



TUNIDRONE 2015

Séminaire international

«Drones et moyens légers aéroportés pour les applications géospatiales
en recherche: état des lieux et perspectives»

3-4-5 novembre 2015, Tunis, TUNISIE

POTENTIEL DU DRONE POUR LE SUIVI DU PATRIMOINE CULTUREL

Retour d'expériences



**POLITECNICO
DI TORINO**

DAD (Département Architecture and Design)
Laboratoire de géomatique pour le patrimoine culturel



Giulia Sammartano



Institut de recherche
pour le développement
TUNIDRONE 2015



Séminaire international «Drones et moyens légers aéroportés
pour les applications géospatiales en recherche: état des lieux et
perspectives» 3-4-5 novembre 2015, Tunis, TUNISIE

POTENTIEL DU DRONE POUR LE SUIVI DU PATRIMOINE CULTUREL

Retour d'expériences



SOMMAIRE

- I. Prémisses: la géomatique pour le Patrimoine Culturel
- II. Photogrammétrie numérique aérienne et UAV système
- III. Systèmes d'acquisition et traitement des données
- IV. Exemples sur études cas et applications
- V. Perspectives de développement et conclusions



Institut de recherche
pour le développement
TUNIDRONE 2015



Séminaire international «Drones et moyens légers aéroportés
pour les applications géospatiales en recherche: état des lieux et
perspectives» 3-4-5 novembre 2015, Tunis, TUNISIE

POTENTIEL DU DRONE POUR LE SUIVI DU PATRIMOINE CULTUREL

Retour d'expériences



SOMMAIRE

- I. **Prémisse: la géomatique pour le Patrimoine Culturel**
- II. Photogrammétrie numérique aérienne et UAV système
- III. Systèmes d'acquisition et traitement des données
- IV. Exemples sur études cas et applications
- V. Perspectives de développement et conclusions



Institut de recherche
pour le développement
TUNIDRONE 2015

Séminaire international «Drones et moyens légers aéroportés
pour les applications géospatiales en recherche: état des lieux et
perspectives» 3-4-5 novembre 2015, Tunis, TUNISIE



POTENTIEL DU DRONE POUR LE SUIVI DU PATRIMOINE CULTUREL

Retour d'expériences



Rôle clé joué par la **documentation du patrimoine** dans le process de mise en valeur des atouts

I C O M O S - "Principles for the analysis, conservation and structural restoration of architectural heritage" (2003)

"Structures of **architectural heritage**, by their very nature and history (material and assembly), **resent a number of challenges in diagnosis and restoration** that limit the application of modern legal codes and building standards. Recommendations are desirable and necessary to both ensure **rational methods of analysis and repair methods appropriate to the cultural context.**" - PURPOSE OF THE DOCUMENT

"Usually a **multidisciplinary team**, to be determined in relation to the type and the scale of the problem, **should work together from the first steps of a study - as in the initial survey of the site and the preparation of the investigation programme.**" - PR.2 "RESEARCHES AND DIAGNOSIS"

Géomatique, outil de **documentation**

La **géomatique** est amenée, de plus en plus à ce moment, d'affiner les techniques d'**acquisition**, de **gestion** et de **représentation** des données pour fournir un appui réel et constant à la *documentation*, le *suiti*, la *protection* et la *mise en valeur*.

Planifier bien le projet de documentation et relevé, signifie obtenir une connaissance **adéquate** et **suffisante** de l'objet de l'action:

- **CORRECTE** ► *précision et détail*
- **COMPLÈTE** ► *géométrie et aspect*
- **DURABLE** ► *temps, coût, performance*



Institut de recherche
pour le développement
TUNIDRONE 2015

Séminaire international «Drones et moyens légers aéroportés
pour les applications géospatiales en recherche: état des lieux et
perspectives» 3-4-5 novembre 2015, Tunis, TUNISIE



POTENTIEL DU DRONE POUR LE SUIVI DU PATRIMOINE CULTUREL

Retour d'expériences



Mot-clé: **intégration** des techniques

Les principales technologies de la **géomatique** aujourd'hui appliquée, pour le relevé et la documentation du **patrimoine bâti** et **paysage**, doivent être **intégrées**, chacune avec ses caractéristiques et son potentiel, afin de produire une documentation appropriée pour le **niveau de détail** requis par les **exigences** et les **objectifs** du travail.

Nous traiterons le travail effectué dans ces dernières années par notre **Laboratoire**, avec **l'intégration** des *méthodes d'arpentage*, du *positionnement GPS*, de la *photogrammétrie numérique terrestre et aérienne*, par moyens aériens légers, du *scanner laser*.





Institut de recherche
pour le développement
TUNIDRONE 2015



Séminaire international «Drones et moyens légers aéroportés
pour les applications géospatiales en recherche: état des lieux et
perspectives» 3-4-5 novembre 2015, Tunis, TUNISIE

POTENTIEL DU DRONE POUR LE SUIVI DU PATRIMOINE CULTUREL

Retour d'expériences



SOMMAIRE

- I. Prémisses: la géomatique pour le Patrimoine Culturel
- II. Photogrammétrie numérique aérienne et UAV système**
- III. Systèmes d'acquisition et traitement des données
- IV. Exemples sur études cas et applications
- V. Perspectives de développement et conclusions



Institut de recherche
pour le développement
TUNIDRONE 2015

Séminaire international «Drones et moyens légers aéroportés
pour les applications géospatiales en recherche: état des lieux et
perspectives» 3-4-5 novembre 2015, Tunis, TUNISIE



POTENTIEL DU DRONE POUR LE SUIVI DU PATRIMOINE CULTUREL

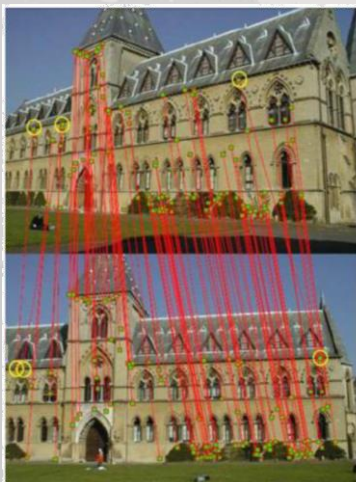
Retour d'expériences



Photogrammétrie numérique

La **photogrammétrie**, entendue comme science d'extraire des **informations métriques spatiales** à partir d'images, a été révolutionnée par l'avènement des **technologies numériques**, et, notamment, grâce à l'**automatisation** des opérations de calcul.

Plus précisément, la création des **algorithmes** de recherche **automatique** des correspondances entre les **pixels** des images par un positionnement 3D des points (**image matching**, **S.F.M.**, **feature extraction**), a encouragé énormément la diffusion des **drones** dans les applications de la **photogrammétrie aérienne courte portée** et, en particulier, dans le domaine du levé architectural du Patrimoine Culturel.





Les nouveaux produits numériques

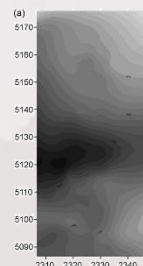
Représentations numériques utiles pour le
l'étude du **patrimoine bâti** et du **paysage**

M.N.S. (Model numérique de Surface)

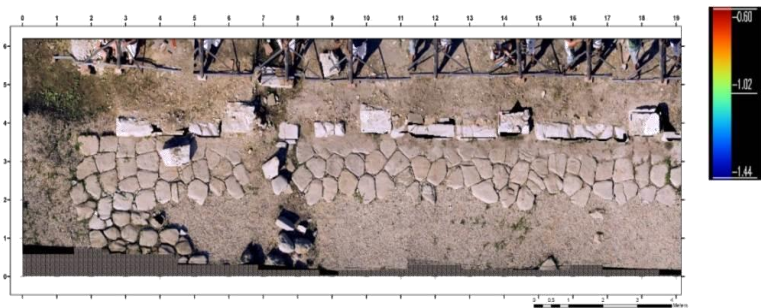
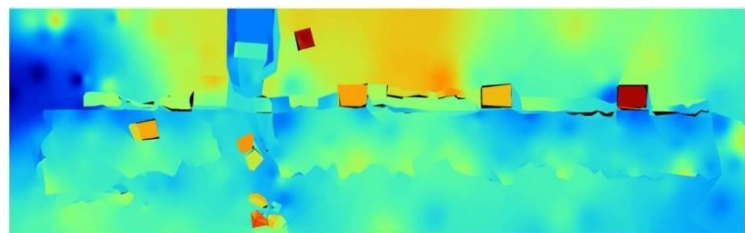
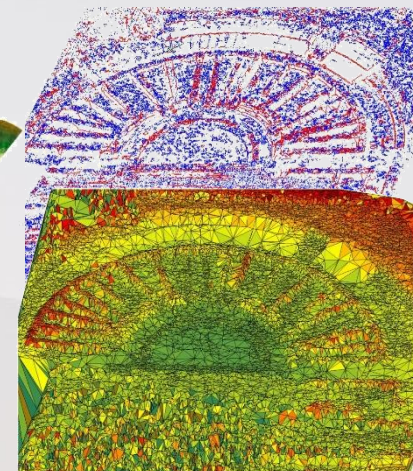
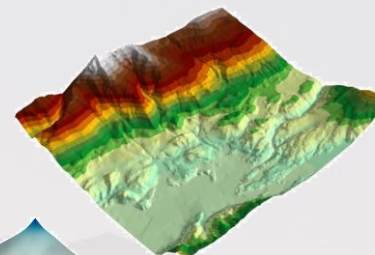
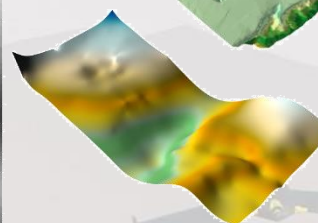


M.N.T. (Model numérique du Terrain)

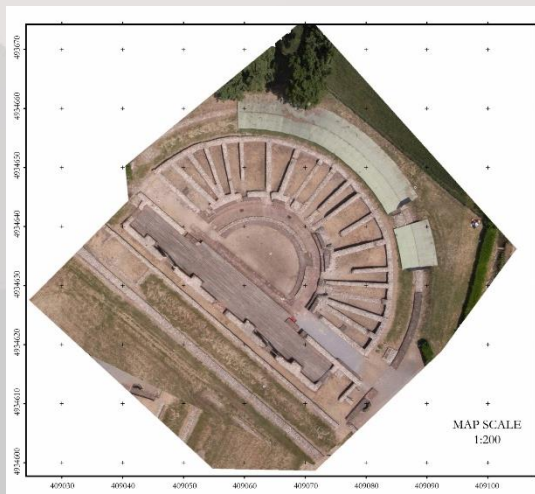
M.N.E. (Model numérique d'Élévation)



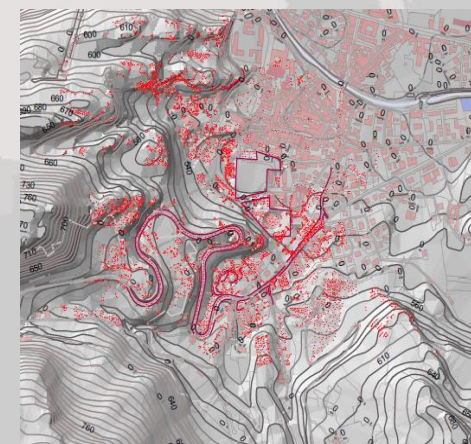
(b)



Orthophotographie numérique



T.I.N. (Triangulated
Irregular network)





Photogrammétrie numérique aérienne courte portée: les **drones**



La technologie des **drones**, jadis réservée à la défense militaire, est désormais accessible pour de nombreuses applications **civiles**, avec des coûts de production et d'utilisation très compétitifs et idéale pour les opérations de **documentation 3D**.

