



# Universités du Québec

## Inventaire des infrastructures civiles et photogrammétrie par drone

Par Thibaud Lozano, ing.

Ingénieur, infrastructures de transport | EXP

Colloque CERIU, 29 novembre 2021



## Ordre du jour

- Présentation de la firme EXP
- Description du projet, besoins, enjeux, méthodes de relevé, précision
- Étude de cas de l'UdeM et de Polytechnique
  - Photogrammétrie (Concepts)
  - Opérations (Planification, Captation)
  - Traitement de données et de production des livrables
  - Comparatif arpentage au GPS vs Photogrammétrie par drone
- Période de questions

## EXP en un clin d'œil

3 500+

professionnels dans le monde

115

années de services

90+

bureaux à travers le monde

#26

Palmarès des 500 meilleures  
firmes de conception

**ENR, 2021**

Platine élite

Palmarès des 100 plus grands projets  
d'infrastructures au Canada

**ReNew Canada, 2021**

#9

Palmarès MEP Giants - 100 firmes de génie-  
conseil ayant généré les meilleurs revenus

**Consulting-Specifying Engineer, 2020**



## EXP en un clin d'œil

# 25

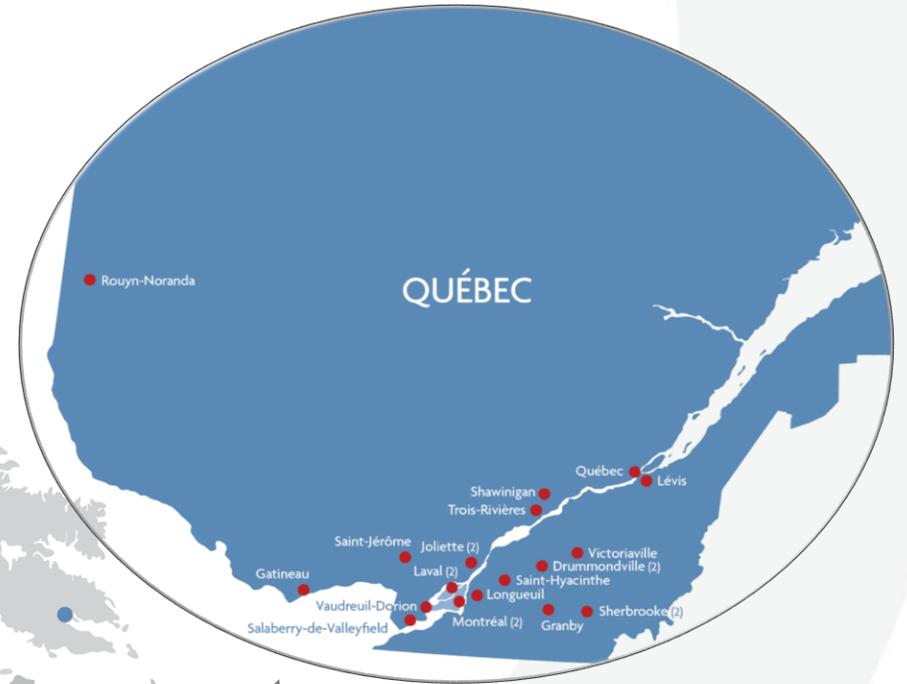
bureaux au Québec

# 1 200+

professionnels  
au Québec

# 2 400+

professionnels  
au Canada



# 200+

prix et distinctions  
remportés depuis  
les 10 dernières  
années

## EXP en un clin d'œil – Nos marchés

- Commercial
- Développement du territoire
- Développement international
- Divertissement + sports
- Eau potable + eaux usées
- Édifices publics + culturels
- Éducation
- Énergie
  - Transport et distribution
  - Sous-station électrique
  - Hydro-électricité
  - Énergie renouvelable
- Hôtels + casinos
- Installations fédérales
- Industriel
  - Agroalimentaire
  - Pharmaceutique
  - Manufacturier + aéronautique
  - Mines + métallurgie
  - Pâtes et papiers
  - Transformation chimique
- Justice + services correctionnels
- Oléoducs
- Science + technologie
- Soins de santé
- Systèmes critiques
- Transport
  - Aviation
  - Réseaux routiers
  - Ponts + ouvrages d'art
  - Trains + transports en commun
  - Portuaire et maritime

