environnementaux. Cela ne fera que valoriser l'utilisation numérique de l'image satellitaire de très haute résolution et de la photographie aérienne comme

substituts de réalités de terrain. Le nouveau code, dans son article 40, prévoit des compléments à apporter aux zones par surimpression des périmètres ; par exemple : points de vue remarquables, périmètres de liaisons écologiques, d'intérêts paysager et esthétique, de risque naturel prévisible, d'extension des zones d'extraction, etc. La technique proposée est bien adaptée pour traiter ces problèmes.

La même réflexion vaut pour la définition des zones nouvelles introduites par la législation qui entre en vigueur le 1<sup>er</sup> mars 1998. Certaines de ces zones, comme la zone d'aménagement différée destinée à recevoir toutes les affectations souhaitées par la commune, doivent satisfaire non seulement à des conditions de forme mais aussi à des conditions de fond. Concrètement, cela signifie que la commune doit prouver que les zones existantes avec leur destination atteignent un coefficient d'occupation proche de la saturation (Article 33 [(CWATUP, 1997)]). La valeur de ce coefficient est déterminée par le gouvernement. On voit dans cette évolution les potentialités d'une démarche analogue à celle développée dans le cadre de cette recherche pour l'évaluation de ce type d'indicateur.

## CONCLUSION

La recherche menée peut être considérée comme une étude du suivi des prescriptions du plan de secteur, plus particulièrement pour les zones d'habitat. Il se confirme, et c'est un bon point pour le plan de secteur et pour l'administration de l'urbanisme, que les prescriptions ont été généralement respectées. Le plan de secteur, comme instrument de réservation et de sauvegarde, a joué pleinement son rôle.

Il s'avère aussi que globalement les réserves de terrains à bâtir sont suffisantes et ne justifient pas une opération de révision du plan de secteur.

Si, toutefois, un des objectifs du projet était d'arrêter la dispersion de l'habitat, on peut dire que le plan de secteur de Malmedy-Saint-Vith n'a pas tenu ses promesses. Cette évolution constitue une atteinte au paysage (fermeture, altération de la structure), un gaspillage du sol, une augmentation du coût d'urbanisation et de fonctionnement et une intensification des risques de circulation. Cette erreur aurait pu être perçue par les auteurs du projet et aussi être corrigée lors de la procédure d'adoption.

Des remarques des auteurs du Schéma de structure de Malmedy sont similaires. *"Les zones d'habitat et les zones d'extension d'habitat prévues lors de l'établissement du plan de secteur sont trop vastes ..., les*

*implantations linéaires le long des voiries principales reliant les différents villages ont créé des continuités bâties sous forme de longs cordons étroits dans le paysage" (ARTAU, 1994).*

Enfin, il faut souligner l'intérêt de l'utilisation des orthophotocartes, non seulement dans les études d'inventaires et de suivi, mais aussi dans le soutien de la réflexion spatiale. Dans le passé, la mise en oeuvre de cette méthode a été rendue difficile par la rareté des orthophotocartes numériques ainsi que par le coût de leur obtention. On pourrait aussi améliorer le niveau d'information offert par les images par la réalisation de compositions colorées. Les images de type infrarouge couleur (IRC) sont particulièrement adaptées à l'étude des problèmes environnementaux. L'utilisation de la très haute résolution spatiale demeure cependant indispensable.

Les systèmes satellitaires à très haute résolution spatiale devraient être opérationnels dans les tous prochains mois. A terme, la recherche sera réorientée dans ce sens, en utilisant les images satellitaires THR (1 m dans le panchromatique et 3 m dans le multispectral).

#### REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier les SSTC pour le financement accordé à cette étude, la DGATLP de la Région wallonne pour le soutien logistique et scientifique octroyé, Madame F. Hennequin d'ARTAU sc pour les renseignements donnés au sujet du schéma de structure de Malmedy.

#### BIBLIOGRAPHIE

Aéro-Survey, 1971. *Orthophotoplan noir et blanc*, Sint-Niklaas.

ARTAU sc, 1994. *Schéma de structure de Malmedy*.

CWATU, 1991. *Code wallon de l'aménagement du territoire et de l'urbanisme*, Ministère de la Région wallonne, Administration de l'aménagement du territoire.

CWATUP. *Décret du 27 novembre 1997 modifiant le Code wallon de l'aménagement du territoire, de l'urbanisme et du patrimoine*, Moniteur belge du 12 février 1998, p. 3879-3912.

DGATLP, 1979. *Le plan de secteur de Maimedy-Saint-Vith*, Arrêté royal du 19.11.1979 de la Région wallonne + notice explicative.

IGN, 1954. *Photos aériennes noir et blanc*.

IGN, 1989. *Carte topographique à 1/25 000, feuille 50/5-6 (Stavelot-Malmedy-Saint-Vith)*, édition 3, série M834.

IGN, 1995. *Extrait de l'orthophotocarte numérique réalisée pour le Ministère de l'agriculture sur toute la Belgique*.