Photogrammétrie aérienne avec drones: les **techniques** existantes dont nous parlons

TACTIC UAVS	ACRONYM	RANGE [KM]	FLIGHT HEIGHT [M]	BATTERY LIFE [h]	Max T.O.W. [KG]
Nano	H	<1	<100	<1	<0.025
Micro	μ	< 10	250	1	< 5
Mini	Mini	< 10	150-300	< 2	150
Close Range	CR	10-30	3000	2-4	150
Short Range	SR	30-70	3000	3-6	200
Medium Range	MR	70-200	5000	6-10	1250
Medium Range Endurance	MRE	> 500	8000	10-18	1250
Low Altitude Deep Penetration	LADP	> 250	50-9000	0,5-1	350
Low Altitude Long Endurance	LALE	> 500	3000	> 24	< 30
Medium Altitude Long Endurance	MALE	> 500	14000	24-48	1500

Les drones utilisés dans les applications *close-range* pour contrôler le **patrimoine bâti** e le **paysage** sont placés dans la gamme de **Micro** e **Mini**: nous utilisons généralement dispositifs **multicoptère** et aussi drones avec **ails fixes**.



Institut de recherche
pour le développement
TUNIDRONE 2015

Séminaire international «Drones et moyens légers aéroportés
pour les applications géospatiales en recherche: état des lieux et
perspectives» 3-4-5 novembre 2015, Tunis, TUNISIE

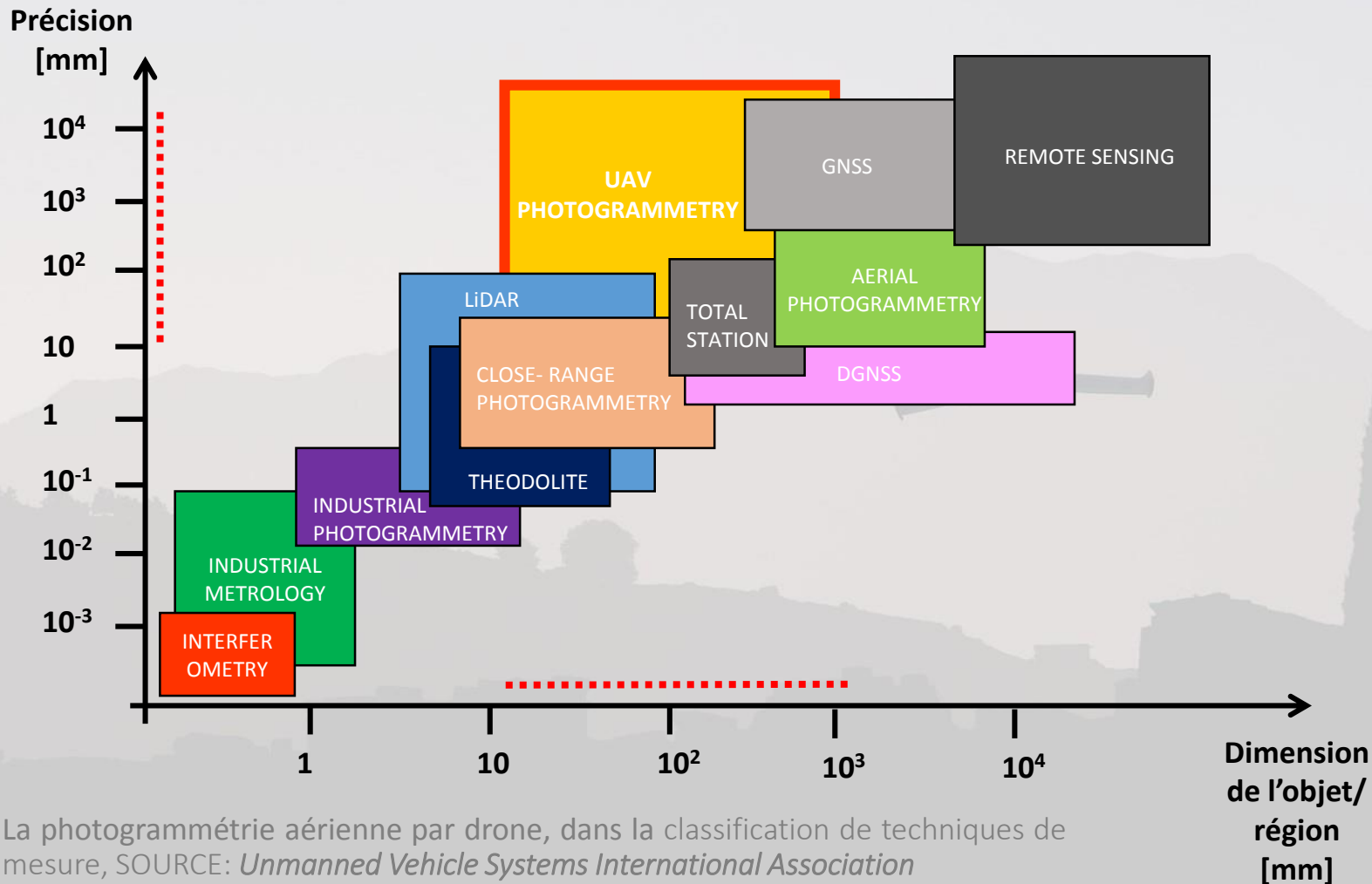


POTENTIEL DU DRONE POUR LE SUIVI DU PATRIMOINE CULTUREL

Retour d'expériences



Les drones: **précision** et **domaines d'utilisation** dans le secteur de la géomatique



La photogrammétrie aérienne par drone, dans la classification de techniques de mesure, SOURCE: *Unmanned Vehicle Systems International Association*



Institut de recherche
pour le développement
TUNIDRONE 2015

Séminaire international «Drones et moyens légers aéroportés
pour les applications géospatiales en recherche: état des lieux et
perspectives» 3-4-5 novembre 2015, Tunis, TUNISIE



POTENTIEL DU DRONE POUR LE SUIVI DU PATRIMOINE CULTUREL

Retour d'expériences



En raison de l'utilisation de UAV pour le Patrimoine Culturel

L'utilisation des **drones** pour les bâtiments et, en général, dans le domaine du Patrimoine Culturel, couvre et achève aussi les différentes **exigences** de documentation 3D, sinon irréalisables entièrement par d'autres technologies de levé terrestre.

On peut, notamment, parvenir à une documentation détaillée, avec des images **haute résolution** par drones, dans le cas de **zones pas praticables**, comme les **toits** des bâtiments, les **zones à risque** de toutes sortes, dans lesquelles l'accès est interdit, ou même des vastes zones dont nous avons besoin d'une connaissance exhaustive par des **vues aériennes**.

Aujourd'hui, nous pouvons atteindre de niveaux considérables de **détail** à différentes **altitudes**, et grâce des caractéristiques variables des **caméras**.

C'est pourquoi l'**intégration** de la photogrammétrie numérique aérienne par **drones** avec des autres techniques est **crucial** à la pleine connaissance de l'objet, parce-que elle permet de traiter des modèles 3D plus complète et **multi-échelle**, nous permettant d'analyser le même objet est la position **terrestre** que **en l'air**.



Institut de recherche
pour le développement
TUNIDRONE 2015



Séminaire international «Drones et moyens légers aéroportés
pour les applications géospatiales en recherche: état des lieux et
perspectives» 3-4-5 novembre 2015, Tunis, TUNISIE

POTENTIEL DU DRONE POUR LE SUIVI DU PATRIMOINE CULTUREL

Retour d'expériences



SOMMAIRE

- I. Prémisses: la géomatique pour le Patrimoine Culturel
- II. Photogrammétrie numérique aérienne et UAV système
- III. Systèmes d'acquisition et traitement des données**
- IV. Exemples sur études cas et applications
- V. Perspectives de développement et conclusions



Institut de recherche
pour le développement
TUNIDRONE 2015

Séminaire international «Drones et moyens légers aéroportés
pour les applications géospatiales en recherche: état des lieux et
perspectives» 3-4-5 novembre 2015, Tunis, TUNISIE



POTENTIEL DU DRONE POUR LE SUIVI DU PATRIMOINE CULTUREL

Retour d'expériences



Systemes mise en oeuvre pour l'**acquisition** des données

Les moyens légers employé pour la documentation aérienne du terrain étaient très différents selon ses caractéristiques d'**élévation** de **durée** du vol, de **poids**, de **stabilité**, de **manœuvrabilité**, de **capteur** qu'on peut monter.

Le *Laboratoire de géomatique pour le patrimoine culturel* et le *Laboratoire de photogrammétrie, géomatique et SIG*, possèdent des drones **éxacocter Microkopter**, et aussi un drone à **ailé fixe eBee Sensfly**, équipés avec différents capteurs.

Nous choisissons l'employé d'un plutôt que l'autre selon ce que le relevé nécessite en ce qui concerne le niveau du **résolution au sol** (Pixel sur le terrain - GCP), c'est à dire de l'échelle.



Le drone éxacocter vole à un'élévation de 70-150 m, approprié pour des zones les plus petites, alors que le drone eBee arrive à 200m, en couvrant ainsi une plus grande surface.





Drone éxacoter par MikroKopter



MikroKopter.de

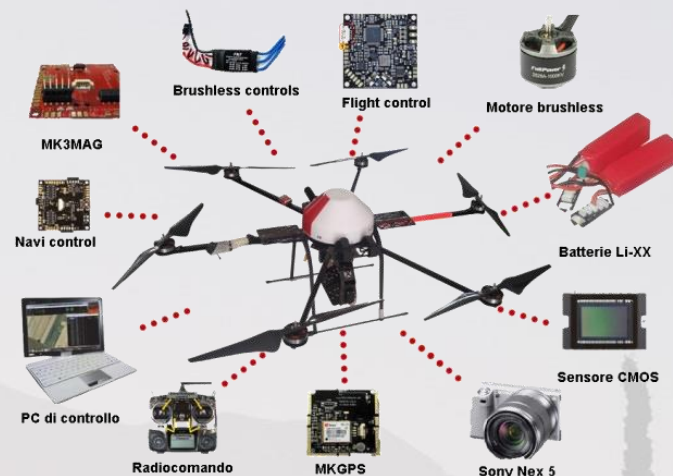


Caractéristiques du drone:

- Récepteur GPS/GNSS
- Plate-form inertiel IMU
- Structure en aluminium avec six bras et les moteurs type *brushles Robbie Rox*
- Complexe composants de capteurs
- Piloté et aussi autonome avec parcours donné dans les *waypoints*
- 1.2 kg

Caractéristiques de la caméra Sony NEX 5:

- type professionnelle compacte
- capteur APS CMOS Exmor HD da 23,5x15,6 mm
- définition, 14.2 *Megapixel*
- géométrie, 110.8x58.8x38.9 mm, 350 g





Drone eBee par Sensfly

Caractéristiques du drone:

- Récepteur GPS/GNSS
- IMU, baromètre, boussole
- EPP, structure en carbone et pièces composites
- Piloté et autopilot avec parcours programmé dans son *logiciel*
- Temps de vol maxime 45 min
- Élévation maxime 1000m
- <1 kg (71 gr)

Caractéristiques des caméras:

- Canon IXUS s110 RGB,
- Canon IXUS s110 RE
- Canon IXUS s110 NIR
- Térmo-caméra **thermoMAP**
- Caméra multispéctral **multiSPEC 4C**



