

# SUPAIRVISION

## Optimisation de l'inspection des éoliennes

**Des solutions innovantes pour un  
avenir éolien plus sûr et rentable**



# Nos valeurs

Une collaboration au cœur de notre succès



Depuis 2017 l'**équipe est en croissance** de SupAirVision.  
Elle est actuellement composée de **25 personnes** fortement **engagées**.

Leaders en  
inspection  
éolienne

Solutions  
adaptées  
aux besoins

Equipe complémentaire stimulant à la fois la **croissance de l'entreprise** et le **développement de l'innovation**.

**40%**  
Employés  
R&D et Innovation

**40%**  
Employés  
Ventes et Marketing

# Nos principaux marchés

## Développement à l'international



# Notre vision

Comment répondre aux besoins des gestionnaires d'actifs ?

**Manque de visibilité** sur les besoins en maintenance de pale



**65%**

Des coûts de maintenance sont imprévus.

**30Md\$**

de dépenses OPEX liées à la maintenance prévues d'ici 2029 au niveau mondial.



La maintenance préventive est cruciale pour **maximiser la valeur des actifs**

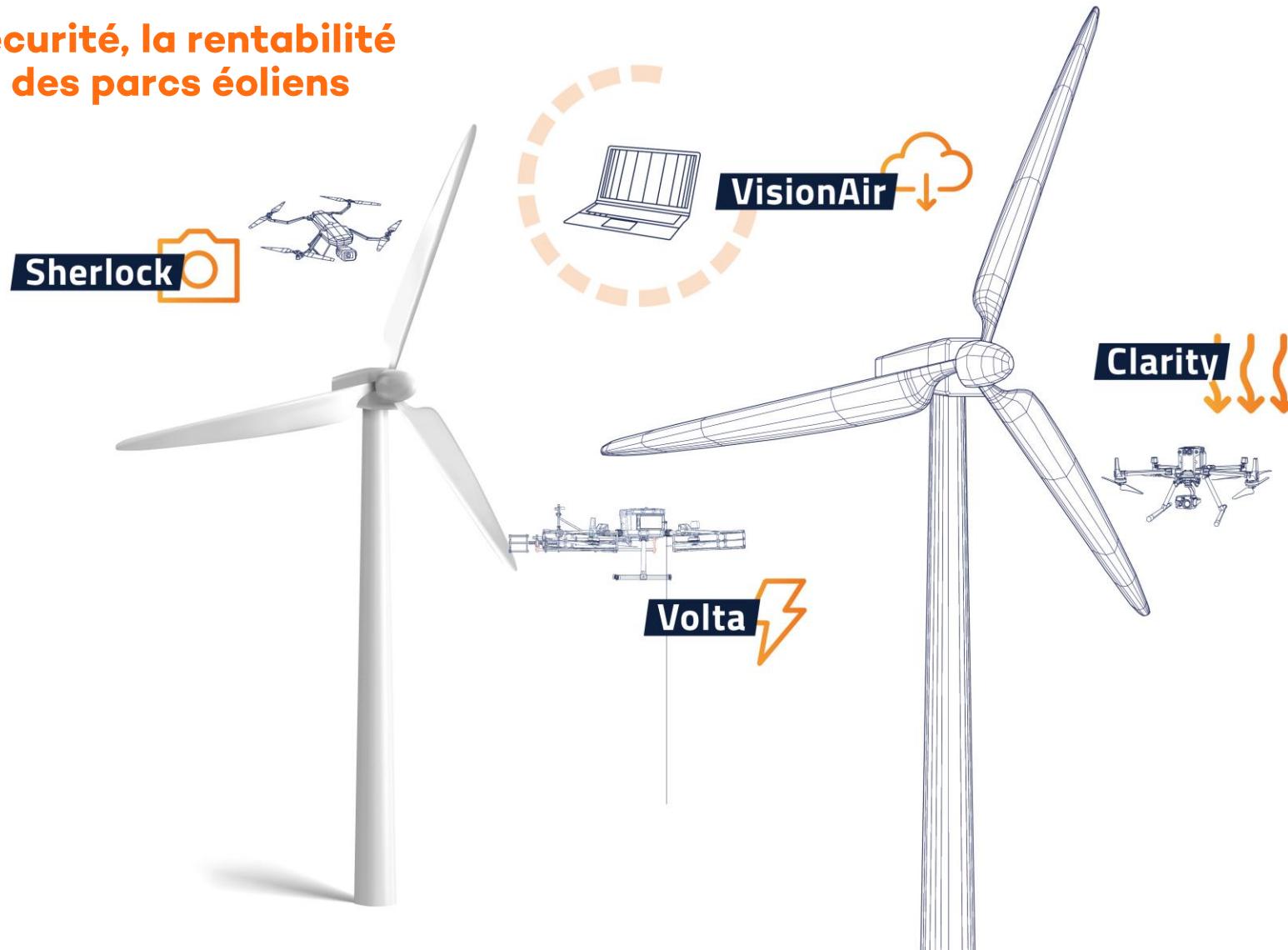
Le **marché évolue** et les prestations de services doivent s'adapter aux **nouveaux besoins des producteurs**