Bâtiment • Industrie • Transport • Infrastructures • Énergie • Développement durable • Sols, matériaux et environnement



## Mandat et objectifs

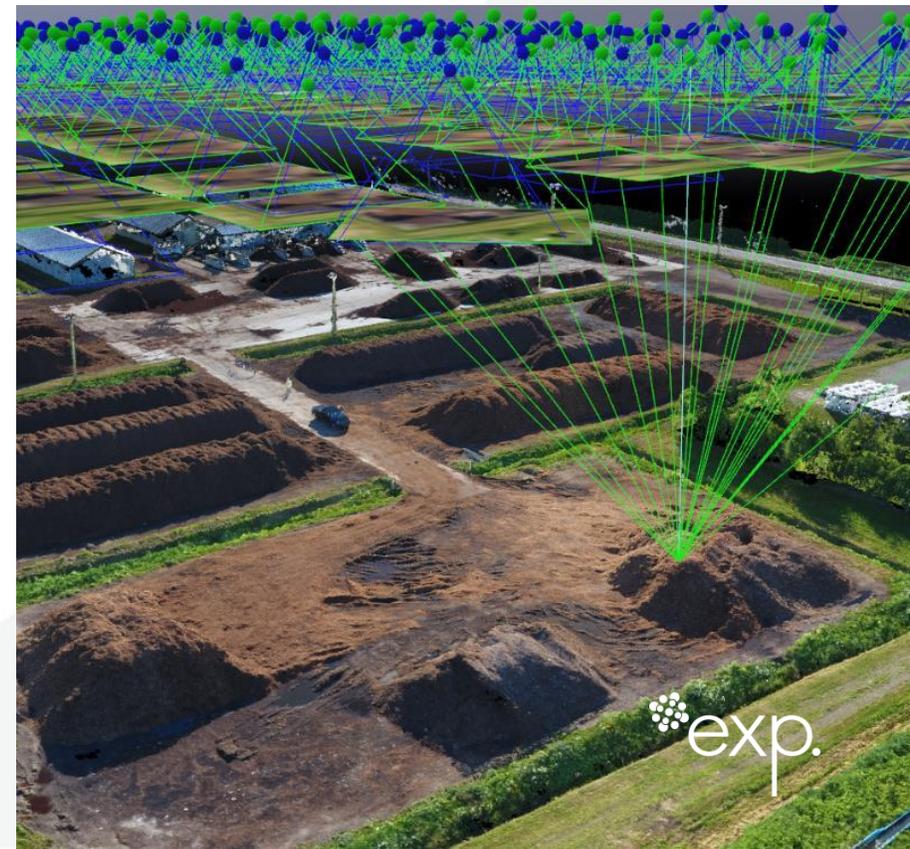
- **Client** : Groupe d'Approvisionnement en Commun de l'Est du Québec (GACEQ)
- **Objectifs** : Quantifier les infrastructures à renouveler dans le temps – Budget
- **Mandat** : Lister les infrastructures urbaines et estimer les coûts de renouvellement (excluant les bâtiments et leur contenu)
- **Enjeux** : Grandes superficies à couvrir, beaucoup d'éléments à relever – Réseaux routier, piétonnier, électrique, pluvial, sanitaire, etc...
- **Livrables** : Plans 2D DAO à jour, liste des infrastructures civiles et coûts de renouvellement associés
- **Précision** requise des **relevés** : Autour de 5 cm en XY
- **Solution proposée** : Relever les grandes superficies par drone et le reste en arpentage au GPS afin de gagner en efficacité – Réalisation d'orthophotographie haute résolution comme fond plan DAO