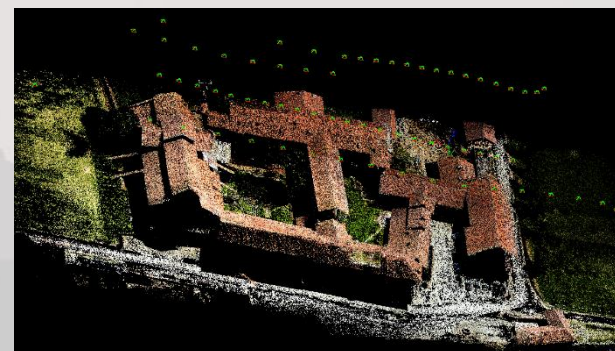
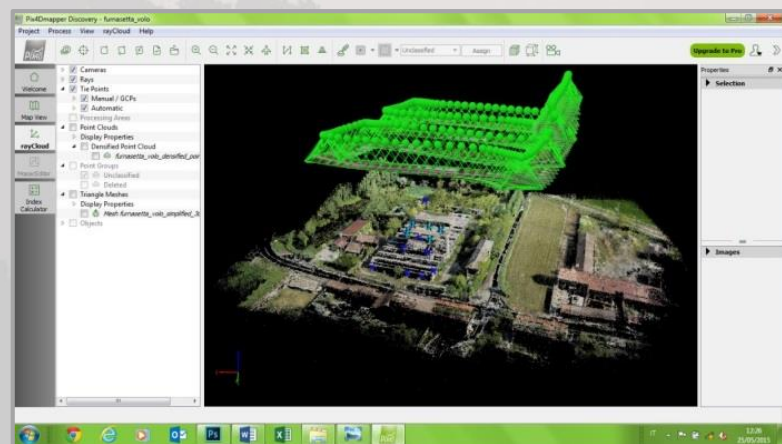
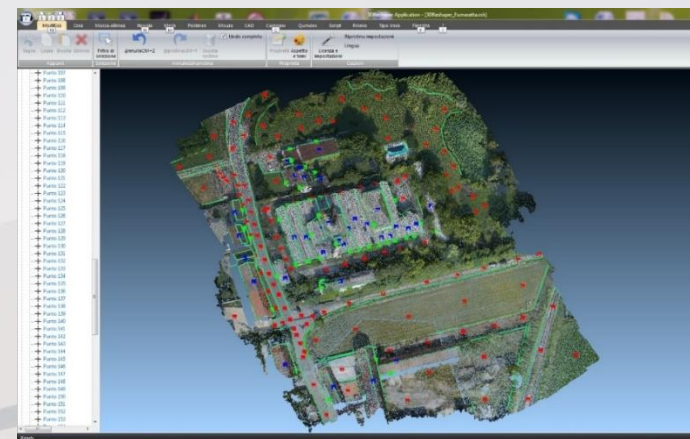
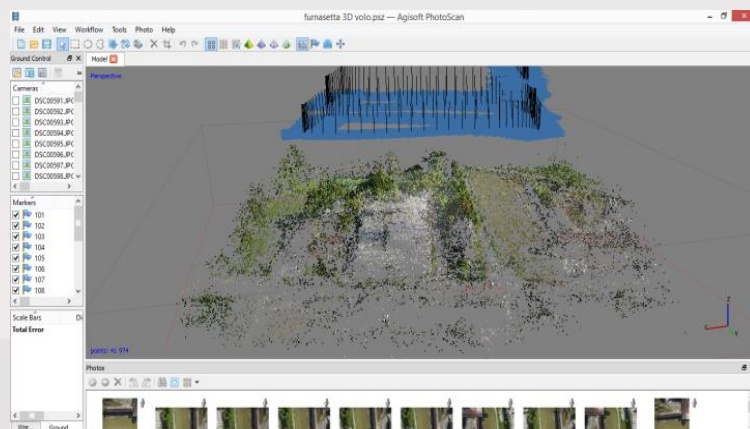


Methods et logiciels du traitement des données



PhotoScan

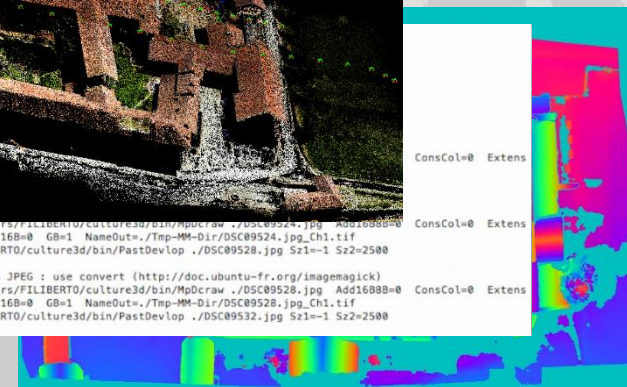
3D Modeling and Mapping



**Apero
MICMAC**

```

mmmmmm /Users/FILIBERTO/culture3d/bin/MpDcrw ./DSC09524.jpg Add16888=0
ionAbs=None 16B=0 GB=1 NameOut=./Tmp-MM-Dir/DSC09524.jpg_Ch1.tif
/Users/FILIBERTO/culture3d/bin/PastDevlop ./DSC09528.jpg Sz1=-1 Sz2=2500
BY FILE
MpDcrw with JPEG : use convert (http://doc.ubuntu-fr.org/imagemagick)
nnnnnnn /Users/FILIBERTO/culture3d/bin/MpDcrw ./DSC09528.jpg Add16888=0
ionAbs=None 16B=0 GB=1 NameOut=./Tmp-MM-Dir/DSC09528.jpg_Ch1.tif
/Users/FILIBERTO/culture3d/bin/PastDevlop ./DSC09532.jpg Sz1=-1 Sz2=2500
BY FILE
  
```





Institut de recherche
pour le développement
TUNIDRONE 2015



Séminaire international «Drones et moyens légers aéroportés
pour les applications géospatiales en recherche: état des lieux et
perspectives» 3-4-5 novembre 2015, Tunis, TUNISIE

POTENTIEL DU DRONE POUR LE SUIVI DU PATRIMOINE CULTUREL

Retour d'expériences



SOMMAIRE

- I. Prémisses: la géomatique pour le Patrimoine Culturel
- II. Photogrammétrie numérique aérienne et UAV système
- III. Systèmes d'acquisition et traitement des données
- IV. Exemples sur études cas et applications**
- V. Perspectives de développement et conclusions



Institut de recherche
pour le développement
TUNIDRONE 2015

Séminaire international «Drones et moyens légers aéroportés
pour les applications géospatiales en recherche: état des lieux et
perspectives» 3-4-5 novembre 2015, Tunis, TUNISIE



POTENTIEL DU DRONE POUR LE SUIVI DU PATRIMOINE CULTUREL

Retour d'expériences



Quelques **expériences** significatives:

- La **domus** romaine de Aquileia (Udine) - Italie
- La fouille archéologique de **Segusium**, Susa (Torino) - Italie
- L'ancien **four à chaux** à Morano sul Po (Alessandria) - Italie
- Le patrimoine paysager des villages alpins à **Castelmagno** (Cuneo) - Italie



Institut de recherche
pour le développement
TUNIDRONE 2015



Séminaire international «Drones et moyens légers aéroportés
pour les applications géospatiales en recherche: état des lieux et
perspectives» 3-4-5 novembre 2015, Tunis, TUNISIE

POTENTIEL DU DRONE POUR LE SUIVI DU PATRIMOINE CULTUREL

Retour d'expériences



La fouille archéologique de *Segusium*, Susa (Torino) - Italie

CONTEXTE:

La rocher de Susa, dans la province de Turin, où on peut observer un site archéologique et un ensemble de monument culturel datant de l'époque romaine augustéenne (l'ancienne *Segusium*) à la période Savoy.

TEAM:



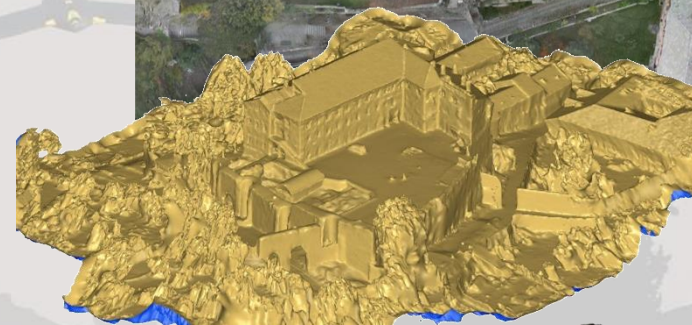
DIRECT
DISASTER RECOVERY TEAM

Politecnico di Torino

Laboratoire de géomatique pour le patrimoine culturel
Laboratoire de photogrammétrie, géomatique et SIG

OBJECTIVES DU PROJECT:

L'emploi des nouvelles technologies pour la création d'une documentation 3D du site archéologique, dans le projet de mise en valeur des atouts de Susa pour le réaménagement du nouveau musée au château de la Comtesse Adelaide. Utilisation du *Laser scanner* et *photogrammétrie aérienne par drone*.





Photogrammétrie **aérienne** par drone et acquisition **terrestre** par LiDAR



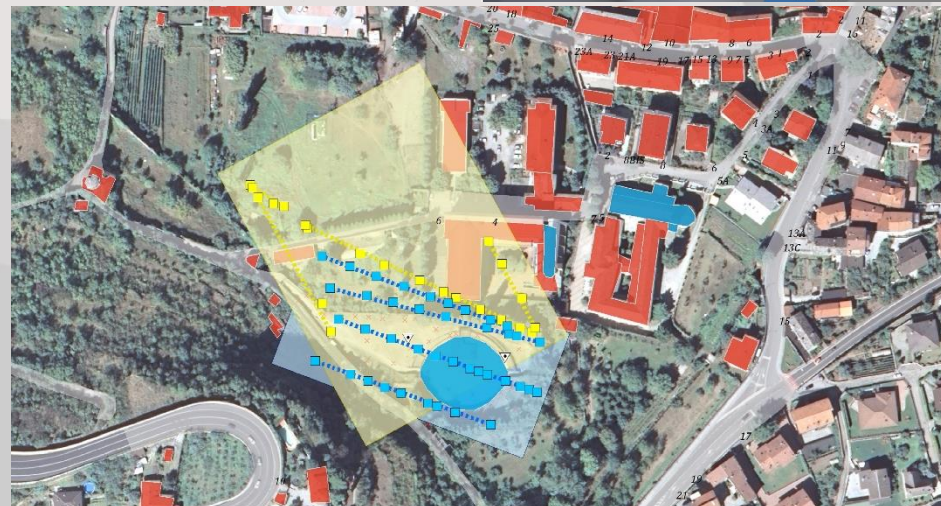
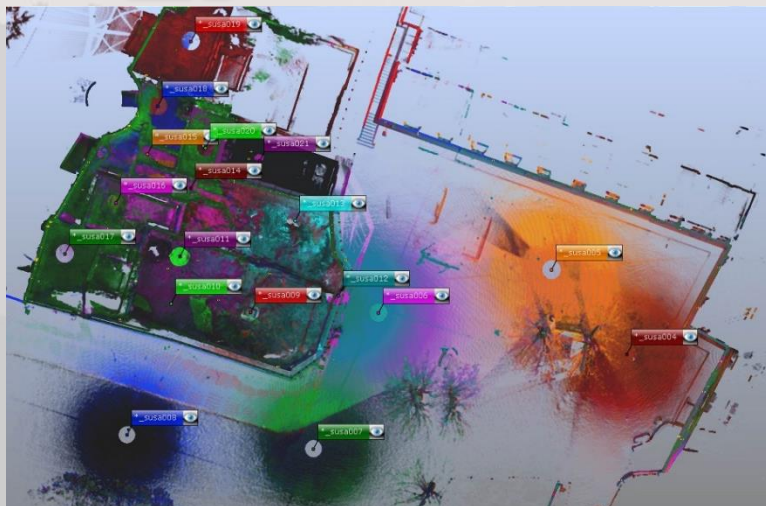
Hexakopter MikroKopter
+
Sony Nex 5



CAM2 Laser Scanner Focus3D

Caractéristiques de l'acquisition:

Points de relevé topographiques calculés par GPS/GNSS. Documentation LiDAR (35 scans) *range* 0.6-130 m, avec vitesse de mesure 976.000 pt/seconde et caméra intégrée. Vol hexakopter avec caméra Sony Nex 30-70m.