Les producteurs ont besoin de partenaires de maintenance de confiance pour maximiser la valeur de leurs actifs.

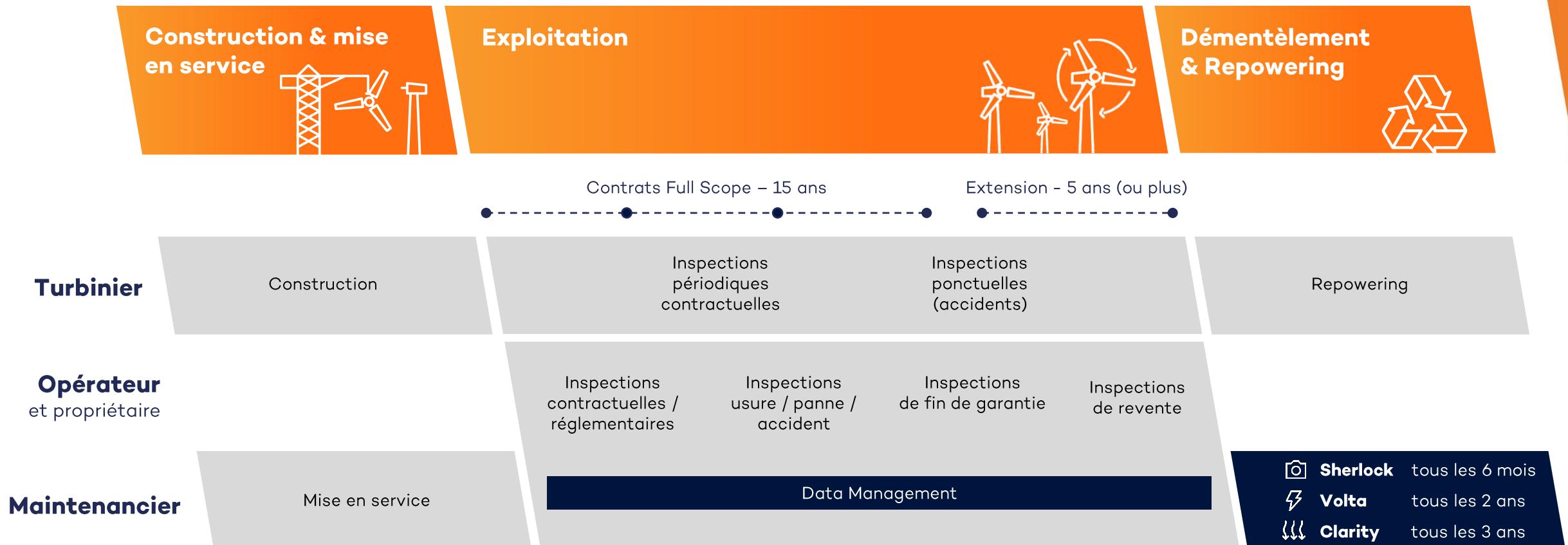
# Notre gamme

**Améliorer la sécurité, la rentabilité  
et la durabilité des parcs éoliens**



# Notre écosystème

Flexibilité selon vos processus et vos besoins



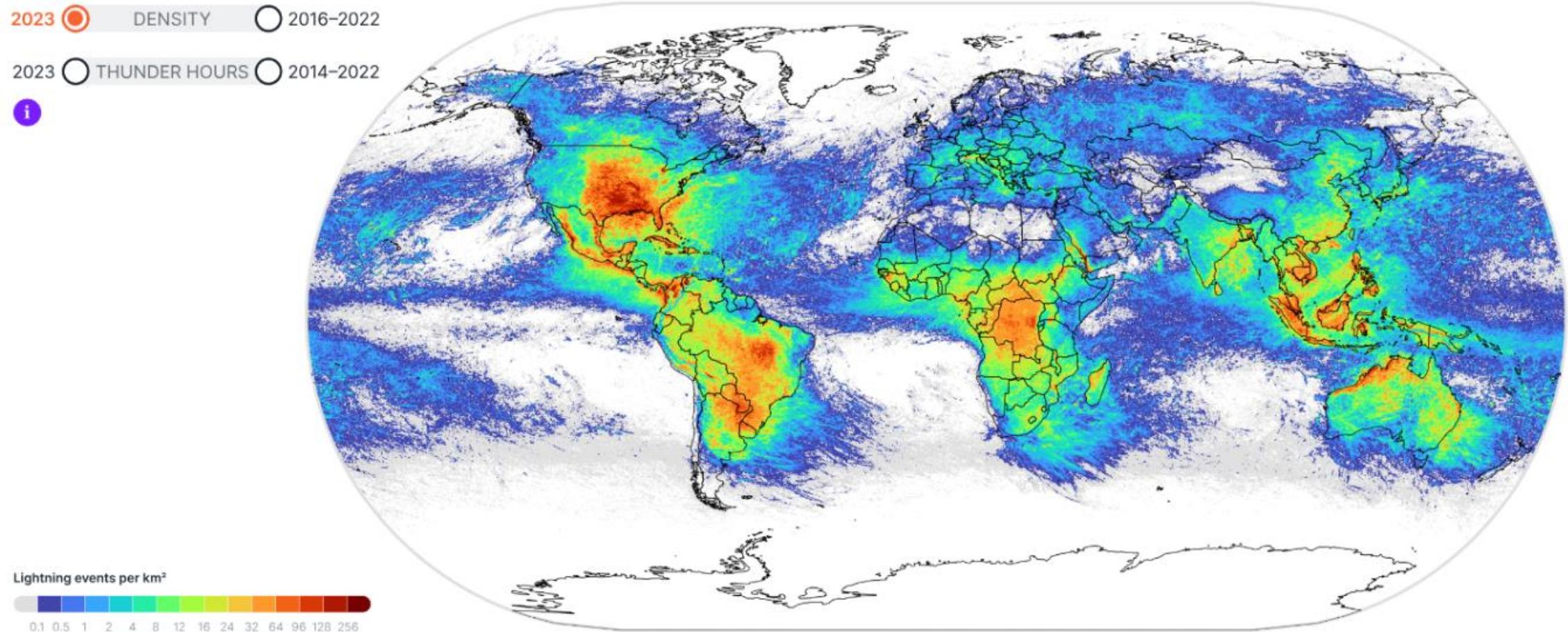
# Volta

Inspection du  
chemin de foudre

# 01



# La foudre dans le monde





# Détails techniques

## Qu'est-ce que le système de protection contre la foudre ?

La fonction du LPS externe est d'intercepter les coups de foudre directs, y compris ceux impactant la tour de l'éolienne, et de rediriger ce courant de foudre du point d'impact vers la terre.

## Le chemin de foudre est composé de :

- un **câble haute tension**
- un **réseau de récepteurs** (1 à 14 récepteurs par pale)
- un réseau de **câbles conducteurs** pour rediriger l'énergie de la foudre vers la terre
- un réseau de **prises de terre**
- un dispositif de **protection contre les surtensions**





Breveté

# Volta ⚡

## Diagnostic de l'état du LPS

- Mesure de **résistivité** (circuit fermé)
- Mesure fiable et précise
- Prise des mesures en toute sécurité
- Inspection **en 30min** / éolienne (en moyenne)
- Inspections réalisées sur plus de **50 modèles WTG**