# Photogrammétrie – Concepts

Photo = Lumière | Gram = Dessin | Métrie = Mesure

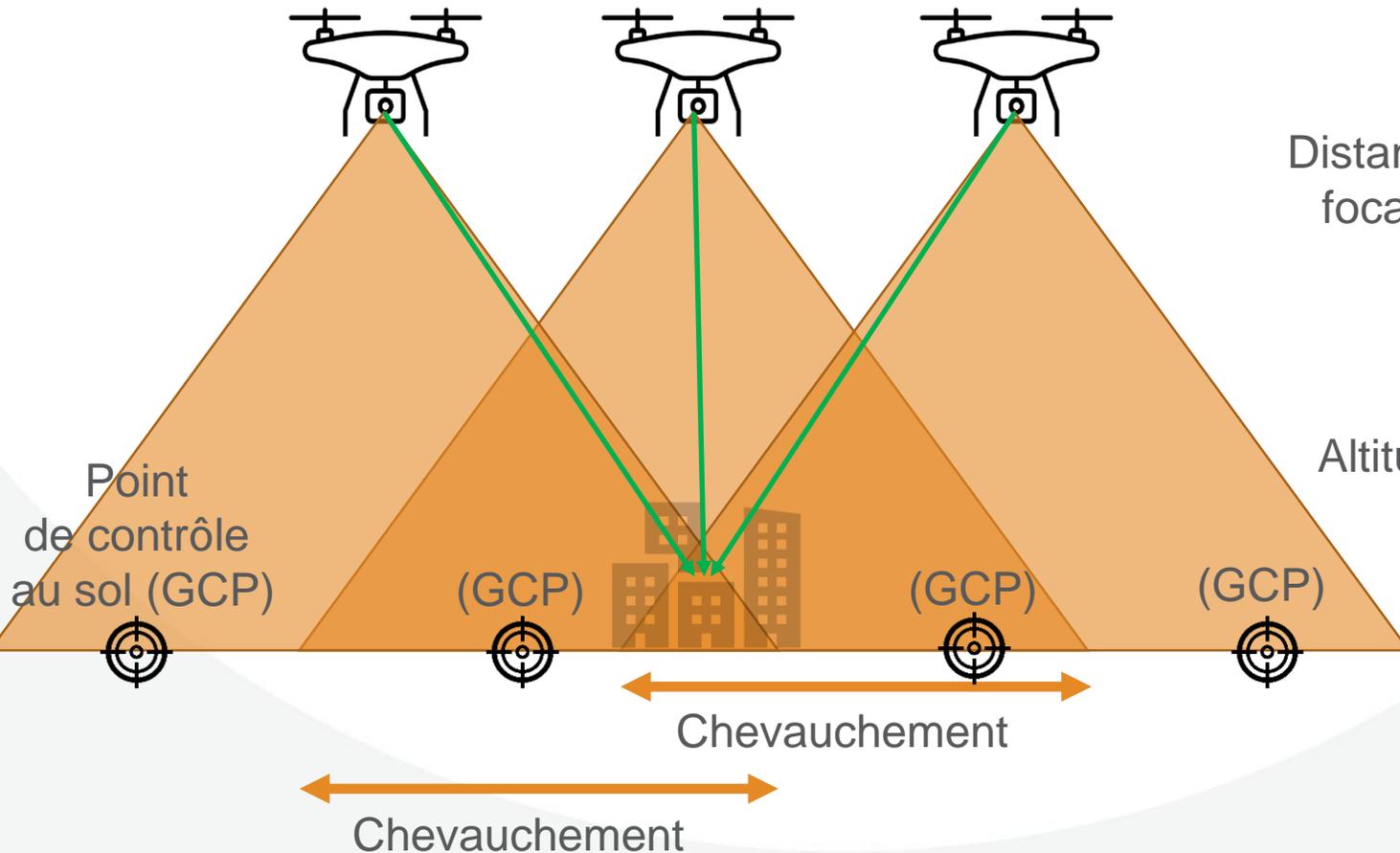
La photogrammétrie est la technique permettant de faire des mesures à partir de photographies

- Information 3D à partir de photographies (2D)
- Capture de photos avec chevauchement depuis plusieurs positions et plusieurs angles (parfois)
- Identification de pixels homologues entre photos
- Algorithme déterminant la position XYZ des pixels homologues (aérotriangulation, parallaxe, calibration de caméra, etc.)

