



De Jérusalem à Tunis. Atlas satellitaire de huit métropoles méditerranéennes majeures

Régis Darques

► To cite this version:

Régis Darques. De Jérusalem à Tunis. Atlas satellitaire de huit métropoles méditerranéennes majeures. Méditerranée : revue géographique des pays méditerranéens, 2017, 129, pp.107-145. <10.4000/mediterranee.9394>. <hal-02326880>

HAL Id: hal-02326880

<https://hal.science/hal-02326880v1>

Submitted on 6 Jan 2022

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.



HAL Authorization

De Jérusalem à Tunis

Atlas satellitaire de huit métropoles méditerranéennes

From Jerusalem to Tunis: Satellite Atlas of Eight Mediterranean Cities

Régis DARQUES

CNRS UMR 5281 ART-Dev, Montpellier
regis.darques@univ-montp3.fr

Résumé – En réponse aux auteurs qui ont participé à la rédaction de ce volume, un atlas de huit villes méditerranéennes majeures a été élaboré. Le but de ce travail est de proposer de nouvelles représentations des métropoles, susceptibles de « résonner » avec les propos, descriptions et expériences personnelles des écrivains. En l'absence de cartographies vectorielles disponibles, nous avons sélectionné et traité différents lots d'images satellitaires. Pour chaque métropole, trois échelles d'analyse ont été adoptées : centre ancien, ville historique, région urbaine actuelle. L'exercice de photo-interprétation rejoint spontanément l'approche expérimentale adoptée par romanciers et essayistes : la ville échappe aux cadres simplifiés, elle déborde des limites qui lui sont assignées, sa complexité rend obsolètes les « mots » classiques de l'urbain. À travers les paysages qu'ils dépeignent et décryptent, et loin des clichés habituels, imagerie et écrits littéraires rusent et s'associent pour produire de nouvelles représentations de la ville.

Mots-clés : atlas, imagerie satellitaire, ville, métropole, représentation

Mots-clés géographiques : Méditerranée, Alger, Athènes, Barcelone, Beyrouth, Istanbul, Jérusalem, Nicosie, Tunis

I - Prolégomènes

Représenter les grandes villes méditerranéennes est un défi qu'écrivains et cartographes tentent de relever du mieux qu'ils peuvent. Contrairement aux écrits, d'emblée soupçonnés de partialité, la cartographie est généralement considérée comme une entreprise d'*objectivation*. Aux élans littéraires et aux rêveries poétiques, la carte opposerait la rationalité *sèche* du réel mesurable, endossant par là même un habit scientifique que peu de personnes sont *a priori* tentées de lui disputer.

Pourquoi donc proposer un atlas satellitaire *en regard* d'écrits littéraires ? Ce projet contradictoire n'est-il pas voué à l'échec ? Audrey Camus et Rachel Bouvet peuvent légitimement demander : « Est-ce la convoitise ou le désir d'hospitalité qui pousse ainsi les savants austères à localiser les topographies imaginaires ? S'agit-il de faire durer le plaisir de l'émerveillement ou de donner une réalité matérielle à nos chimères ? » (CAMUS et BOUVET, 2011). Plusieurs réponses peuvent être apportées à ces interrogations. Convenons tout d'abord qu'un présupposé sous-tend la discussion. Piégés dans une dualité irréconciliable, deux mondes s'opposeraient : le monde *libre* des auteurs littéraires et celui, contraint, des scientifiques « austères ».

Cette dialectique n'est pas la mienne. Le présent atlas démontre que les algorithmes les plus rigoureux appliqués à des bases de données patiemment élaborées à partir d'outils extrêmement sophistiqués peuvent déboucher

Abstract – As an answer to the authors who have participated in the drafting of this volume, an atlas of eight major Mediterranean cities has been developed. The purpose of this work is to ground breaking illustrations of metropolitan areas. These are intended to resonate with the writers' words, descriptions and personal experiences. In the absence of any available vector maps, different sets of satellite images were selected and processed. For each metropolis, we defined three mapping scales: old town, historic city, current urban area. Photo-interpretation spontaneously tallies with the experimental approach adopted by novelists and essayists. Cities escape streamlined frameworks, they spread beyond the frontiers that others have designed for them, and their complexity makes most usual words obsolete. Through the landscapes they depict and decrypt, and beyond standard clichés, imagery and literary papers use their cunning abilities to team up and produce new portraits of the city.

Keywords: atlas, satellite imagery, city, urban area, portrayal

Geographic keywords: Mediterranean, Algiers, Athens, Barcelona, Beirut, Istanbul, Jerusalem, Nicosia, Tunis

sur des représentations du territoire dont la dimension esthétique est difficilement récusable. Les cartes nous invitent, aussi bien que les textes, à *rêver*. L'inventivité du cartographe se nourrit de son imagination et sa dextérité doit tout autant à son intuition qu'à la rigueur de sa méthode.

Le descriptif technique des opérations mathématiques proposé ci-après laissera transparaître que des choix (arbitraires ?) ont été effectués à chaque étape de la préparation des documents. Doigté, œil, savoir-faire, et autres compétences *artisanales* ne sont pas étrangers au processus de mise en carte. Dans les interstices des procédés se glissent incertitude et doute. Entre lieux imaginaires, topographies romanesques et territoires cartographiés, la frontière est plus floue qu'on ne le dit.

Les techniciens de la carte savent pertinemment que leurs réalisations peuvent être fausses accidentellement ou substantiellement (au sens aristotélicien). Introduire des informations erronées et simuler l'apparence du vrai est chose aisée (MONMONIER, 1991, WOOD et FELS, 2008). On ne saurait ignorer le fait que, au cours des dernières années, l'application massive d'algorithmes de plus en plus complexes dans la chaîne de traitement de l'information numérique n'a fait qu'accentuer les risques de dérive. Ainsi, face aux multiples formes de déviation et de détournement possibles, texte et carte ne diffèrent pas : tous deux proposent des *lectures* discutables du monde réel. Pour se forger une opinion, il faudra bien se résoudre à lire *entre les lignes* et *entre les signes*.



À la fois écrivain et cartographe, Gunnar Olsson pense que « nous traçons notre chemin à travers l'inconnu en dessinant des cartes invisibles de l'invisible [invisible maps of the invisible] et en suivant des compas culturels dont l'aiguille pointe non pas vers l'existence physique du pôle Nord magnétique, mais vers le minimum social du *tenu pour acquis* culturel » (OLSSON, 2007). Il est parfaitement reconnu aujourd'hui par les spécialistes que la carte est un outil culturel et politique d'une redoutable efficacité (CRAMPTON, 2001, 2010). La sémiologie graphique, à travers ses méthodes et modèles, utilise de multiples repères spatiaux qui sont autant de marqueurs cognitifs. Points, lignes, surfaces, taille, valeur, grain, couleur, orientation et forme définissent un *langage* (BERTIN, 2005). La combinaison infiniment variée de ces *signes* permet d'échafauder un système sophistiqué de représentation du monde. Le lien sémiologique texte-carte est tel que certains n'hésitent pas à avancer que le sens d'une carte réside non seulement dans la carte elle-même, mais dans la relation au texte écrit dont elle dépend (ROBINSON et PETCHENIK, 1976; HARLEY, 2001). Autrement dit, la carte n'a pas d'existence propre. Elle déploie tout son potentiel *en lien* avec un discours.

Une fois admise cette relation intrinsèque, il n'en reste pas moins vrai que rien n'est plus ennuyeux qu'une carte conventionnelle ou qu'un texte convenu. Le « compas » m'a donc guidé vers l'élaboration de documents originaux, seul moyen d'échapper aux *mornes plaines* cartographiques dont les géants d'internet veulent nous rendre captifs. À la standardisation des discours et des images, il était trop tentant de substituer des représentations *hétérodoxes*. Les villes le méritent.

Les dimensions impressionnantes des plus grandes cités méditerranéennes ont nécessité l'adoption d'une méthodologie spécifique. Les régions urbaines actuelles sont tellement diverses, bigarrées et composites que l'expérience humaine ne parvient plus à les *embrasser*. Faute de vision globale, discours et cartes sont fragmentaires et fragmentés. La carte éclatée répond à la mosaïque de nos vies vécues, prisonniers que nous sommes (citoyens-habitants) d'espaces balisés, attirés par les mêmes *projecteurs* (spotlights) qui nous détournent des territoires invisibles, des non-lieux (AUGÉ, 1992).

Entre le *nulle part* et l'*ici et maintenant* (no-where, now-here) (OLSSON, 1991), il fallait trouver une voie intermédiaire. Chez les géographes contemporains, la carte peut être à la fois absente et omniprésente (BORIA, 2013). Omniprésence de l'outil qui guide nos pas et géolocalise tout objet physique à la surface du globe; absence symétrique des discours socio-politiques d'urbanistes indifférents aux cartes. Lorsqu'elles existent, les représentations des territoires oscillent entre hyper-classicisme et hyper-innovation, amateurisme du trait de plume et professionnalisme des géosciences numériques, microscopie obsessionnelle et macroscopie indifférente.