MÜLLER F. & DONNAY J.-P., 1995. *Mise à jour des cartes topographiques à partir de l'imagerie satellitaire*, CD-ROM " Telsat-démo " édité par les SSTC, Bruxelles.

MÜLLER W., 1974. *Städtebau*, B.G. Teubner, Stuttgart, 497 p.

NADASDI I. & BINARD M., 1998. *Images de haute résolution au service des statistiques et de l'aménagement urbains : une application sur l'agglomération arlonaise*, T é lédétection, aménagement, environnement et statistiques urbaines, Actes du séminaire Lille, 24 et 25 juin 1996, Eurostat 1998, 69-75.

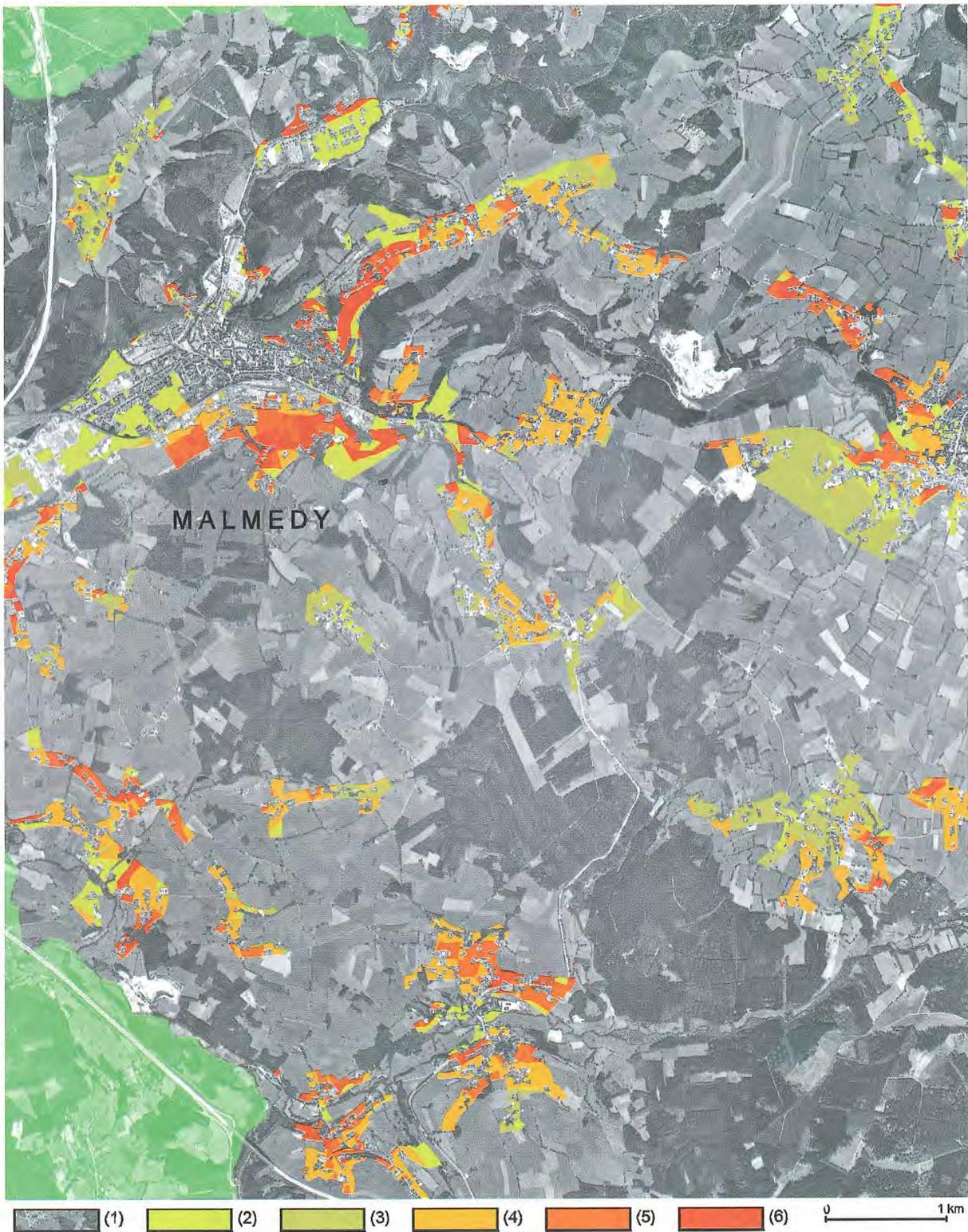
Adresse des auteurs :  
 Marc BINARD et Istvan NADASDI  
 Département de Géomatique de l'Université de Liège  
 Laboratoire SURFACES  
 Place du 20 août, 7  
 B- 4000 Liège