Institut de recherche
pour le développement
TUNIDRONE 2015



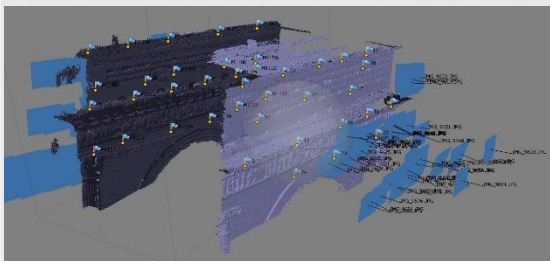
Séminaire international «Drones et moyens légers aéroportés
pour les applications géospatiales en recherche: état des lieux et
perspectives» 3-4-5 novembre 2015, Tunis, TUNISIE

POTENTIEL DU DRONE POUR LE SUIVI DU PATRIMOINE CULTUREL

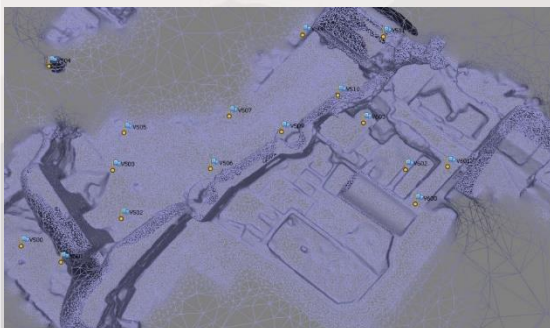
Retour d'expériences



La fouille archéologique de Segusium, Susa



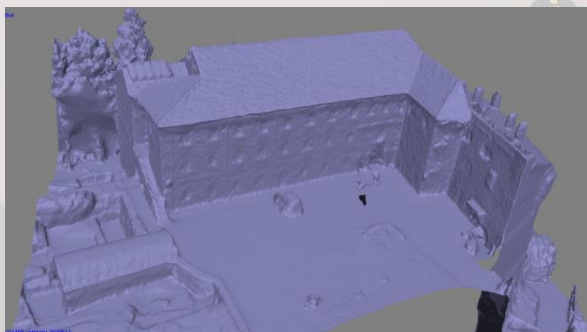
La fouille complète



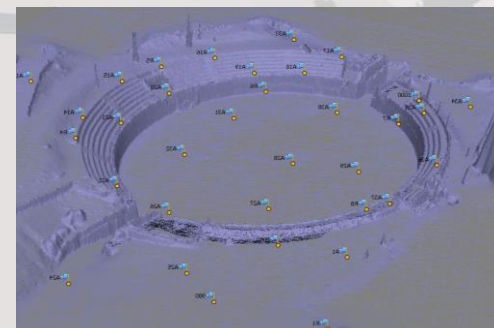
L'arc romain d'Augusto



Le château d'Adelaide



L'amphithéâtre de Susa





Institut de recherche
pour le développement
TUNIDRONE 2015



Séminaire international «Drones et moyens légers aéroportés
pour les applications géospatiales en recherche: état des lieux et
perspectives» 3-4-5 novembre 2015, Tunis, TUNISIE

POTENTIEL DU DRONE POUR LE SUIVI DU PATRIMOINE CULTUREL

Retour d'expériences



La *domus* romaine de Aquileia (Udine) - Italie

CONTEXTE:

Site archéologique à Aquileia, dans l'Italie de l'est, appelée «*Domus dei putti danzanti*», sous la direction de l'Université d'archéologie de Trieste (P.re F. Fontana). Les restes d'un bâtiment résidentiel et d'un *Cardo* romain ont été caractérisés par des stratifications importants et de nombreuses mosaïques de valeur.

TEAM:



DIRECT
DISASTER RECOVERY TEAM

Politecnico di Torino

Lab. de géomatique pour le patrimoine culturel
Lab. de photogrammétrie, géomatique et SIG

OBJECTIVES DU PROJET:

Projets multiples de documentation intra-site et actualisation des données du fouille archéologique, pendant l'excavation, par LiDAR, par photogrammétrie close-range et drone.





Photogrammétrie **aérienne** close-range par drone



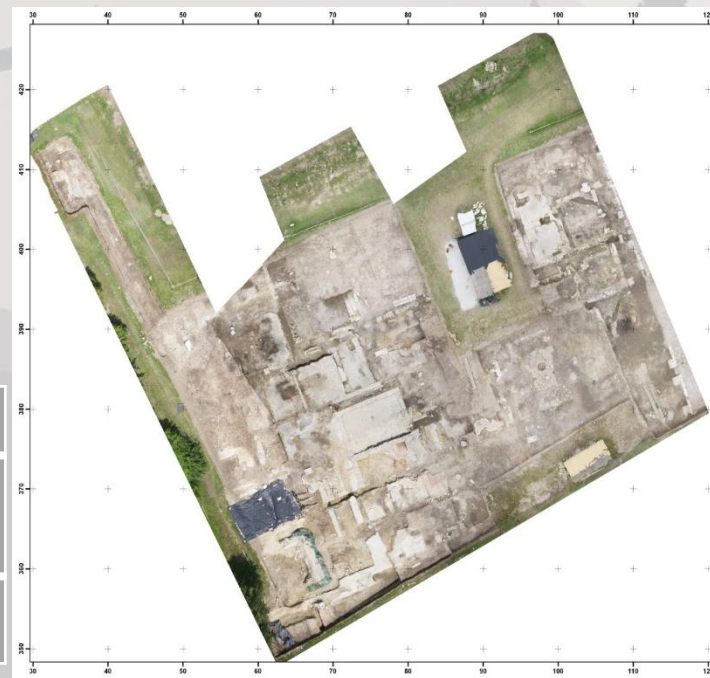
HexaKopter MikroKopter



Sony Nex 5

Caractéristiques de l'acquisition:

Deux vols avec éxacoper MikroKopter à l'élévation de 10m et 18m (36 et 60 photos), et mesure de GCP et CP sur terrain; échelle d'origine 1:200.



Domus	σ_x [m]	σ_y [m]	σ_z [m]
GCPs (30)	0.003	0.002	0.012
CPs (15)	0.010	0.005	0.020

La domus romaine de Aquileia (Udine)



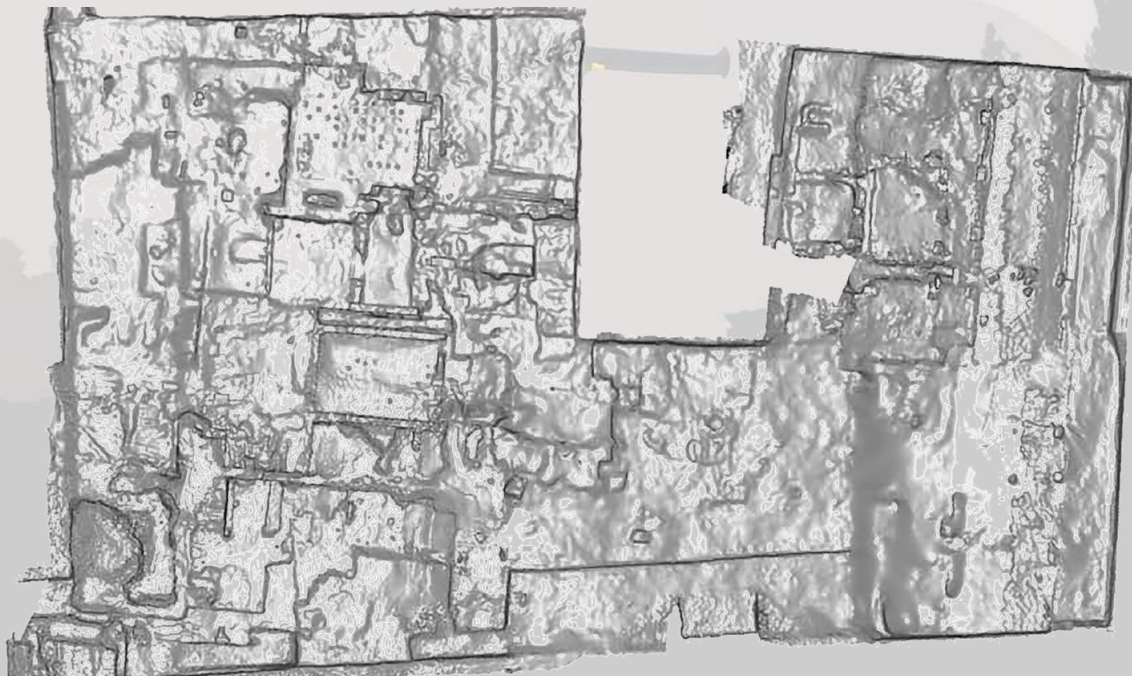
Acquisition terrestre par LiDAR



Caractéristiques de l'acquisition:

Documentation de deux années
2011-2013, balayage LiDAR Faro
Focus 3D range 0.6-130 m, avec
vitesse de mesure 976.000
pt/seconde et caméra intégrée.

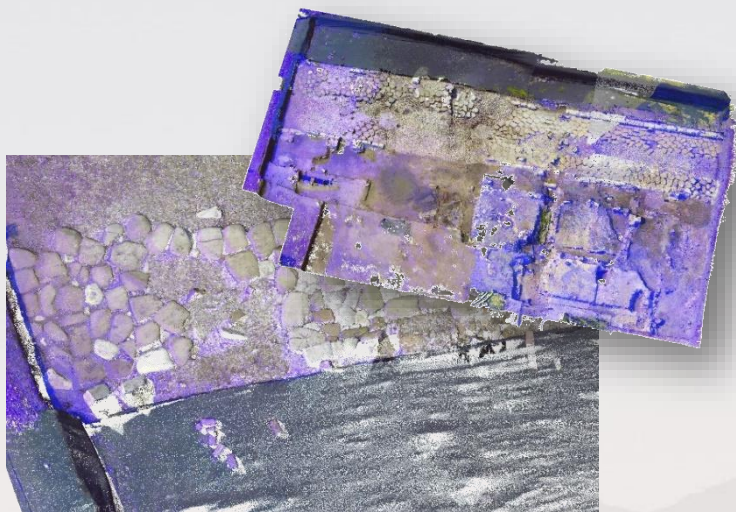
CAM2 Laser Scanner Focus3D





Séminaire international «Drones et moyens légers aéroportés
pour les applications géospatiales en recherche: état des lieux et
perspectives» 3-4-5 novembre 2015, Tunis, TUNISIE

La domus romaine de Aquileia (Udine)