La production cartographique a cédé au dualisme *local-global* en sacrifiant les échelles intermédiaires. La rareté relative des atlas urbains n'a donc rien d'étonnant. La *tentation des deux extrêmes* a pour conséquence de stériliser la production graphique, ou du moins de la neutraliser. Certes, on peut encore trouver sur les étagères des librairies quelque atlas urbain, mais l'usage du terme « atlas » est souvent impropre. Il est certain en tout cas que les ouvrages consacrés à l'étude de plusieurs métropoles sont rares. L'analyse pluridisciplinaire à l'honneur ces dernières années dans les milieux académiques n'a étonnamment pas eu pour effet de multiplier les cartographies comparées. Le *trans-disciplinaire* s'accommode mal du *trans-spatial*.

Lorsque l'*unité* de l'urbain ne fait plus sens, la comparaison entre villes devient non-sens. En réaction, urbanistes et sociologues abordent la ville contemporaine sous un angle relativement *a-spatial*. À l'inverse, mes efforts porteront sur la mise en valeur de la cohésion des lieux, en prenant bien soin de ne pas exclure les territoires *indésirables* – ceux justement qui font lien. Le regard sera plus englobant qu'analytique.

Dans le contexte éditorial actuel, ce travail ne peut que dénoter. Les textes produits par une dizaine d'écrivains sur huit métropoles méditerranéennes concernent essentiellement des villes-capitales et villes-ports : Alger, Athènes, Barcelone, Beyrouth, Istanbul, Jérusalem, Nicosie et Tunis. Des noms qui enflamment l'imagination... Il ne saurait être question de représentativité de l'échantillon, la sélection des exemples étant le fait des auteurs. Le projet intégrait en revanche un objectif d'équilibre nord-sud entre rives de la Méditerranée dont on peut dire qu'il est à peu près atteint.

L'*accompagnement* des textes se double d'objectifs plus ambitieux : représenter les villes dans toute leur complexité; donner sens au *chaos* urbain (MERRY, 1995; GLEICK, 2008); *réenchanter* et *renaturaliser* (dimension environnementale) les cités trop artificielles qui se développent aujourd'hui. De grands mots ! Certains ne manqueront pas de souligner l'immodestie du propos – à juste titre. Il ne s'agit pourtant plus là de l'ambition du cartographe, mais de la puissance immanente des documents satellitaires eux-mêmes. La spatiocarte a finalement peu à voir avec la carte. La première appauvrit le réel en le simplifiant (surcodage, sous-information), la seconde l'enrichit (sous-codage, surinformation).

Les lignes qui suivent fournissent les éléments nécessaires à la bonne compréhension des documents graphiques. Le lecteur conservera à l'esprit que la rigueur de l'approche est une condition nécessaire à la bonne marche du projet. Elle ne la contredit pas. La publication papier entraîne en revanche une forte réduction de la taille des images dont il faut tenir compte. Soumis aux contraintes de l'édition, les documents numériques voient leur précision sacrifiée.



2 - Complémentarité des échelles d'analyse

Dans l'incapacité de produire un seul document graphique qui rende compte de la complexité et de la diversité des ensembles urbains, trois niveaux (échelles) d'analyse ont été définis pour chaque ville.

2.1 - Centre ancien

Il s'agit de la partie centrale des villes historiques, là où se localisent les principaux monuments et bâtiments remarquables. Les écrits littéraires se concentrent évidemment sur ces quartiers de taille réduite, à haute valeur symbolique. Médinas, casbahs, citadelles et autres *vieilles villes* se caractérisent par une densité de constructions exceptionnelle. Îlots urbains tourmentés, micro-propriétés, réseau viaire resserré : ces cités en Lilliput, généralement muséifiées et/ou paupérisées, s'apprécient à pied. Ce sont les lieux de la *flânerie* par excellence. Pour les appréhender, il faut disposer d'imagerie à très haute résolution (inframétrique). Aux résolutions inférieures, bâtiments et îlots forment des agglomérats indifférenciés de pixels « flous ».

2.2 - Ville historique

Cette strate intermédiaire est difficile à cerner sur le plan morphologique, tant elle peut être hétéroclite. La croissance urbaine du XIX^e siècle et de la première moitié du XX^e a permis de doubler l'emprise spatiale de la ville. Cette phase de développement intense correspond à la période « coloniale » européenne au sud et à l'est de la Méditerranée. C'est aussi l'époque du déclin des empires et de l'émergence de nouveaux États-nations. La ville modernisée voit ses remparts historiques tomber. Elle s'étend vers la campagne périphérique où apparaissent de larges voies de circulation ouvertes aux moyens de transport modernes, privés et publics.

Cette deuxième ville historique retient l'attention de nombre d'auteurs. Des constructions prestigieuses y figurent encore, mais la charge symbolique diminue. Le changement d'échelle entre *centre ancien* et *ville historique* ne permet pas encore de se passer d'imagerie à très haute résolution : il faut pouvoir identifier visuellement certains bâtiments, au-delà des îlots qui les accueillent. Les liens « organiques » entre noyaux ancien et moderne paraissent évidents.

2.3 - Région urbaine

L'explosion urbaine d'après-guerre (décolonisation, indépendances nationales, exode rural massif) fait éclater les référents spatiaux. Le changement d'échelle est bien plus « brutal » que précédemment. La cité s'étend sur des distances inédites, jusqu'à plusieurs dizaines (ou centaines) de kilomètres. Les limites de la *ville*, devenue métropole puis région urbaine, deviennent floues. L'interconnexion avec les unités urbaines périphériques est systématique. Des ensembles en grappe, multipolaires, se constituent. En dépit d'un développement spectaculaire, cette *ville* tentaculaire sombre dans l'indétermination.

Peu d'auteurs s'y intéressent. Marginalité spatiale et sociale s'y expriment pleinement. Les écrits mentionnent des quartiers et identifient quelques infrastructures de transport (rocares, aéroports). La charge symbolique est très faible.

Pour couvrir ces espaces indifférenciés, d'autres documents satellitaires de résolution intermédiaire ont été mobilisés. L'imagerie Sentinel, libre d'accès, correspond parfaitement à l'attente. Avec une résolution comprise entre 10 et 20 m, îlots et quartiers sont clairement identifiables. Selon le mode de visualisation adopté, la distinction *ville-campagne* (bâti-secteurs agricoles ou naturels) peut être plus ou moins aisée. Cette interface (WUI, Wildland-Urban Interface) a été l'objet de toutes les attentions, car c'est elle qui fixe les limites de l'urbanisation. Le choix des bandes spectrales est également déterminant.

Le lecteur remarquera qu'à *niveau* équivalent l'échelle peut encore varier en fonction de la taille des ensembles urbains. Placer côte à côte Nicosie et Istanbul est une opération délicate. Certaines métropoles paraîtront « à l'étroit » dans l'habit qui leur est taillé, d'autres un peu trop « à l'aise ». C'est le prix à payer pour que la comparaison reste possible.

3 - Variété des données satellitaires

Il n'existe pas, à ma connaissance, de base de données vectorielle globale pour l'ensemble des villes méditerranéennes. La plupart des pays du nord du bassin peuvent s'enorgueillir de disposer de SIG sophistiqués, mais les métropoles du sud ont rarement les moyens de développer ces outils. Lorsque les données existent, leur accès est souvent réservé à des utilisateurs autorisés. À ce problème de disponibilité s'ajoute celui de la standardisation. Les traitements de données sont « propriétaires », c'est-à-dire que les méthodes développées dépendent de l'organisme financeur et de son cahier des charges. Toute comparaison internationale en est rendue extrêmement délicate. Faute d'harmonisation des données et d'entente entre organismes, et à défaut de mise à jour régulière, ces documents se sont révélés inutiles. Ils ne répondaient de toute façon pas aux besoins de concordance méthodologique, de simultanéité des représentations, et de précision de localisation. De plus, en l'absence de soutien financier au projet, il ne pouvait être question d'acquérir des données payantes, au demeurant fort chères.

Dans ces conditions, l'imagerie satellitaire est apparue comme une solution idéale. Si les données de télédétection en libre accès sont aujourd'hui nombreuses, qualité et disponibilité varient dans le temps et dans l'espace. Lorsque les données sont gratuites, il faut être capable, en général, de traiter des fichiers « bruts », c'est-à-dire de prendre en charge toute la chaîne des traitements radiométriques et géométriques préalable à l'utilisation de chaque image. La situation est inverse pour les données



à très haute résolution spatiale : les opérateurs sont privés, l'accès est presque toujours payant et les tarifs pratiqués dépassent en général les capacités financières des institutions de recherche, mais les produits sont livrés « clés en mains ».