Figure 1 - Répartition de l'habitat et des réserves de terrains à bâtir

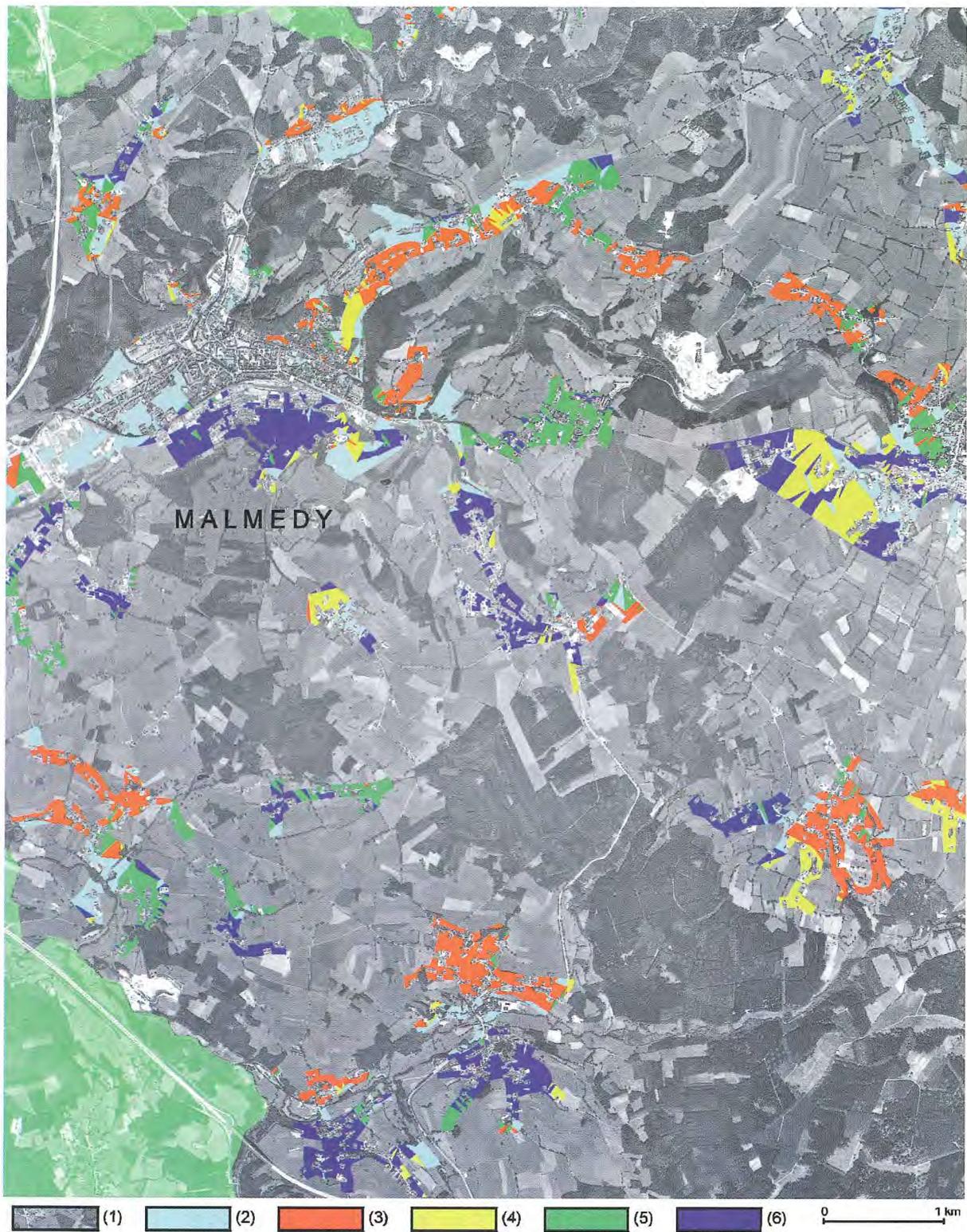


- (1) Fond d'orthophotocarte, correspondant essentiellement aux zones non destinées à l'urbanisation ; (2) Zones déjà urbanisées ; (3) Zones urbanisées situées en dehors des zones destinées à l'urbanisation ; (4) Zones boisées et plans d'eau situés à l'intérieur des zones à l'urbanisation ; (5) Réserves de zones à urbaniser destinées principalement à la résidence.

Figure 3 - Répartition des réserves de terrains à bâtir en fonction de l'inclinaison des pentes



(1) Fond d'orthophotocarte ; (2) Terrains dont la pente varie de 0 à 3 % ; (3) Terrains dont la pente varie de 4 % à 8 % ; (4) Terrains dont la pente varie de 9 % à 13 % ; (5) Terrains dont la pente varie de 14 % à 18 % ; (6) Terrains dont la pente est supérieure à 18 %.

**Figure 4** - Répartition des réserves de terrains à bâtir en fonction de l'orientation des pentes

(1) Fond d'orthophotocarte ; (2) Terrains sensiblement horizontaux (pente moins de 3 %) ; (3) Terrains exposés vers le sud ; (4) Terrains exposés vers l'est ; (5) Terrains exposés vers l'ouest ; (6) Terrains exposés vers le nord.