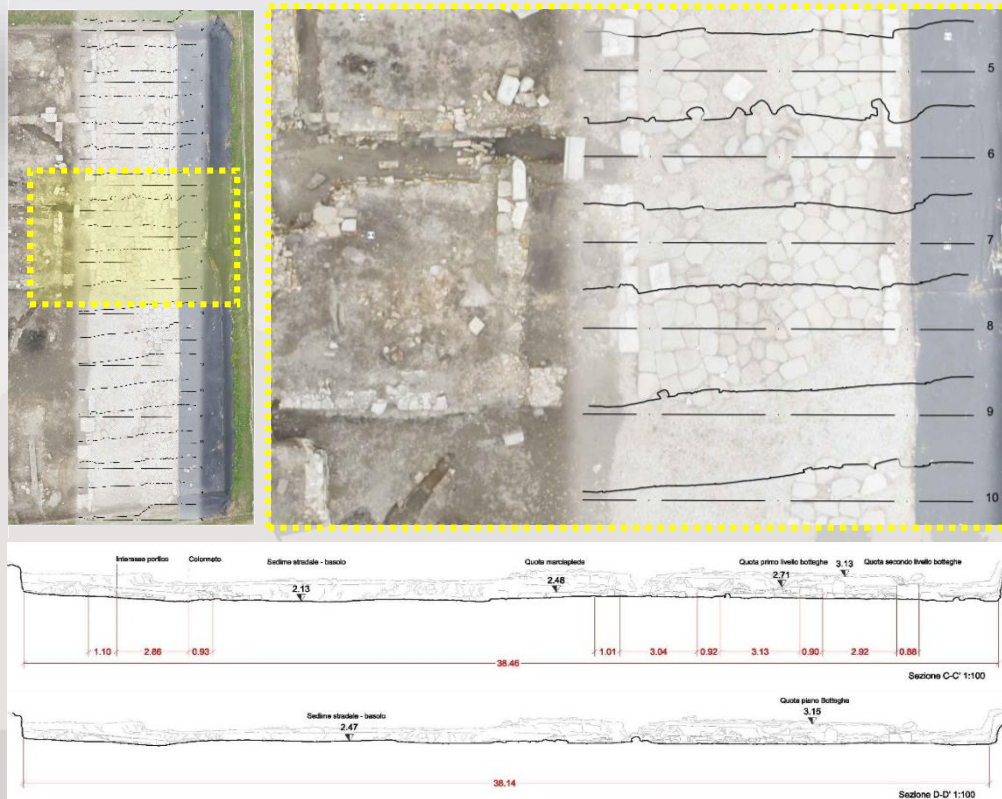
L'intégration des données LiDAR et UAV



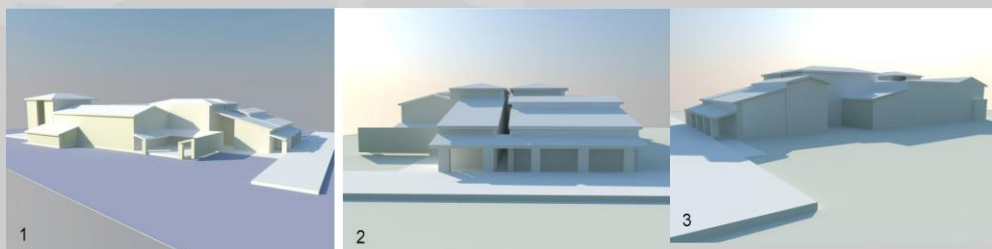
Le model 3D à partir de scanner laser



L'extraction de coupes du model de la surface du *cardo*



La reconstruction 3D de la *domus*





Institut de recherche
pour le développement
TUNIDRONE 2015



Séminaire international «Drones et moyens légers aéroportés
pour les applications géospatiales en recherche: état des lieux et
perspectives» 3-4-5 novembre 2015, Tunis, TUNISIE

POTENTIEL DU DRONE POUR LE SUIVI DU PATRIMOINE CULTUREL

Retour d'expériences



La «Furnasetta»: l'ancien four à chaux à Morano sul Po (Turin)

CONTEXTE:

Une zone du Piémont sud-ouest et les bâtiments-témoignages
de l'industrie du ciment au début du XXe siècle

TEAM:



Politecnico di Torino

*Laboratoire de géomatique pour le patrimoine culturel
Laboratoire de photogrammétrie, géomatique et SIG*

OBJECTIVES DU PROJECT:

Project de documentation d'un ancien bâtiment classé
pas accessible pour le relevé, par des voies indirectes,
de l'ensemble des structures architecturales.





Photogrammétrie **aérienne** par drone



HexaKopter MikroKopter



Sony Nex 5



Caractéristiques de l'acquisition:

Points du relevé topographiques calculés par GPS/GNSS. Vol hexaKopter avec caméra Sony Nex 30-70m (323 photo)

CARATTERISTICHE DELLE IMMAGINI				
Dimensione Immagine		Distanza focale	Dimensione Sensore	
Larghezza [pixel]	Altezza [pixel]	c [mm]	lx [mm]	ly [mm]
4592	3056	16	23,4	15,7

H	c	Scala media fotogramma		Dimensione area fotografata		Ricoprimento Longitudinale	Ricoprimento Trasversale	
		mb	lx	ly	Lx			Ly
[m]	[mm]	[-]	[mm]	[mm]	[m]	[m]	[%]	[%]
70	16	2503,80	23,4	15,7	102,53	68,79	96	30

Parametri noti
Parametri ipotizzati
Parametri calcolati

Area di volo	"La Furnasetta"
H Altezza di volo [m]	70

	Numero di strisciate	Distanza parziale percorsa [m]	Distanza totale percorsa [m]	Velocità ipotizzate [m/s]	Tempo impiegato [s]	Tempo impiegato [min]
Lunghezza area [m]	100	4	590	2	295,0	4,9
Larghezza area [m]	100	1		3	196,7	3,3
Distanza tra waypoints [m]	30	3		4	147,5	2,5



Institut de recherche
pour le développement
TUNIDRONE 2015



Séminaire international «Drones et moyens légers aéroportés
pour les applications géospatiales en recherche: état des lieux et
perspectives» 3-4-5 novembre 2015, Tunis, TUNISIE

POTENTIEL DU DRONE POUR LE SUIVI DU PATRIMOINE CULTUREL

Retour d'expériences



Acquisition terrestre par LiDAR et photogrammétrie close-range



CAM2 Laser Scanner Focus3D x130



Nikon D800E



Canon EOS 5D Mark II

Caractéristiques de l'acquisition:

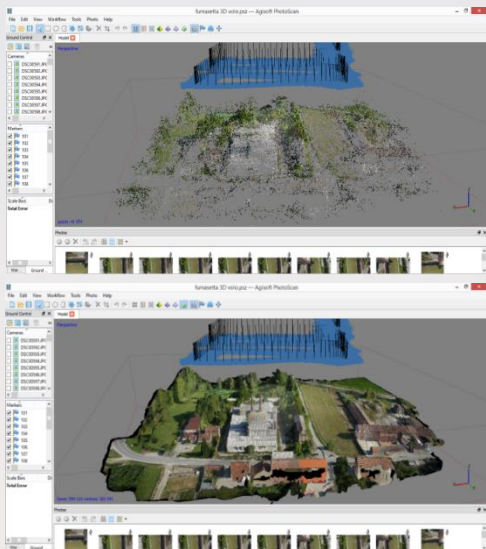
Documentation LiDAR (3 scans, 58 million points) *range* 0.6-130 m, avec
vitesse de mesure 976.000 pt/seconde et caméra intégrée. 2 vols
hexaKopter avec caméra Sony Nex (30-70m). Prises de vue
photogrammétriques en terrain (137)



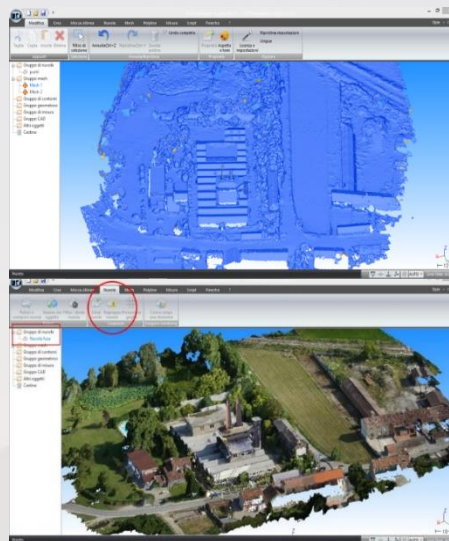
La «Furnasetta»: l'ancien four à chaux à Morano sul Po



Traitement des données



Agisoft Photoscan

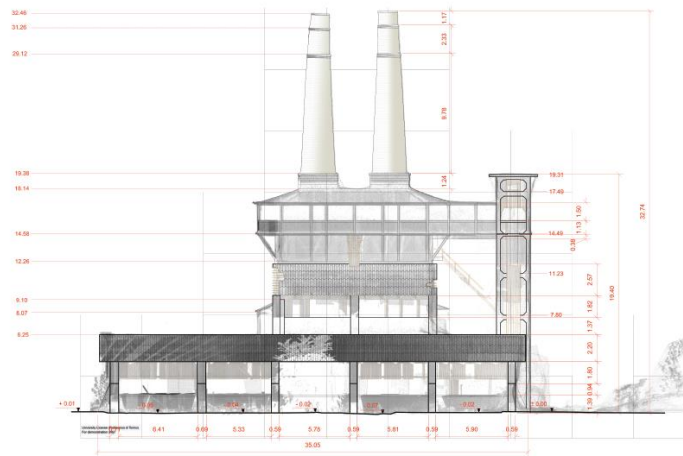
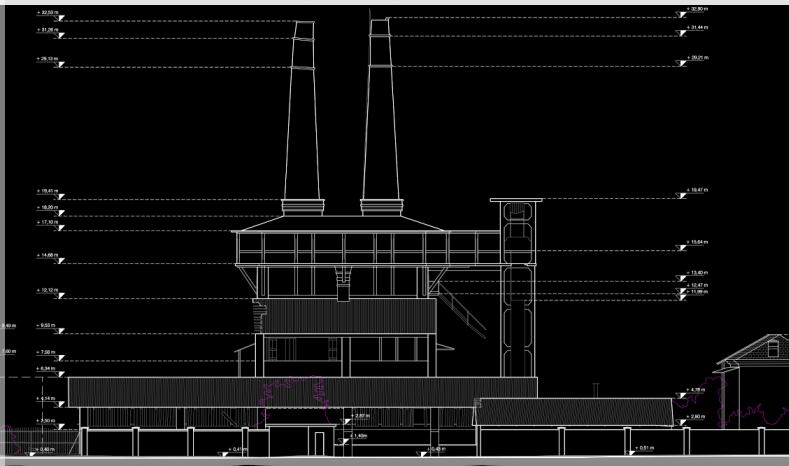


3D Reshaper



Mise à jour de la cartographie numérique

La «Furnasetta»: l'ancien four à chaux à Morano sul Po



LEGENDA TIPI LINEE

- tavolo di legno rilevato con il laser scanner
- tavolo di legno rilevato indirettamente
- profili rilevati direttamente con il laser scanner
- linea di sezione
- quotatura del disegno espressa in metri
- + 0.00 quote altimetriche espressa in metri
- ▨ coperture in laminato
- ortofoto importata da Pointob

Les dessins architectoniques



Institut de recherche
pour le développement
TUNIDRONE 2015



Séminaire international «Drones et moyens légers aéroportés
pour les applications géospatiales en recherche: état des lieux et
perspectives» 3-4-5 novembre 2015, Tunis, TUNISIE

POTENTIEL DU DRONE POUR LE SUIVI DU PATRIMOINE CULTUREL

Retour d'expériences



Le patrimoine paysager des villages alpins à Castelmagno (Cuneo) - Italie

CONTEXTE:

Une zone de montagne du Piémont sud-est, dans le projet: *ALPINE CLE (Alpine Complex Landscape Environment)*, vers une mise en valeur de Campofei et les villages de Castelmagno dans la *Haute Vallée Grana*, comme système complexe, pour la mobilité durable, le tourisme, la production agroalimentaire et la culture.

TEAM:



Politecnico di Torino

DIRECT
DISASTER RECOVERY TEAM

Laboratoire de géomatique pour le patrimoine culturel
Laboratoire de photogrammétrie, géomatique et SIG

OBJECTIVES DU PROJECT:

Project de documentation des villages alpins pas documentation 3D numérique du paysage montueux, pour la conformation duterrain et de bâtiments anciens





Photogrammétrie **aérienne** close-range par drone



HexaKopter MikroKopter



Sony Nex 5



eBee Sensfly



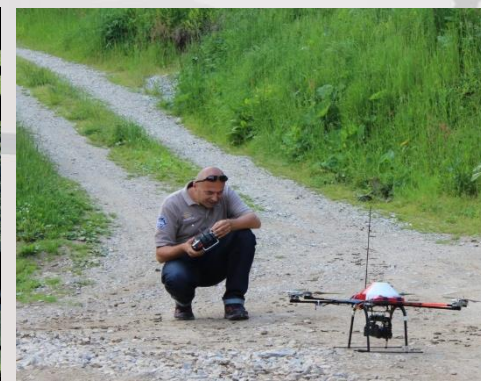
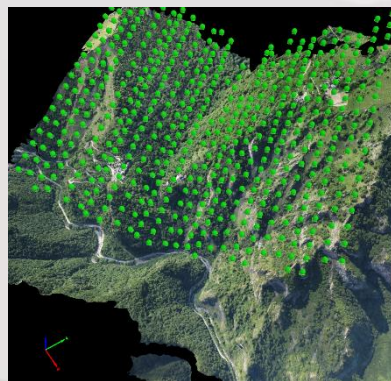
Canon IXUS s110 RGB



CAM2 Laser Scanner Focus3D x130

Caractéristiques de l'acquisition:

Points de relevé topographiques calculés par GPS/GNSS. Vols éxakopter et eBee Sensfly pour la création d'un MNT. Documentation LiDAR du village (30 scans) *range* 0.6-130 m, avec vitesse 976.000 pt/seconde et caméra intégrée.