Entre basse résolution libre et haute résolution en accès restreint, la solution est venue de combinaisons multiples :

1. Données Sentinel 2A MSI, Agence spatiale européenne (ESA), programme Copernicus : résolutions spatiales 10-20-60m, 12 bandes spectrales du visible à l'IR moyen

Lancé en 2015, le satellite Sentinel 2A fournit des données d'excellente qualité. La résolution spatiale des principales bandes utilisées est comprise entre 10 et 20 m, niveau qui permet de couvrir les espaces métropolitains les plus vastes avec une précision convenable. Au niveau de pré-traitement 2A, les corrections radiométriques et géométriques de base sont appliquées. Nous avons en revanche opté pour des données de réflectance BOA (*Basis of Atmosphere*) : un algorithme corrige les perturbations de signal liées aux conditions atmosphériques locales, très fluctuantes entre rives de la Méditerranée. La couverture des plus vastes ensembles urbains a nécessité le mosaïquage de plusieurs images (malgré une fauchée de 290 km) décalées dans le temps de quelques jours. L'utilisation des réflectances BOA améliore en principe la réponse radiométrique en limitant les effets de bord des images mosaïquées.

2. Données Quickbird, DigitalGlobe (GoogleEarth) : résolution spatiale 0,6 m, 3 bandes spectrales du visible.

Pour qui souhaite obtenir des données récentes et gratuites à très haute résolution spatiale, l'imagerie Quickbird de DigitalGlobe, disponible à travers le portail GoogleEarth, est incontournable. Nous avons pu accéder à de nombreuses données Ikonos et Orbview 3 tout à fait opérationnelles, mais leur ancienneté relative (une dizaine d'années) et leur disponibilité unique en mode panchromatique limitaient les possibilités de traitement. Il a donc fallu se reporter sur les documents Quickbird. La compatibilité géométrique a été assurée par un géocodage spécifique.

3. Données Worldview 2, European Cities Dataset, Digitalglobe (ESA) : résolution spatiale 0.4m (multispectral) et 1.8m (panchromatique), 8 bandes spectrales du visible au proche infrarouge

L'accès à ces données a été autorisé après soumission et acceptation d'un projet de recherche auprès de l'ESA. Les images Worldview 2 sont parfaitement adaptées aux études urbaines. Non seulement la résolution spatiale est élevée, mais l'acquisition de plusieurs bandes spectrales dans le domaine visible permet des combinaisons audacieuses et fines. L'*European Cities Dataset*, qui couvre l'Union européenne, laisse malheureusement de côté les métropoles du sud et de l'est de la Méditerranée. Seules Barcelone, Athènes et Nicosie ont pu bénéficier du dispositif.

La sélection de ces sources est le résultat d'une longue recherche effectuée en amont à partir d'un panel de données récupérées sur différents serveurs internationaux. La plus grande difficulté a consisté à couvrir les huit zones métropolitaines en évitant les « trous » que les aléas de l'acquisition satellitaire entraînent habituellement.

Il convient encore de préciser que la collecte des données s'est focalisée sur les images les plus récentes. La plupart des documents satellitaires ont été acquis entre mai et septembre 2017. Lorsque les conditions étaient défavorables (forte pollution atmosphérique, nébulosité excessive, vastes territoires urbains, combinaison de plusieurs images), il a parfois été nécessaire d'étendre cette période à 2016. Les données Worldview 2 utilisées pour Athènes, Barcelone et Nicosie sont antérieures de six ans à celles des autres capteurs (elles datent de mai-juin 2011).

Une attention particulière a été portée à la synchronicité des sources afin d'obtenir des états végétatifs relativement comparables. Adopter une période d'acquisition de début d'été pour les régions semi-arides et de fin d'été pour celles soumises à des climats plus tempérés est une démarche qui fait sens. Les images sont ainsi plus contrastées. Les villes implantées en milieu désertique posent un problème spécifique, car le bâti y est difficilement différenciable de l'environnement : l'absence de végétation et l'omniprésence des paysages minéraux rendent floues les limites de l'urbain.

4 - Traitements algorithmiques et visualisation

Afin de ne pas reproduire l'imagerie de médiocre qualité que diffusent les médias, les choix sémiologiques ont visé une concentration maximale de l'information spatiale et spectrale. Les algorithmes ont été sélectionnés après de multiples essais (divers traitements séquentiels).

4.1 - Imagerie Sentinel 2A (régions urbaines)

L'effort a porté sur l'identification visuelle des zones bâties afin de mettre en valeur l'urbanisation périphérique des métropoles. La visualisation RGBI permet de fusionner les bandes spectrales à 20 m de résolution avec celles disposant du maximum d'information spatiale (10 m). À l'issue de cette fusion, j'ai procédé, comme pour tous les documents de cet atlas, à un transfert de coordonnées colorimétriques en passant en mode de visualisation HSI (*Hue, Saturation, Intensity*). La modification de la fonction saturation permet d'améliorer nettement le rendu, en particulier pour les couverts végétaux et les sols. La dynamique interne de l'image a été encore enrichie par l'application finale d'un algorithme *Hybrid Contrast Stretch*.

En termes d'information spectrale, une place importante a été accordée aux bandes de l'infrarouge moyen et proche. Les zones urbaines apparaissent dans un violet-pourpre qui tend vers le rose lorsque le bâti devient plus lâche et que les jardins viennent brouiller le signal rétrodiffusé.



Les périmètres en eau et les sols détrempés, sombres, sont parfaitement reconnaissables. La différenciation des sols permet de localiser les axes de circulation. L'utilisation combinée du proche IR et de la bande verte valorise la forêt dans les tons rouge-brun. Les couleurs qui vont du vert au jaune caractérisent les sols peu végétalisés ou nus, ainsi que les zones cultivées.

4.2 - Imageries Quickbird et Worldview 2 (ville historique)

Le degré de liberté a diminué fortement lorsqu'il s'est agi de recourir aux données Quickbird standardisées de GoogleEarth. À cette échelle intermédiaire, la cohabitation entre l'énorme potentiel des données Worldview 2 (villes du nord) et la relative pauvreté de l'imagerie Quickbird (villes du sud et de l'est) a compliqué le travail d'harmonisation. Une visualisation en couleurs naturelles est apparue comme la seule solution viable. Les efforts ont donc porté sur l'amélioration de la dynamique des images à travers une application très fine des traitements déjà évoqués (passage en mode HSI et correction de contraste).

Le résultat dépasse les espérances. Différentes images dégradées acquises dans des conditions atmosphériques difficiles (pollution permanente) ont bénéficié d'une nette amélioration. Le *doigté* de l'opérateur (ajustement manuel des paramètres) est ici essentiel à la réussite. Le lecteur ne sera pas surpris de trouver des tonalités très changeantes d'une ville à l'autre. Pour peu que la date d'acquisition varie entre le printemps et l'été, les paysages urbains se transforment. Revêtements de chaussées et toits des bâtiments influencent directement la manière dont la ville dense est perçue.

4.3 - Imageries Quickbird, Worldview 2 et Sentinel 2A (centre ancien)

Différents subterfuges ont été utilisés pour traiter les données de très haute résolution spatiale. Face à l'hétérogénéité des sources, j'ai choisi de mettre en avant la présence végétale intra-urbaine en adoptant une visualisation *fausses couleurs IR*. Les hyper-centres se révèlent ainsi sous un angle original. L'arrière-plan rural, quasi villageois, des noyaux historiques est mis en avant. La teneur en chlorophylle des végétaux détermine l'intensité de la réponse spectrale dans le proche IR. Les zones bâties apparaissent en gris-bleu.

En ce qui concerne le processus de fabrication, deux situations se sont présentées. (1) Pour les villes couvertes par l'imagerie Worldview 2, étant donné l'exceptionnelle qualité des images, les manipulations ont été aisées. (2) Les villes du sud et de l'est, en revanche, ont nécessité l'application d'un traitement risqué. La difficulté a consisté à combiner l'image panchromatique Quickbird avec l'infrarouge à 10 m de résolution du capteur MSI de Sentinel 2A. Pour y parvenir, j'ai adopté le procédé de fusion dit *Projective Resolution Merge* dont la caractéristique principale est de maintenir les gains de la haute résolution spatiale du canal panchromatique en puisant l'information colorimétrique dans les données multispectrales. La combinaison des pixels se fait sur le principe d'une transformée de Brovey. Même si de légers

décalages géométriques persistent, le résultat de cette combinaison s'est révélé probant.