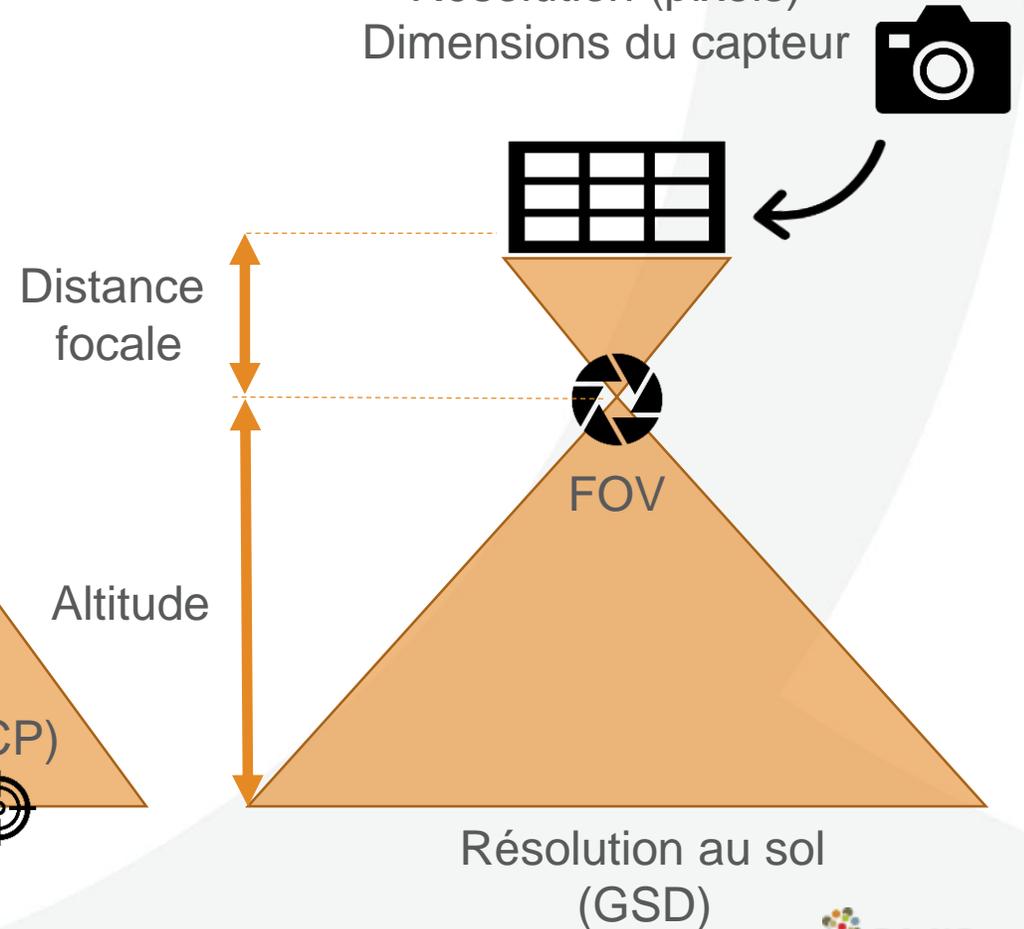


## Photogrammétrie – Concepts

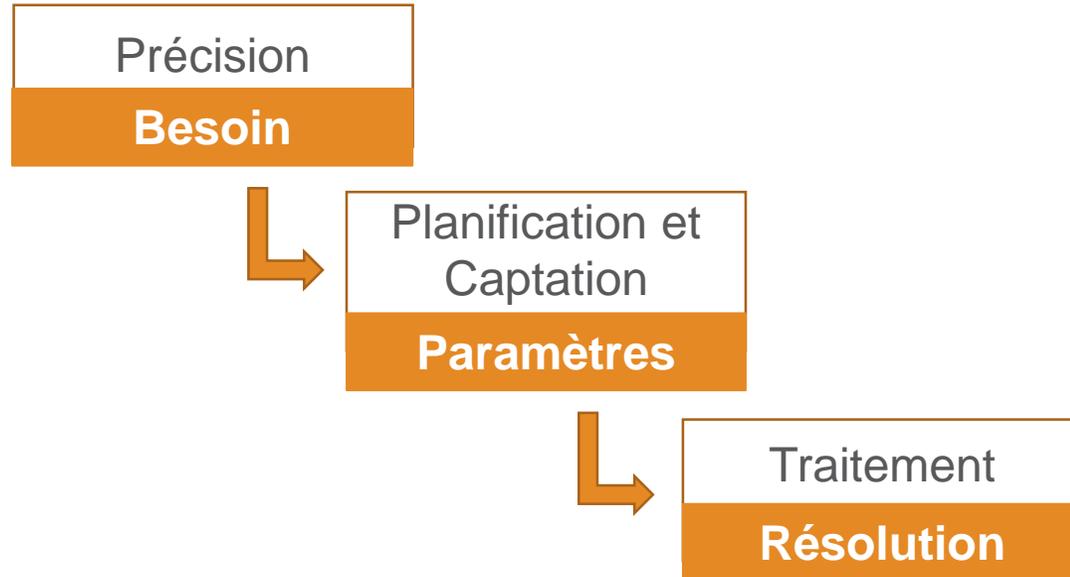
X, Y, Z et  $\Phi$ , K,  $\Omega$  du capteur photographique  
Avec RTK – Image Géotaguée avec précision