Le patrimoine paysager des villages alpins à Castelmagno



Institut de recherche
pour le développement
TUNIDRONE 2015



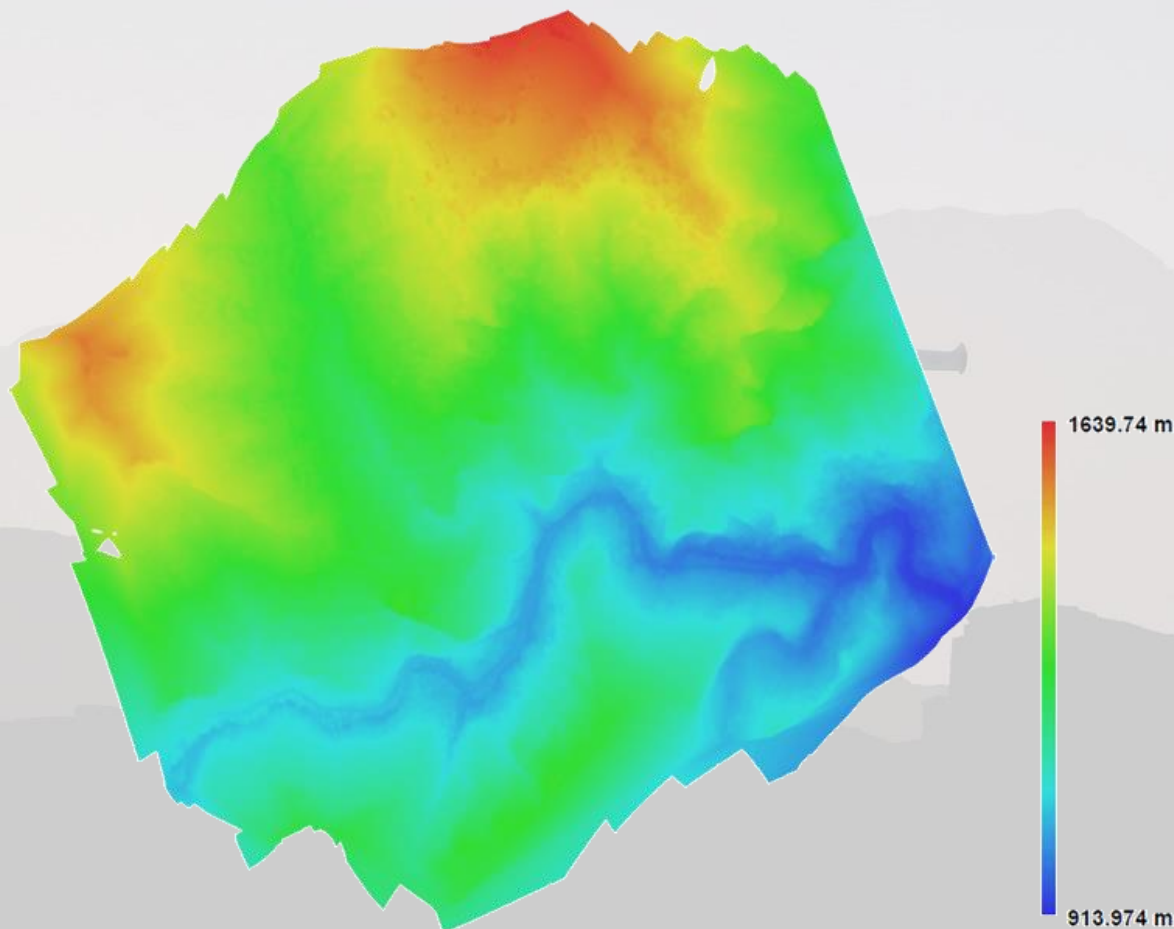
Séminaire international «Drones et moyens légers aéroportés
pour les applications géospatiales en recherche: état des lieux et
perspectives» 3-4-5 novembre 2015, Tunis, TUNISIE

POTENTIEL DU DRONE POUR LE SUIVI DU PATRIMOINE CULTUREL

Retour d'expériences



Model numérique d'élevation



Le patrimoine paysager des villages alpins à Castelmaigno



Institut de recherche
pour le développement
TUNIDRONE 2015



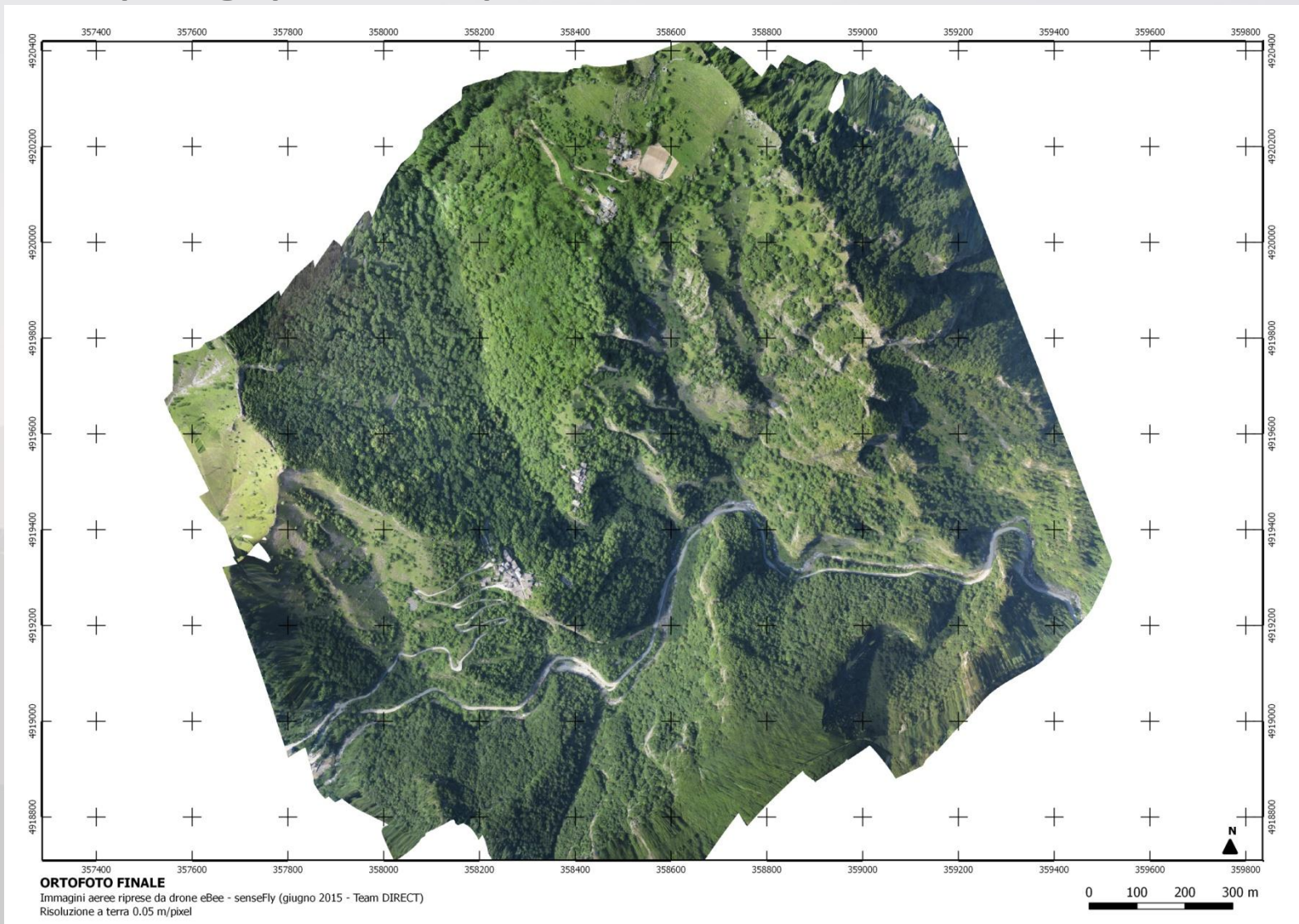
Séminaire international «Drones et moyens légers aéroportés
pour les applications géospatiales en recherche: état des lieux et
perspectives» 3-4-5 novembre 2015, Tunis, TUNISIE

POTENTIEL DU DRONE POUR LE SUIVI DU PATRIMOINE CULTUREL

Retour d'expériences



Orthophotographie numérique



Le patrimoine paysager des villages alpins à Castelmaigno



Institut de recherche
pour le développement

TUNIDRONE 2015



Séminaire international «Drones et moyens légers aéroportés
pour les applications géospatiales en recherche: état des lieux et
perspectives» 3-4-5 novembre 2015, Tunis, TUNISIE

POTENTIEL DU DRONE POUR LE SUIVI DU PATRIMOINE CULTUREL

Retour d'expériences



Le patrimoine paysager des villages alpins à Castelmagno





Institut de recherche
pour le développement

TUNIDRONE 2015



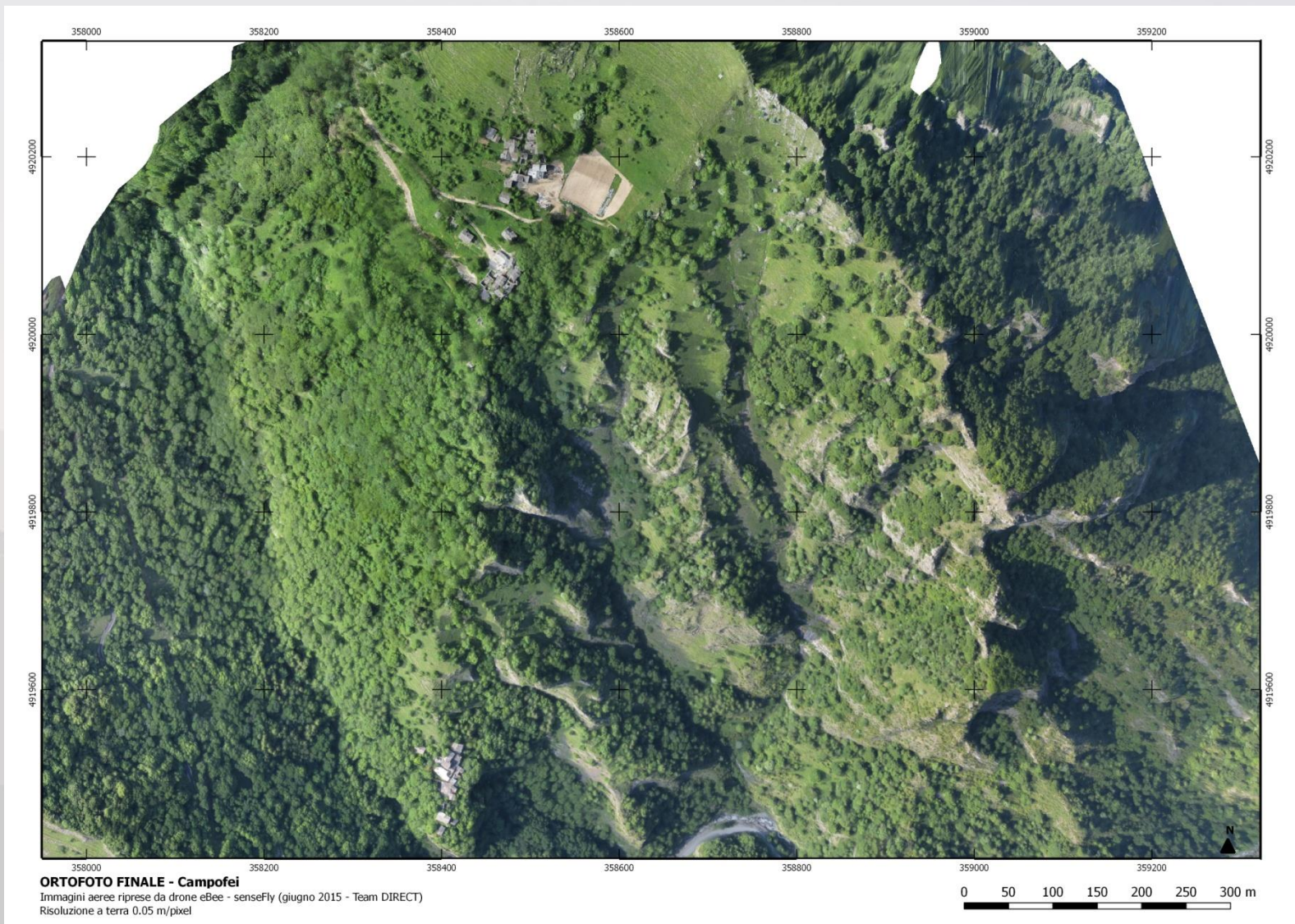
Séminaire international «Drones et moyens légers aéroportés
pour les applications géospatiales en recherche: état des lieux et
perspectives» 3-4-5 novembre 2015, Tunis, TUNISIE