5 - Pour une esthétique de l'image

Ces informations techniques ne doivent pas oblitérer la dimension esthétique de l'atlas. Par l'infinité des nuances qu'elle permet de restituer, l'imagerie satellitaire est capable, bien plus que les cartes thématiques, de *rendre hommage* aux territoires métropolitains sans les caricaturer. Chaque document bénéficie d'une quantité d'informations incroyable. Des espaces minimalistes aux perspectives d'ensemble, la finesse des gammes de couleurs et le détail des objets identifiables sont tels que nos capacités cognitives s'en trouvent dépassées. Et c'est précisément dans ce dépassement que la dimension *esthétique* des documents se révèle. La surinformation a pour effet de rendre les lecteurs modestes face aux territoires, en même temps qu'elle souligne l'immense complexité du monde. Ces nouvelles *représentations urbaines* sont des antidotes redoutablement efficaces à tous les préjugés.

Vus du ciel, les paysages les plus « laids » – désordonnés, chaotiques, déstructurés, ceux des *banlieues sauvages* – sont rétablis dans leur *dignité*. Ce n'est pas en vain que les défenseurs de l'environnement ont recours si souvent à l'imagerie aérienne pour conforter leurs positions. L'altitude, à travers le changement d'échelle et l'ouverture des paysages qu'elle autorise, décroïssonne l'espace. La dimension intégratrice de ces documents permet d'associer spatialement, aussi bien que conceptuellement, les objets géographiques les plus improbables. L'interaction anthroposystèmes-écosystèmes-géosystèmes y devient une évidence (SANTOS et LEAL FILHO, 2005).

Certains ont fait des « perspectives » aériennes un fonds de commerce. Le plus souvent, les photographies isolent des portions de territoires et survalorisent le patrimoine naturel. Les *curiosités* interpellent. Drones et autres appareils de vol à basse altitude autorisent ainsi des prises de vue originales, séduisantes, mais leur intérêt géographique reste limité. La dimension esthétique de cet atlas se fonde sur des paramètres inverses. À travers les divers assemblages spectraux, les paysages se métamorphosent. L'image permet donc, par effet combinatoire, d'accéder à différents *mondes*, dont certains sont invisibles à nos yeux. Nous ne sommes pas si loin de la démarche des écrivains-flâneurs, dont l'œil permet de découvrir une *autre réalité*.

Ainsi, et pour reprendre les mots de T. Lillesand et R. Kiefer (Lillesand *et al.*, 2015), le processus d'interprétation d'une image est semblable au travail d'un détective qui tente de rassembler des fragments de preuves pour résoudre un mystère. La profondeur de l'herméneutique dépendra de la capacité de l'interprète à mobiliser expérience et sensibilité personnelle...

Cet atlas est l'hommage d'un géographe aux *flâneurs* de nos cités.



Bibliographie sommaire

- AUGÉ M., (1992), *Non-lieux. Introduction à une anthropologie de la surmodernité*, Paris, Seuil, 160 p.
- BERTIN J., (2005), *Sémiologie graphique. Les diagrammes, les réseaux, les cartes*, Paris, EHESS, 452 p.
- BORIA E., (2013), Geographers and Maps: A Relationship in Crisis, *L'Espace Politique*, vol. 21, n°3.
- CAMUS A., BOUVET R., (2011), *Topographies romanesques*, Rennes, Presses Universitaires de Rennes, 254 p.
- CRAMPTON J. W., (2001), Maps as Social Constructions: Power, Communication and Visualization, *Progress in Human Geography*, vol. 25, n° 2, p. 235-252.
- CRAMPTON J. W., (2010), *Mapping: A Critical Introduction to Cartography and GIS*, Chichester-Malden, Wiley-Blackwell, 232 p.
- GLEICK J., (2008), *La théorie du chaos*, Paris, Flammarion, 494 p.
- HARLEY J. B., (2001), *The New Nature of Maps. Essays in the History of Cartography*, Baltimore, Johns Hopkins University Press, 352 p.
- LILLESAND T. M., KIEFER R. W., CHIPMAN J. W., (2015), *Remote sensing and image interpretation*, Wiley, Hoboken, 768 p.
- MERRY U., (1995), *Coping with Uncertainty: Insights from the New Sciences of Chaos, Self-Organization, and Complexity*, Westport, Praeger, 224 p.
- MONMONIER M., (1991), *How to lie with maps*, Chicago, University of Chicago Press, 384 p.
- OLSSON G., (1991), Invisible Maps: À Prospectus, *Geografiska Annaler*, vol. 73, n° 1, p. 85-92.
- OLSSON G., (2007), *Abysmal: A Critique of Cartographic Reason*, Chicago, University of Chicago Press, 584 p.
- ROBINSON A. H., PETCHENIK B. B., (1976), *The Nature of Maps. Essays Toward Understanding Maps and Mapping*, Chicago, University of Chicago Press, 138 p.
- SANTOS M. A., LEAL FILHO W., (2005), An analysis of the relationship between sustainable development and the anthroposystem concept, *International journal of environment and sustainable development*, vol. 4, n° 1, p. 78-87.
- WOOD D., FELS J., (2008), *The natures of maps: Cartographic constructions of the natural world*, Chicago, University of Chicago Press, 231 p.



Atlas



Jérusalem	p. 115
Beyrouth	p. 119
Nicosie	p. 123
Istanbul	p. 127
Athènes	p. 131
Barcelone	p. 135
Alger	p. 139
Tunis	p. 143

JÉRUSALEM – Région urbaine



Mosaïque de deux ortho-images Sentinel 2A MSI, niveau 2A-réflectances BOA, 31-05-2017, visualisation RGBI bandes 12/11/8/3 (SWIR2/SWIR1/ NIR/Green), résolution 20 et 10 m. Amélioration de dynamique HSI, *Hybrid Contrast Stretch* – Source : ESA



JÉRUSALEM – Ville historique

Ortho-image Quickbird, 23-07-2016, résolution 0,6 m. Visualisation couleurs naturelles, amélioration de dynamique HSI, Hybrid Contrast Stretch – Source : DigitalGlobe, GoogleEarth