Résolution (pixels)  
Dimensions du capteur



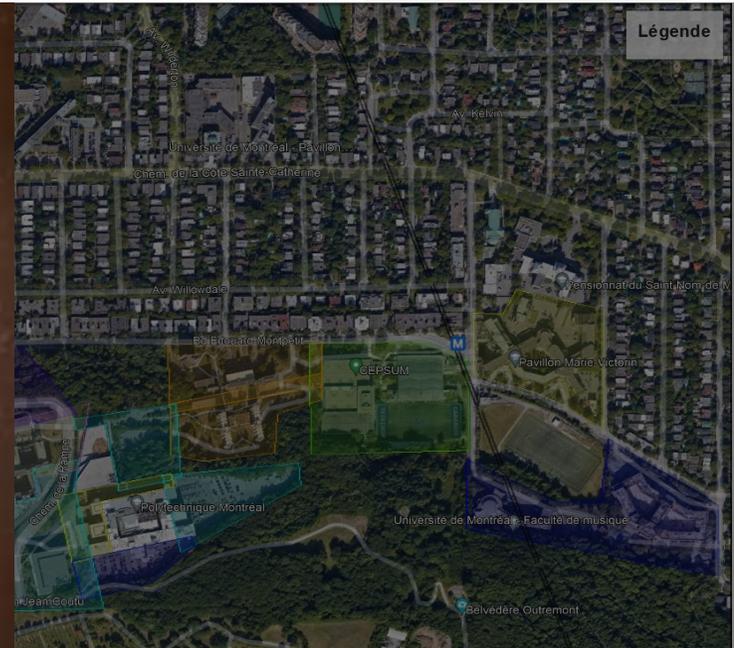
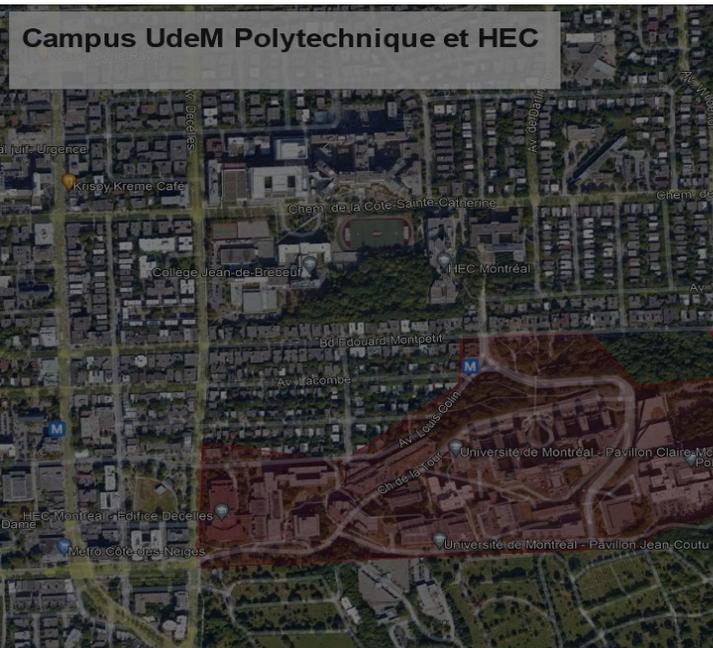
## Photogrammétrie – Planification et enjeux



Type de relevé	Précision XY usuelle
Arpentage au GPS	1-3 cm
Photogrammétrie par drone (RTK) et GCPs	2-5 cm



## Photogrammétrie – Planification et enjeux



- Espace aérien contrôlé de classe C → Nav Canada
- Rayon de 1 MN de l'héliport CSN2
- Vol à moins de 30 m des personnes
- Opération avancée
- Environ 50 ha à survoler
- Dénivellation importante
- Hauts Bâtiments (collision, visibilité, signaux)
- Découpage en plusieurs zones de captation

Analyse de risque – Communications – Autorisations

## Photogrammétrie – Opérations



- GCPs
- Station mobile RTK sur clou mesuré au GPS
- Attente de collecte des données GNSS jusqu'à l'obtention de sa position fixe