POTENTIEL DU DRONE POUR LE SUIVI DU PATRIMOINE CULTUREL

Retour d'expériences



Le patrimoine paysager des villages alpins à Castelmagno





Institut de recherche
pour le développement
TUNIDRONE 2015



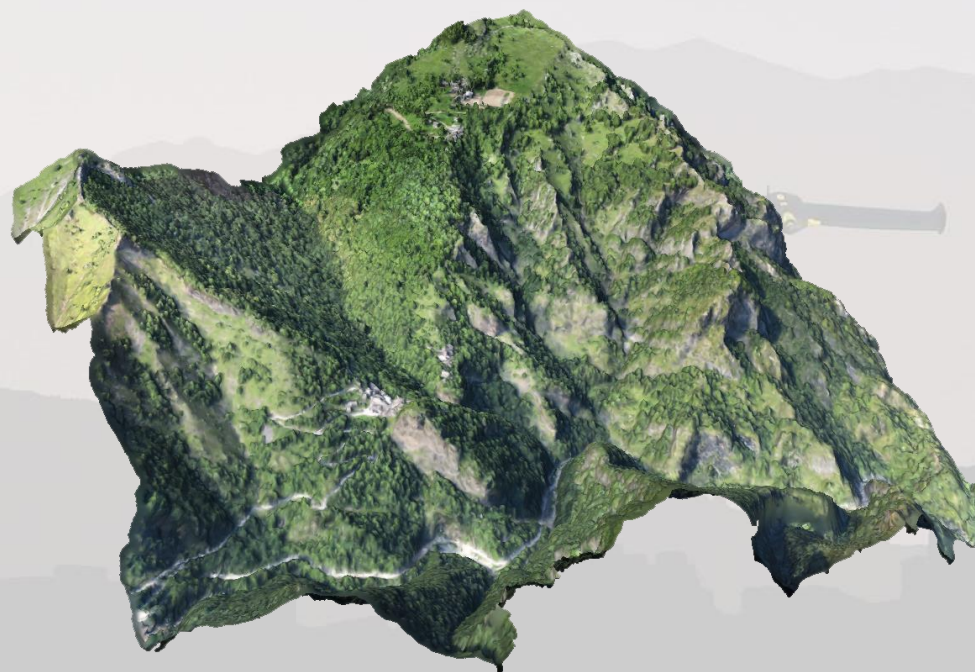
Séminaire international «Drones et moyens légers aéroportés
pour les applications géospatiales en recherche: état des lieux et
perspectives» 3-4-5 novembre 2015, Tunis, TUNISIE

POTENTIEL DU DRONE POUR LE SUIVI DU PATRIMOINE CULTUREL

Retour d'expériences



Model numérique du terrain texturé avec le parcours de la crémaillère



Le patrimoine paysager des villages alpins à Castelmaigno



IRD

Institut de recherche
pour le développement

TUNIDRONE 2015

Séminaire international «Drones et moyens légers aéroportés
pour les applications géospatiales en recherche: état des lieux et
perspectives» 3-4-5 novembre 2015, Tunis, TUNISIE

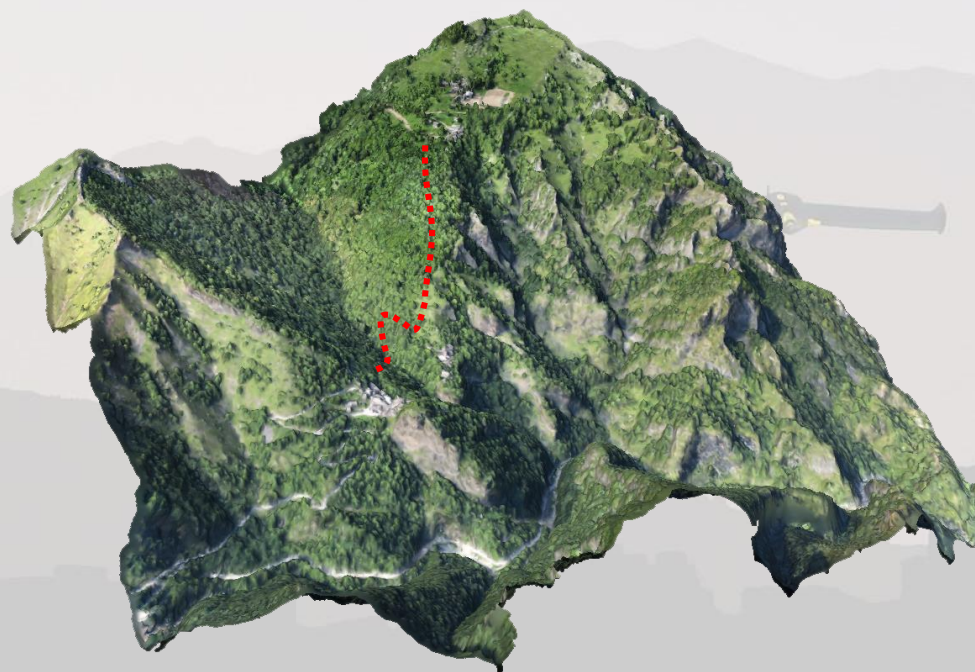


POTENTIEL DU DRONE POUR LE SUIVI DU PATRIMOINE CULTUREL

Retour d'expériences



Model numérique du terrain texturé avec le parcours de la crémaillère



Le patrimoine paysager des villages alpins à Castelmaigno



IRD

Institut de recherche
pour le développement

TUNIDRONE 2015

Séminaire international «Drones et moyens légers aéroportés
pour les applications géospatiales en recherche: état des lieux et
perspectives» 3-4-5 novembre 2015, Tunis, TUNISIE



POTENTIEL DU DRONE POUR LE SUIVI DU PATRIMOINE CULTUREL

Retour d'expériences



Model solide par imprimante 3D



Le patrimoine paysager des villages alpins à Castelmaigno



Institut de recherche
pour le développement
TUNIDRONE 2015



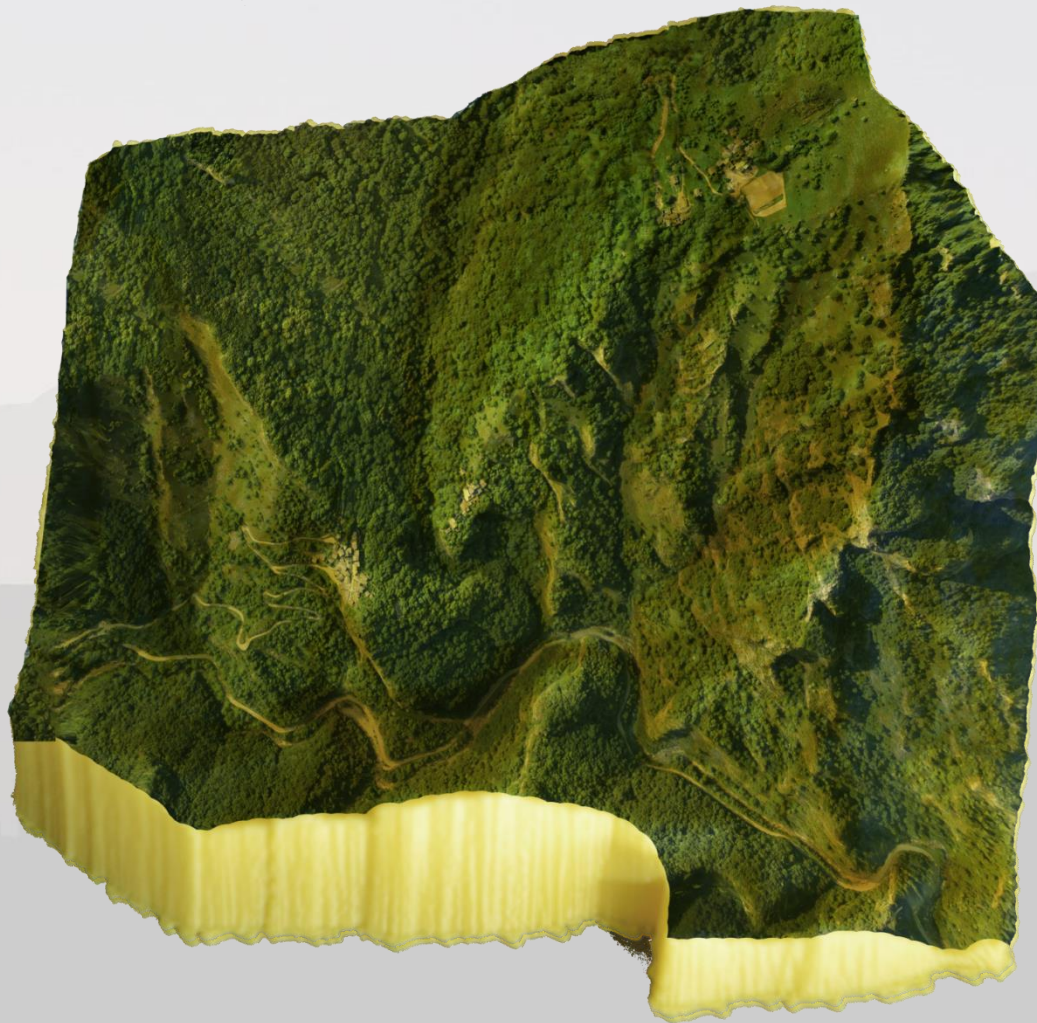
Séminaire international «Drones et moyens légers aéroportés
pour les applications géospatiales en recherche: état des lieux et
perspectives» 3-4-5 novembre 2015, Tunis, TUNISIE

POTENTIEL DU DRONE POUR LE SUIVI DU PATRIMOINE CULTUREL

Retour d'expériences



Model solide par imprimante 3D



Le patrimoine paysager des villages alpins à Castelmaigno



IRD

Institut de recherche
pour le développement

TUNIDRONE 2015

Séminaire international «Drones et moyens légers aéroportés
pour les applications géospatiales en recherche: état des lieux et
perspectives» 3-4-5 novembre 2015, Tunis, TUNISIE