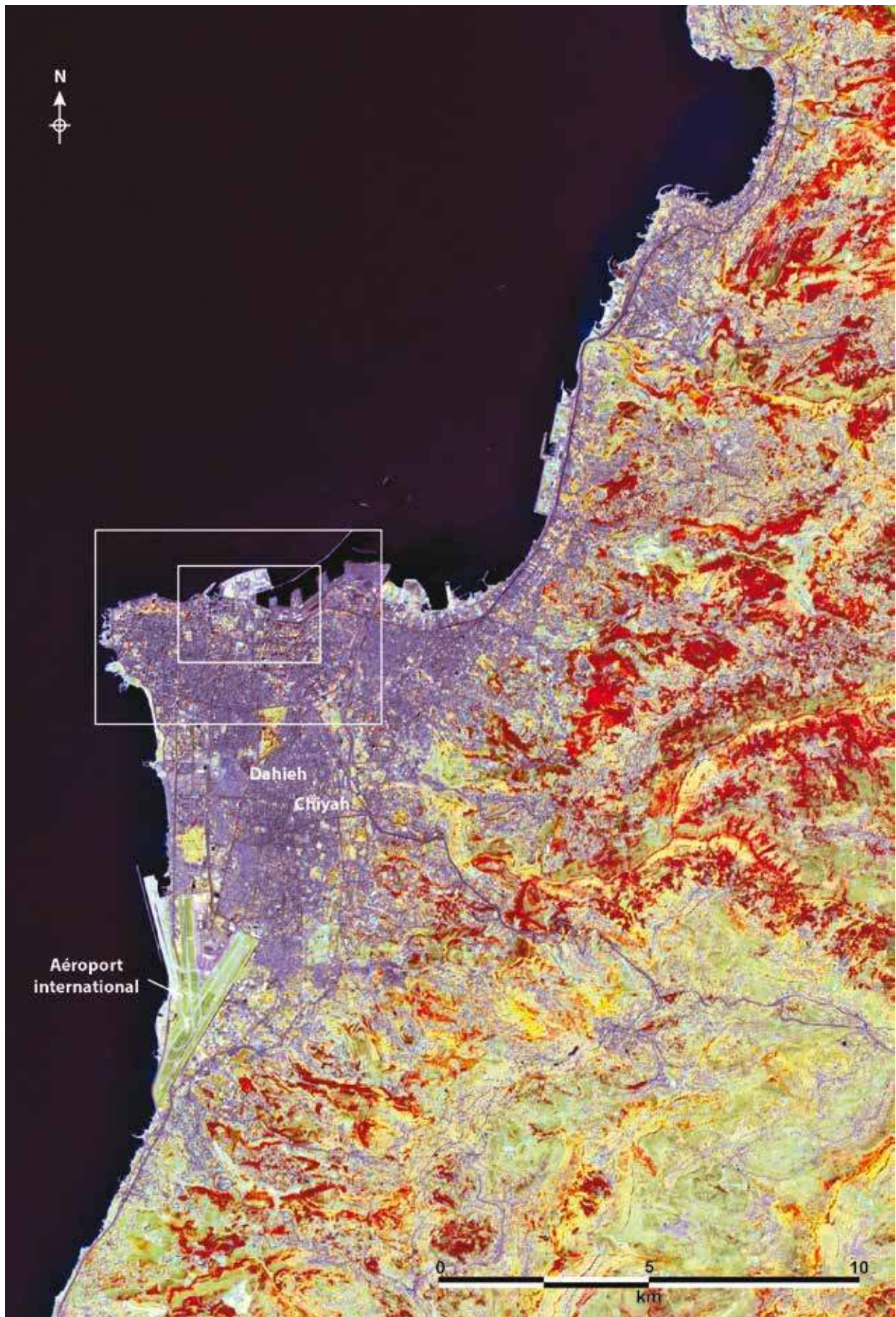
JÉRUSALEM – Centre ancien



Fusion de deux ortho-images (Pan-sharpening, Projective Resolution Merge) : 1 - Multispectrale (Sentinel 2A MSI, niveau 2A-reflectances BOA, 31-05-2017, bandes 8/4/3), résolution 10 m ; 2-Panchromatique (Quickbird, 23-07-2016), résolution 0,6 m. Visualisation couleur infrarouge, Hybrid Contrast Stretch – Sources : ESA, DigitalGlobe, GoogleEarth



BEYROUTH – Région urbaine



Ortho-image Sentinel 2A MSI, niveau 2A-réfectances BOA, 11-05-2017, visualisation RGBI bandes 12/11/8/3 (SWIR2/SWIR1/NIR/Green), résolution 20 et 10 m. Amélioration de dynamique HSI, *Hybrid Contrast Stretch* – Source : ESA



BEYROUTH – Ville historique



Ortho-image Quickbird, 11-04-2017, résolution 0,6 m. Visualisation couleurs naturelles, amélioration de dynamique HSI, Hybrid Contrast Stretch – Source : DigitalGlobe, GoogleEarth



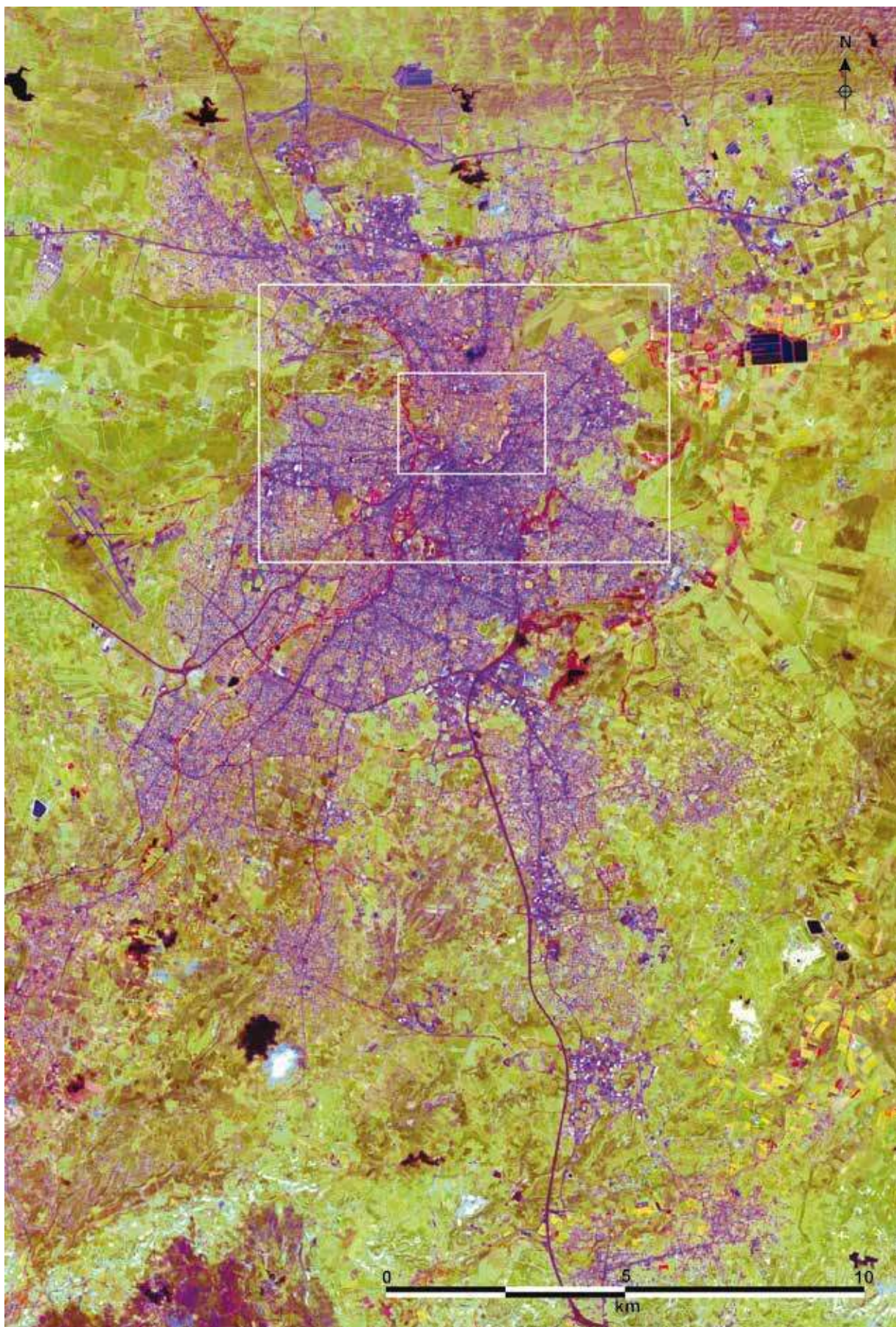
BEYROUTH – Centre ancien



Fusion de deux ortho-images (Pan-sharpening, Projective Resolution Merge) : 1 - Multispectrale (Sentinel 2A MSI, niveau 2A-réflexances BOA, 11-05-2017, bandes 8/4/3), résolution 10 m ; 2 - Panchromatique (Quickbird, 11-04-2017), résolution 0.6 m. Visualisation couleur infrarouge, Hybrid Contrast Stretch – Sources : ESA, DigitalGlobe, Google/Earth



NICOSIE – Région urbaine



Mosaïque de deux ortho-images Sentinel 1 2A MSI, niveau 2A-réflectances BOA, 04-05-2017, visualisation RGBI bandes 12/11/8/3 (SWIR2/SWIR1/ NIR/Green), résolution 20 et 10 m. Amélioration de dynamique HSI, *Hybrid Contrast Stretch* – Source : ESA