## Photogrammétrie – Opérations



- Drone avec module RTK au décollage
- Prêt au vol programmé avec correction de sa position en temps réel
- $\approx$  8-9 points de décollage pour sécurité et maintien des signaux
- Résolution 20 Mpx (2:3) – CMOS 1 po
- $>$  2200 photos  $\approx$  18 Go
- Altitude  $\approx$  50-70 m AGL
- GSD  $\approx$  2 cm/pixel
- 1 journée de GCPs - 2 jours et demi d'opération incluant coordination, mobilisation, préparation

# Photogrammétrie – Traitement de données

Orthomosaïque : Pavillons Lassonde – École Polytechnique de Montréal



- Production des orthomosaïques
- Validation du géoréférencement
- Contrôle qualité

## Vectorisation DAO et extraction des données

**EXTERNAL REFERENCES**

**File References**

Reference Name
SHE-00261005-MTLcentre_RG*
2021-05-19 Zone 10_transparent_mosaic_group1_1_1
2021-05-19 Zone 10_transparent_mosaic_group1_1_2
2021-05-19 Zone 10_transparent_mosaic_group1_1_3
2021-05-19 Zone 10_transparent_mosaic_group1_1_4
2021-05-19 Zone 10_transparent_mosaic_group1_1_5
2021-05-19 Zone 10_transparent_mosaic_group1_2_1
2021-05-19 Zone 10_transparent_mosaic_group1_2_2
2021-05-19 Zone 10_transparent_mosaic_group1_2_3
2021-05-19 Zone 10_transparent_mosaic_group1_2_4
2021-05-19 Zone 10_transparent_mosaic_group1_2_5
2021-05-19 Zone 10_transparent_mosaic_group1_3_1
2021-05-19 Zone 10_transparent_mosaic_group1_3_2
2021-05-19 Zone 10_transparent_mosaic_group1_3_3
2021-05-19 Zone 10_transparent_mosaic_group1_3_4
2021-05-19 Zone 10_transparent_mosaic_group1_3_5
2021-05-19 Zone 10_transparent_mosaic_group1_4_1
2021-05-19 Zone 10_transparent_mosaic_group1_4_2
2021-05-19 Zone 10_transparent_mosaic_group1_4_3

**Details**

Reference ...	2021-05-19 Zone 12_transparent_mosaic_group1_1_3
Status	Loaded
Size	32.2 Mo
Type	TIFF
Date	2021-05-25 23:57:50
Found At	C:\Users\lozano\Desktop\Colloque CERIU\Dossier technique Ude...
Saved Path	\\tiles\2021-05-19 Zone 12_transparent_mosaic_group1_1_3.tif
Color System	RGB
Color Depth	32
Pixel Width	5000
Pixel Height	5000
Resolution	None
Default Size	1.00 x 1.00 AutoCAD units

Command:  
\*\*\*\* No System Variable Changed \*\*\*\*  
Type a command

## Comparatif

	Arpentage au GPS	Photogrammétrie par drone	Commentaire
Précision	++	+	Précision du drone suffisant dans ce cas-ci Mesure directe vs algorithme de calcul à partir d'images
Vectorisation DAO	+++	+	GPS : DAO semi-automatique Photogrammétrie : DAO manuel sur orthomosaïque
Temps terrain	-	+++	≈ 13 jours contre 3,5 jours
Quantité de données	-	+++	Même données peuvent générer différents produits (MNT, MNS, nuage de points colorisé, etc.)
Temps traitement de données et DAO	+++	+	Traitement de données : 2 jours contre ≈ 4 jours*** DAO : 0,5 jours contre 3 jours
Données manquantes	-	++ / -	Limitation à ce que le drone peut relever

\*\*\* Temps pour obtenir les données traitées – Temps humain d'environ 8 heures au total

A woman in a grey blazer and blue jeans stands on the right side of a white brick wall, gesturing with her hands as if presenting. She is facing a group of people seated at tables on the left. The room has a large window on the left and a whiteboard on the wall behind the presenter. The overall atmosphere is professional and collaborative.

Colloque CERIU

# Questions + réponses

MERCI!  
Colloque CERIU

exp • com

Thibaud Lozano, ing.

[drone@exp.com](mailto:drone@exp.com)