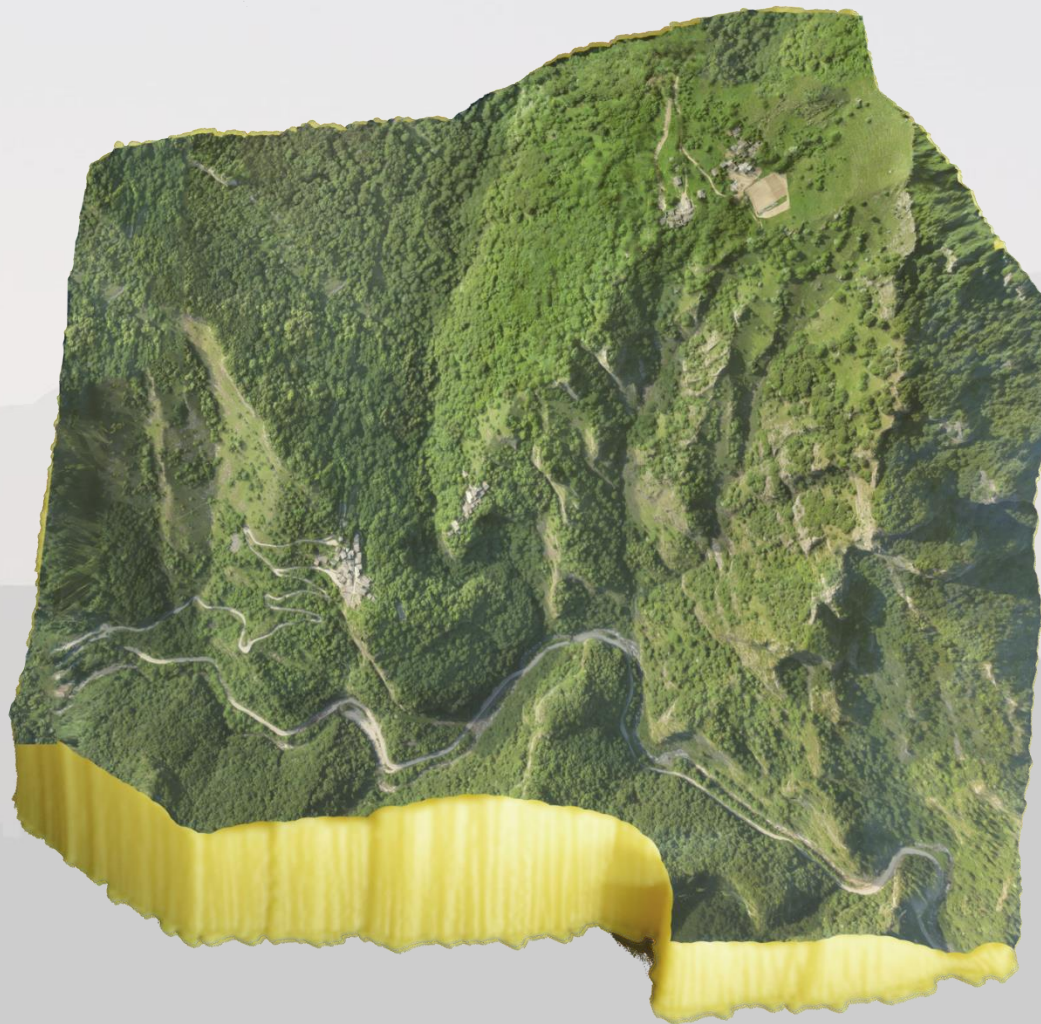


POTENTIEL DU DRONE POUR LE SUIVI DU PATRIMOINE CULTUREL

Retour d'expériences



Model solide par imprimante 3D



Le patrimoine paysager des villages alpins à Castelmaigno



Institut de recherche
pour le développement
TUNIDRONE 2015



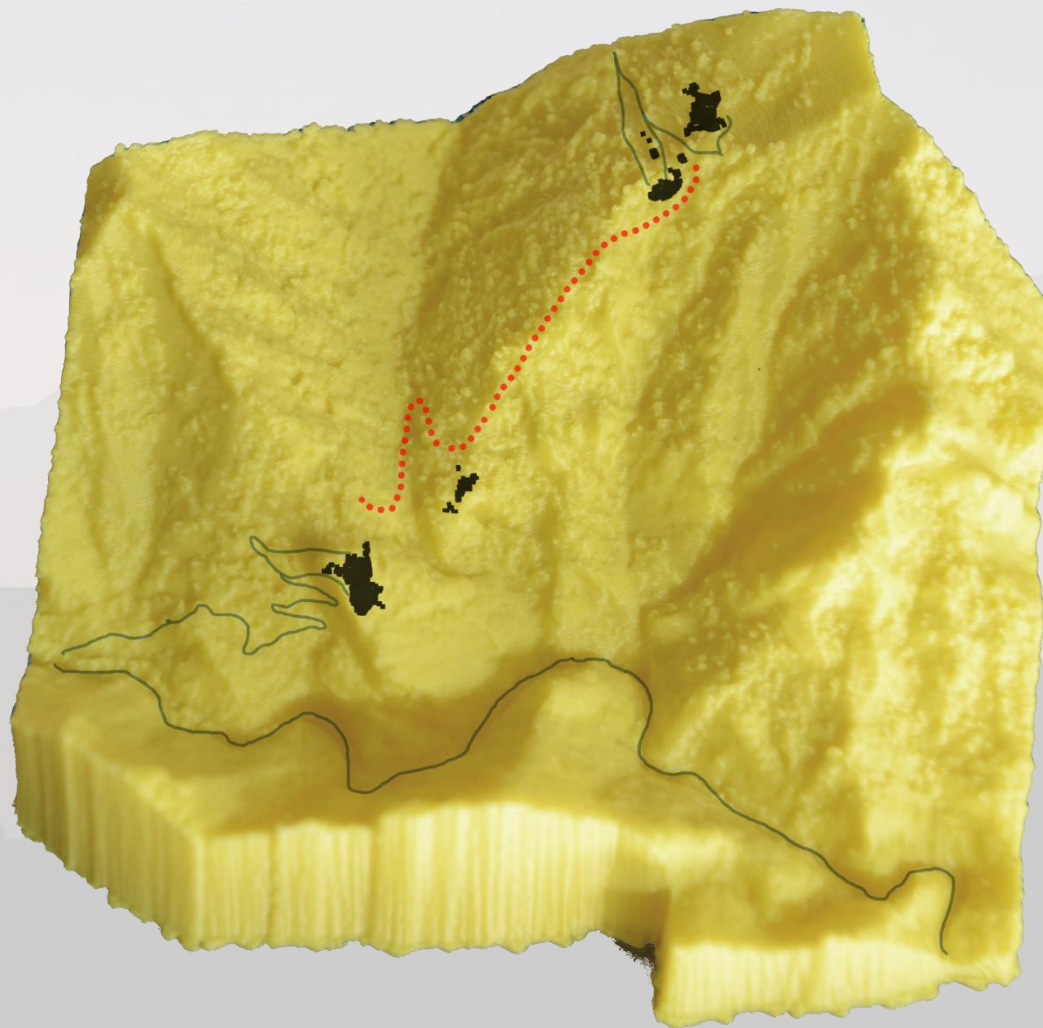
Séminaire international «Drones et moyens légers aéroportés
pour les applications géospatiales en recherche: état des lieux et
perspectives» 3-4-5 novembre 2015, Tunis, TUNISIE

POTENTIEL DU DRONE POUR LE SUIVI DU PATRIMOINE CULTUREL

Retour d'expériences



Model solide par imprimante 3D



Le patrimoine paysager des villages alpins à Castelmaigno



Institut de recherche
pour le développement
TUNIDRONE 2015



Séminaire international «Drones et moyens légers aéroportés
pour les applications géospatiales en recherche: état des lieux et
perspectives» 3-4-5 novembre 2015, Tunis, TUNISIE

POTENTIEL DU DRONE POUR LE SUIVI DU PATRIMOINE CULTUREL

Retour d'expériences



SOMMAIRE

- I. Prémisses: la géomatique pour le Patrimoine Culturel
- II. Photogrammétrie numérique aérienne et UAV système
- III. Systèmes d'acquisition et traitement des données
- IV. Exemples sur études cas et applications
- V. Perspectives de développement et conclusions**



Institut de recherche
pour le développement
TUNIDRONE 2015

Séminaire international «Drones et moyens légers aéroportés
pour les applications géospatiales en recherche: état des lieux et
perspectives» 3-4-5 novembre 2015, Tunis, TUNISIE



POTENTIEL DU DRONE POUR LE SUIVI DU PATRIMOINE CULTUREL

Retour d'expériences



Les expériences consolidées et récentes: vers les **frontières** de la recherche

La technologie des **drones**, est adapté progressivement aux différents besoins requis par les domaines d'utilisation. Dans la documentation du Patrimoine Cultural les performances qu'on demande aux drones sont de répondre à les exigences s'acheminent vers l'intégration des capteurs et pas seulement des données, et des application à l'intérieure de auto-pilote *mobile mapping*.

- ✓ Drone **multi-capteur** pour applications photogrammétriques et LiDAR relatives à la documentation 3D de l'état de fait, de l'**intérieure** comme de l'**extérieure**

► Nouveaux **MMS** (Mobile Mapping System) avec drone **autonome**: mapping 3D en intérieur/extérieur par S.L.A.M. techniques avec dispositifs multi-capteur.

- ✓ **Géoréférencement automatique** des images acquises par UAV

► Perfectionnement du **géoréférencement en temps réel** de la séquence d'images acquises par un système de drone multi-capteur

- ✓ Perfectionnement des application **LiDAR** avec drones

► Développement des systèmes de documentation LiDAR UAV-based,

- ✓ Prises de vue par vols de drone avec **caméra oblique**

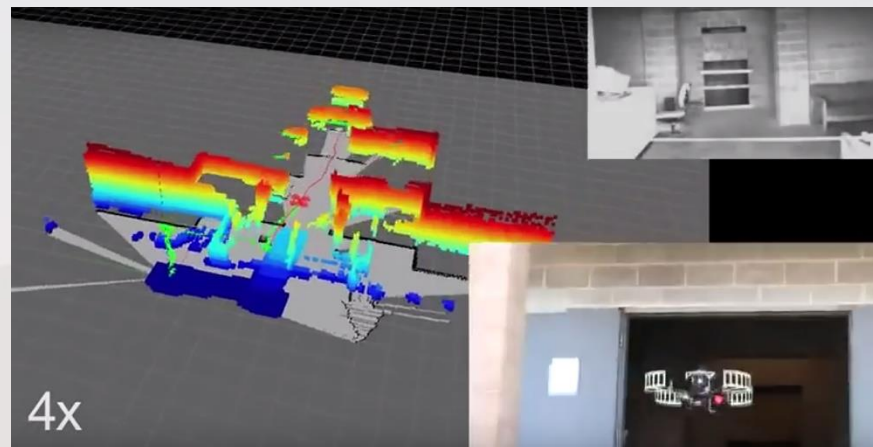
► Expérimentations approfondies, aujourd'hui déjà en cours, sur l'utilisation des prise de vue photogrammétriques numérique obliques pour la définition de la surface du terrain



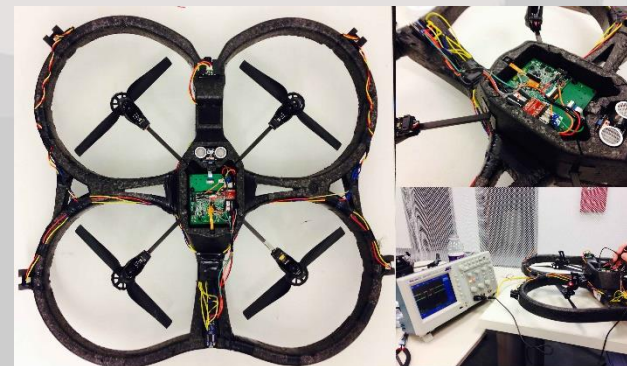
Les expérience consolidée et récente: vers les **frontières** de la recherche



UAV-based 3D Laser Scanning
Documentation of Vianden Castle
(Luxembourg) - RIEGL Laser
Measurement Systems VUX-1



*Autonomous Aerial Navigation in Confined Indoor
Environments, by University of Pennsylvania*



Quadcopter Parrot AR.Drone



Institut de recherche
pour le développement
TUNIDRONE 2015



Séminaire international «Drones et moyens légers aéroportés
pour les applications géospatiales en recherche: état des lieux et
perspectives» 3-4-5 novembre 2015, Tunis, TUNISIE

POTENTIEL DU DRONE POUR LE SUIVI DU PATRIMOINE CULTUREL

Retour d'expériences



Merci pour votre attention