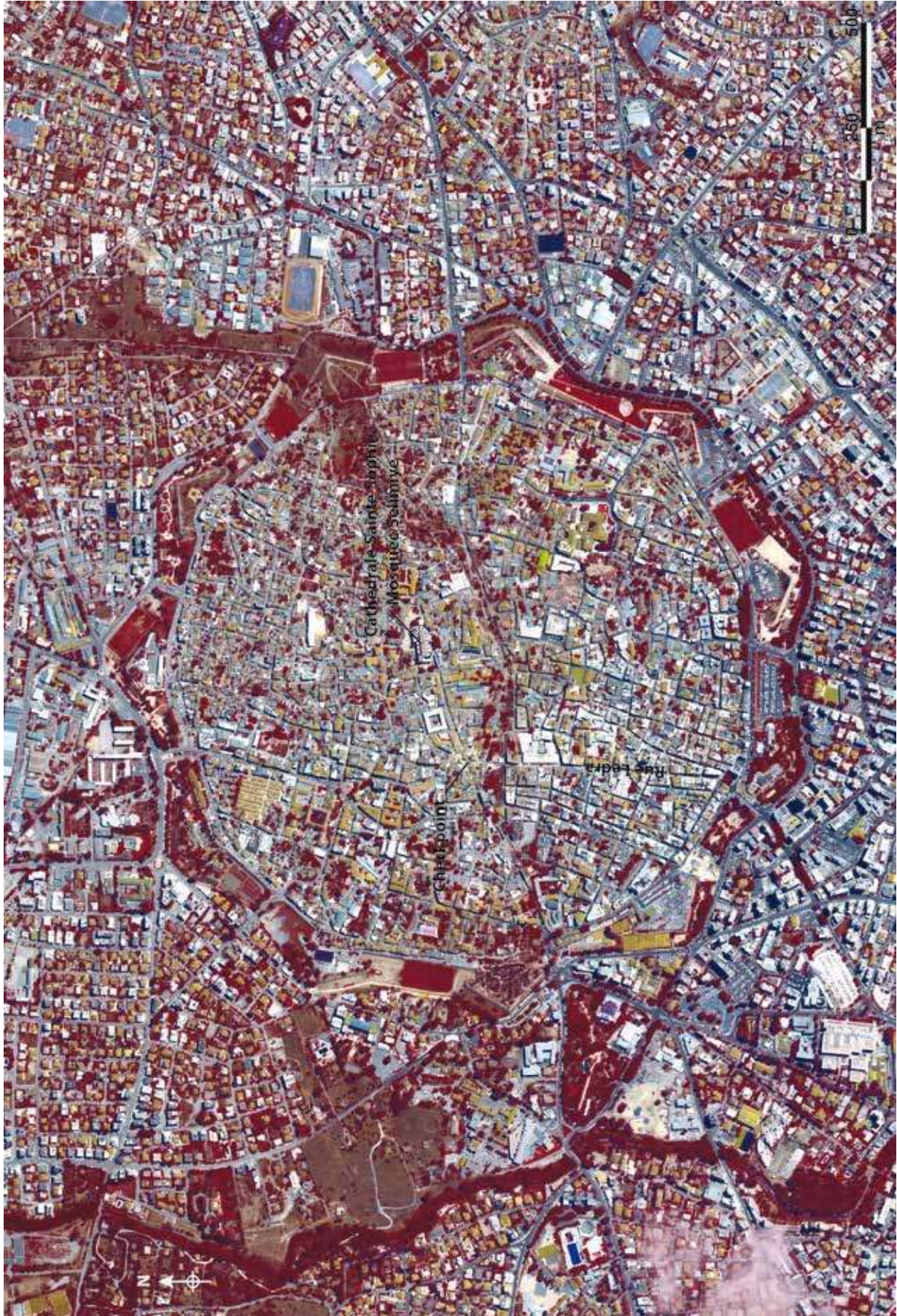
NICOSIE – Ville historique



Ortho-image WorldView 2, 10-05-2011, visualisation RGB 5/3/2 – couleurs naturelles, résolution 1,8 m. Amélioration de dynamique HSI, Hybrid Contrast Stretch – Source : ESA, DigitalGlobe



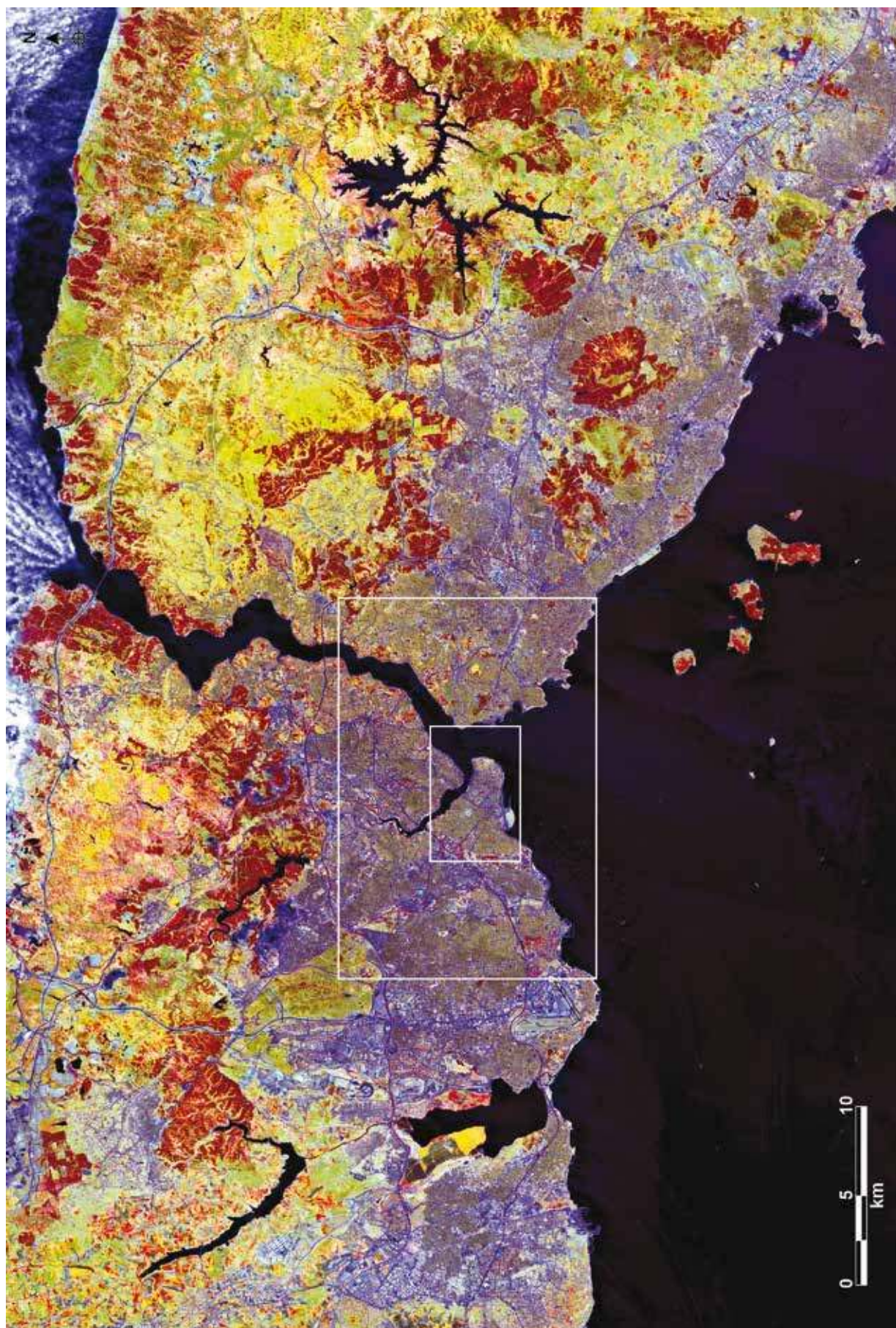
NICOSIE – Centre ancien



Ortho-image WorldView 2, 10-05-2011, visualisation RGB 7/5/3 – couleurs infrarouge, résolution 1,8 m, Hybrid Contrast Stretch – Source : ESA, DigitalGlobe



ISTANBUL – Région urbaine



Ortho-image Sentinel 2A MSI, niveau 2A-réflexances BOA, 03-05-2017, visualisation RGBI bandes 12/11/8/3 (SWIR2/SWIR1/NIR/Green), résolution 20 et 10 m. Amélioration de dynamique HSI, Hybrid Contrast Stretch – Source : ESA



ISTANBUL – Ville historique



Ortho-image Sentinel 2A MSI, niveau 2A-réflectances BOA, 03-05-2017, visualisation RGB bandes 4/3/2 – couleurs naturelles, résolution 10 m. Amélioration de dynamique HSI, Hybrid Contrast Stretch
Source : ESA

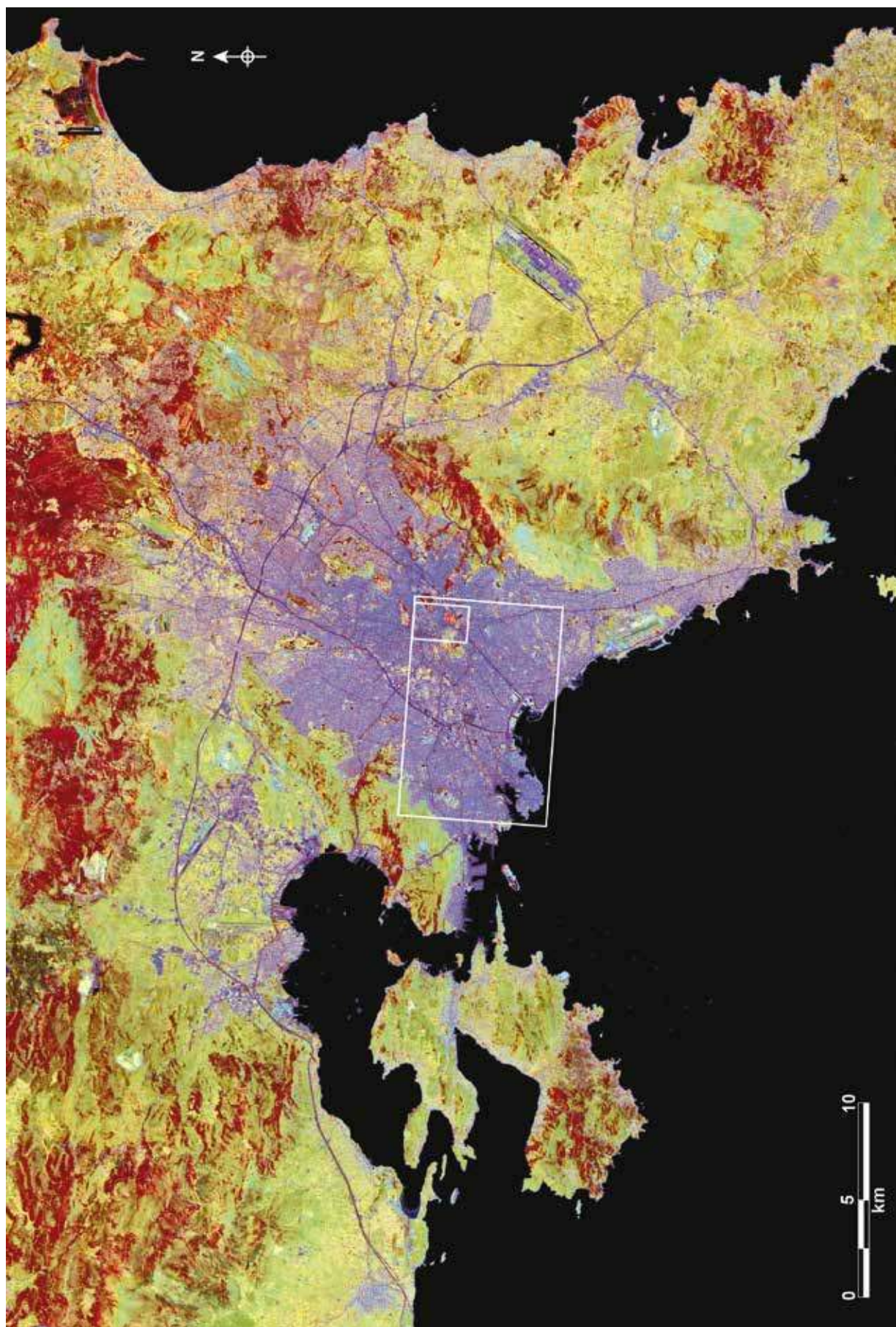
ISTANBUL – Centre ancien



Fusion de deux ortho-images (*Pan-sharpening, Projective Resolution Merge*): 1 - Multispectrale (Sentinel 2A MSI, niveau 2A-réflectances BOA, 03-05-2017, bandes 8/4/3), résolution 10 m; 2 - Panchromatique (Quickbird, 25-05-2017), résolution 0, 6m. Visualisation couleur infrarouge, *Hybrid Contrast Stretch* – Sources : ESA, *DigitalGlobe*, *GoogleEarth*



ATHÈNES – Région urbaine



Mosaïque de deux ortho-images Sentinel 2A MSI, niveau 2A-réflexances BOA, 09-07-2017, visualisation RGBI bandes 12/11/8/3 (SWIR2/SWIR1/NIR/Green), résolution 20 et 10 m. Amélioration de dynamique HSI, Hybrid Contrast Stretch – Source : ESA



ATHÈNES – Ville historique



Ortho-image WorldView 2, 19-06-2011, visualisation RGB 5/3/2 -couleurs naturelles, résolution 1,8 m. Amélioration de dynamique HSI, Hybrid Contrast Stretch – Source : ESA, DigitalGlobe



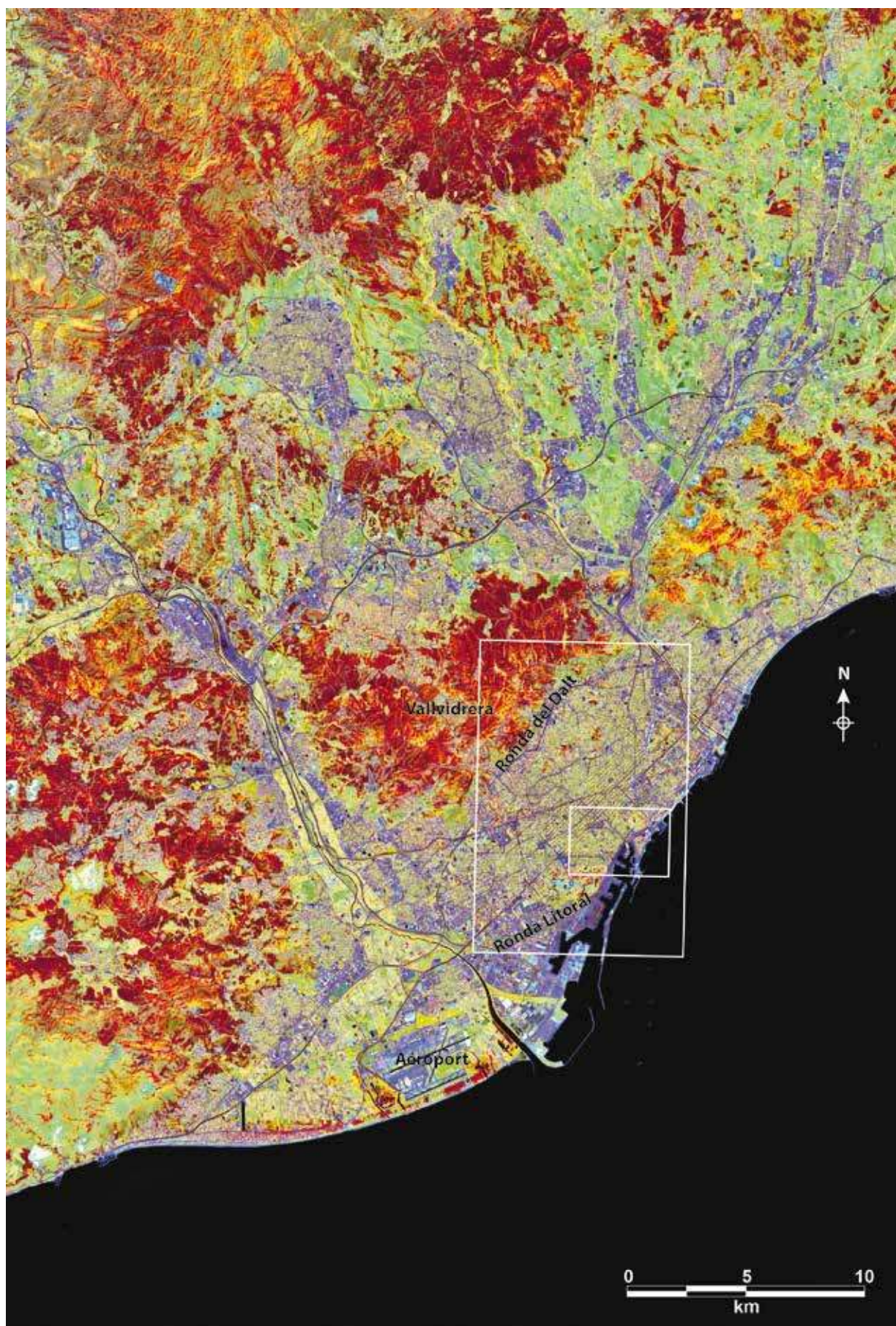
ATHÈNES – Centre ancien



Ortho-image WorldView 2, 19-06-2011, visualisation RGB 7/5/3 -couleurs infrarouge, résolution 1,8 m, Hybrid Contrast Stretch – Source: DigitalGlobe, GoogleEarth



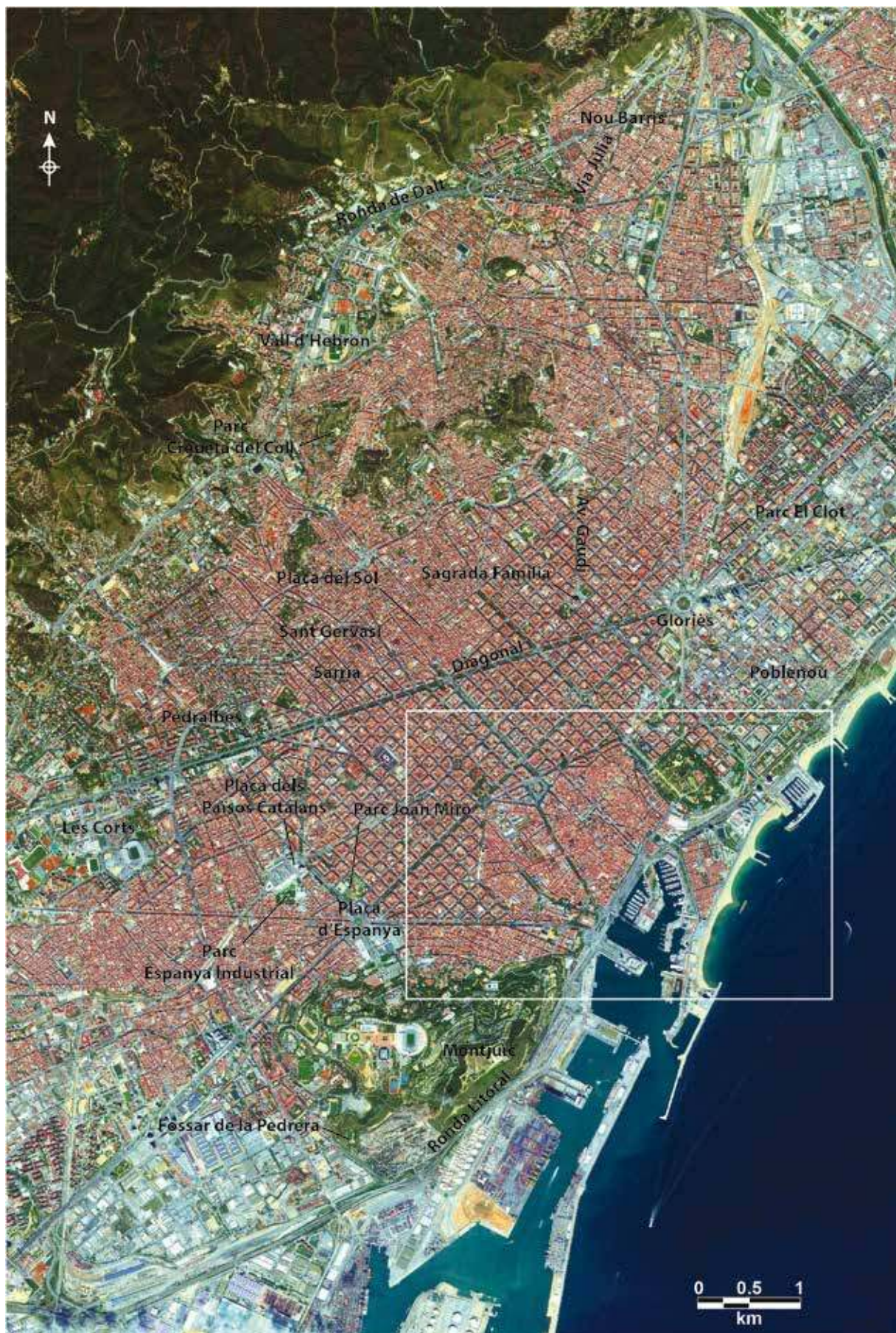
BARCELONE – Région urbaine



Mosaïque de quatre ortho-images Sentinel 2A MSI, niveau 2A-réflectances BOA, 12-06-2017, visualisation RGBI bandes 12/11/8/3 (SWIR2/SWIR1/NIR/Green), résolution 20 et 10 m. Amélioration de dynamique HSI, *Hybrid Contrast Stretch* – Source : ESA



BARCELONE – Ville historique



Ortho-image WorldView 2, 26-05-2011, visualisation RGB 5/3/2 -couleurs naturelles, résolution 1,8 m. Amélioration de dynamique HSI, Hybrid Contrast Stretch – Source : ESA, DigitalGlobe



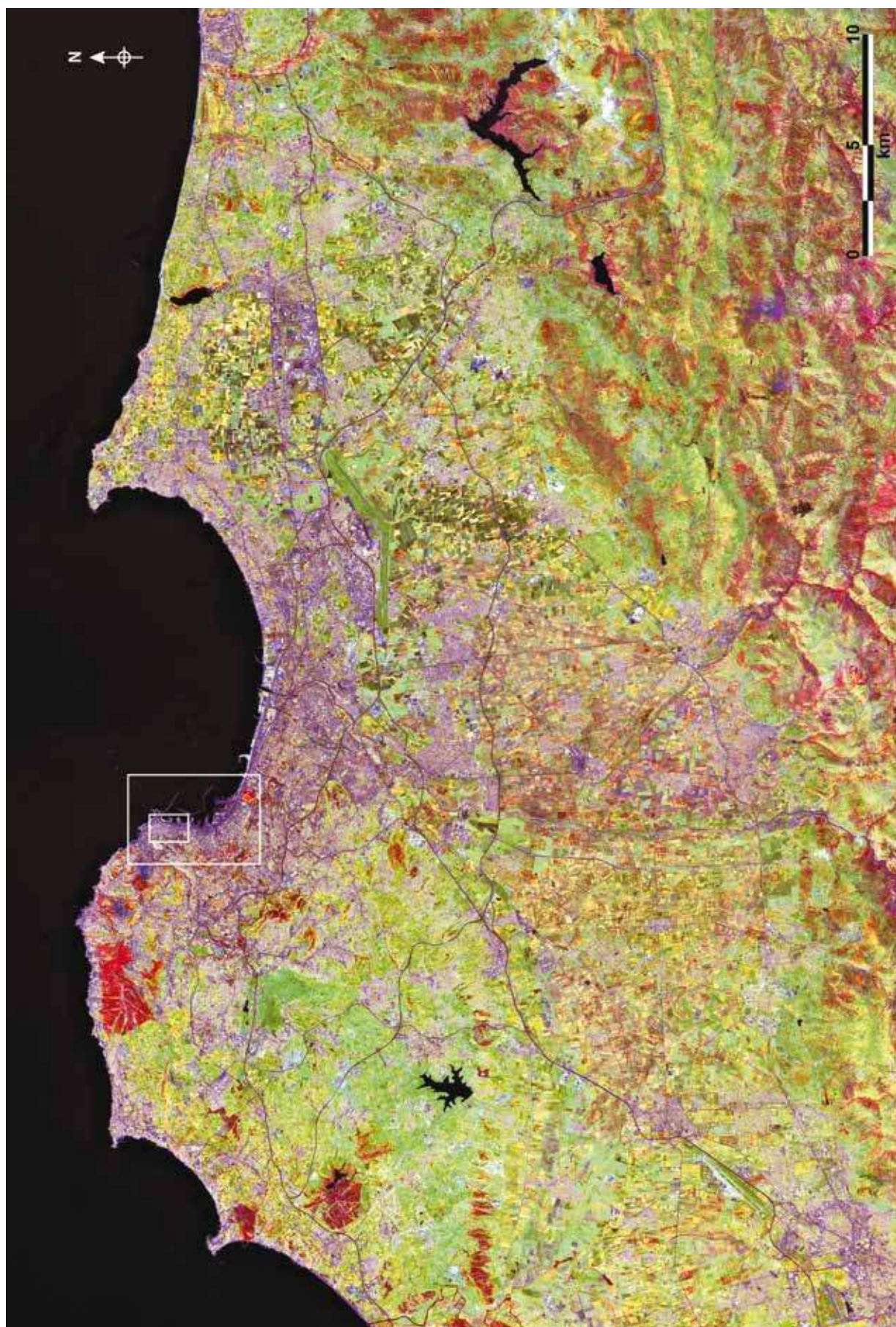
BARCELONE – Centre ancien



Ortho-image WorldView 2, 26-05-2011, visualisation RGB 7/5/3 -couleurs infrarouge, résolution 1,8 m. Hybrid Contrast Stretch – Source : ESA, DigitalGlobe



ALGER – Région urbaine



Mosaïque de deux ortho-images Sentinel 2A MSI, niveau 2A-réflexances BOA, 09-07-2017, visualisation RGBI bandes 12/11/8/3 (SWIR2/SWIR1/NIR/Green), résolution 20 et 10 m. Amélioration de dynamique HSI, Hybrid Contrast Stretch – Source : ESA



ALGER – Ville historique



Ortho-image Quickbird, 08-05-2017, résolution 0,6 m. Visualisation couleurs naturelles, amélioration de dynamique HSI, *Hybrid Contrast Stretch* –
 Source : DigitalGlobe, GoogleEarth



ALGER – Centre ancien



Ortho-image Quickbird, 08-05-2017, résolution 0,6 m. Visualisation couleurs naturelles, amélioration de dynamique HSI, *Hybrid Contrast Stretch* – Source : DigitalGlobe, GoogleEarth



TUNIS – Région urbaine



TUNIS – Ville historique



Ortho-image Quickbird, 25-04-2017, résolution 0,6 m. Visualisation couleurs naturelles, amélioration de dynamique HSI, *Hybrid Contrast Stretch* – Sources : DigitalGlobe, GoogleEarth



TUNIS – Centre ancien



Fusion de deux ortho-images (Pan-sharpening, Projective Resolution Merge) : 1 - Multispectrale (Sentinel 2A MSI, niveau 2A-réflectances BOA, 20-06-2017, bandes 8/4/3), résolution 10 m ;
2 - Panchromatique (Quickbird, 25-04-2017), résolution 0,6 m. Visualisation couleur infrarouge, Hybrid Contrast Stretch – Sources : ESA, DigitalGlobe, GoogleEarth