x8

8 fois plus rapide que des  
techniciens cordistes pour  
l'inspection du LPS

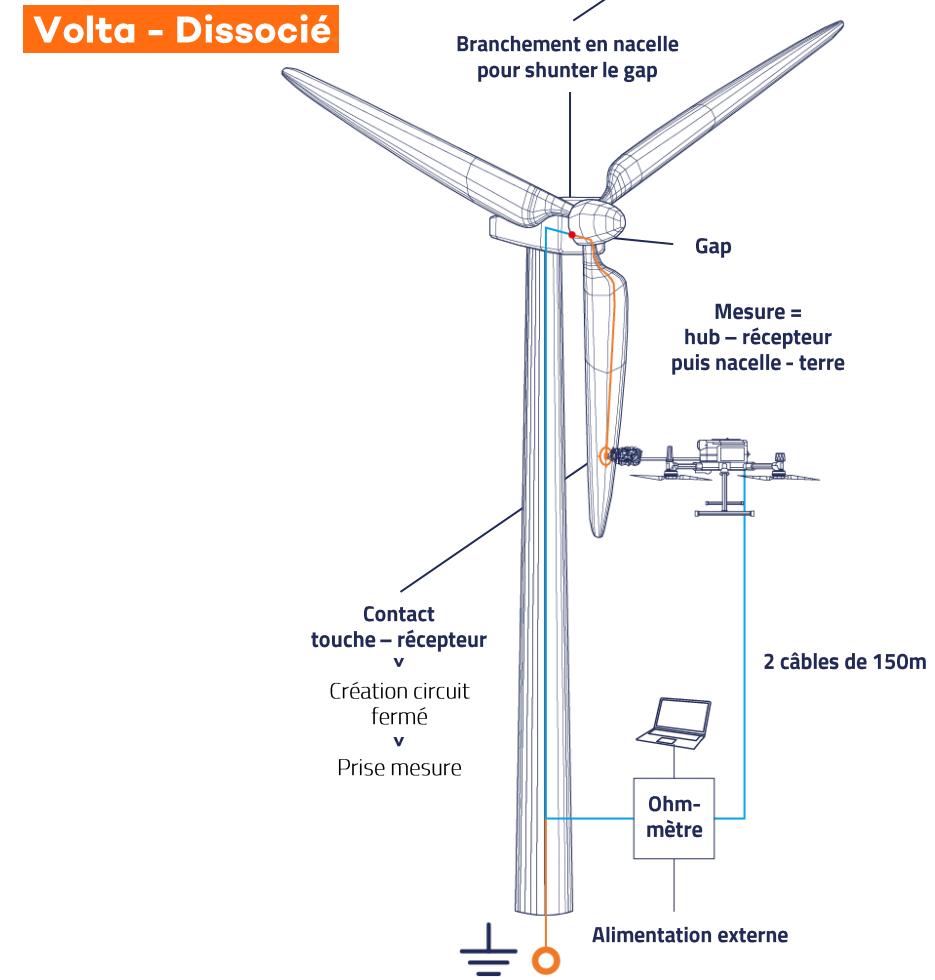
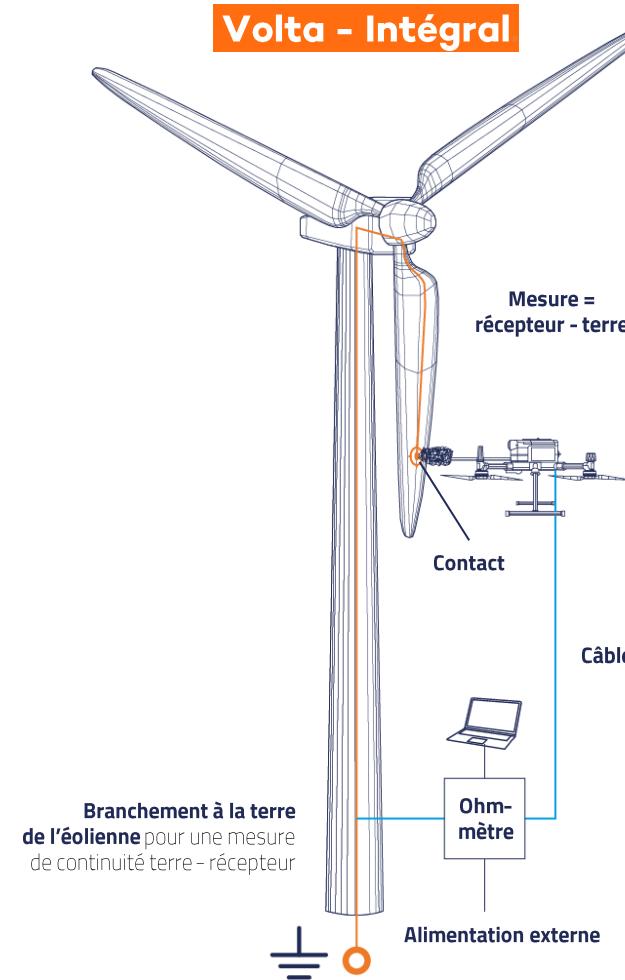


0.1 Ω

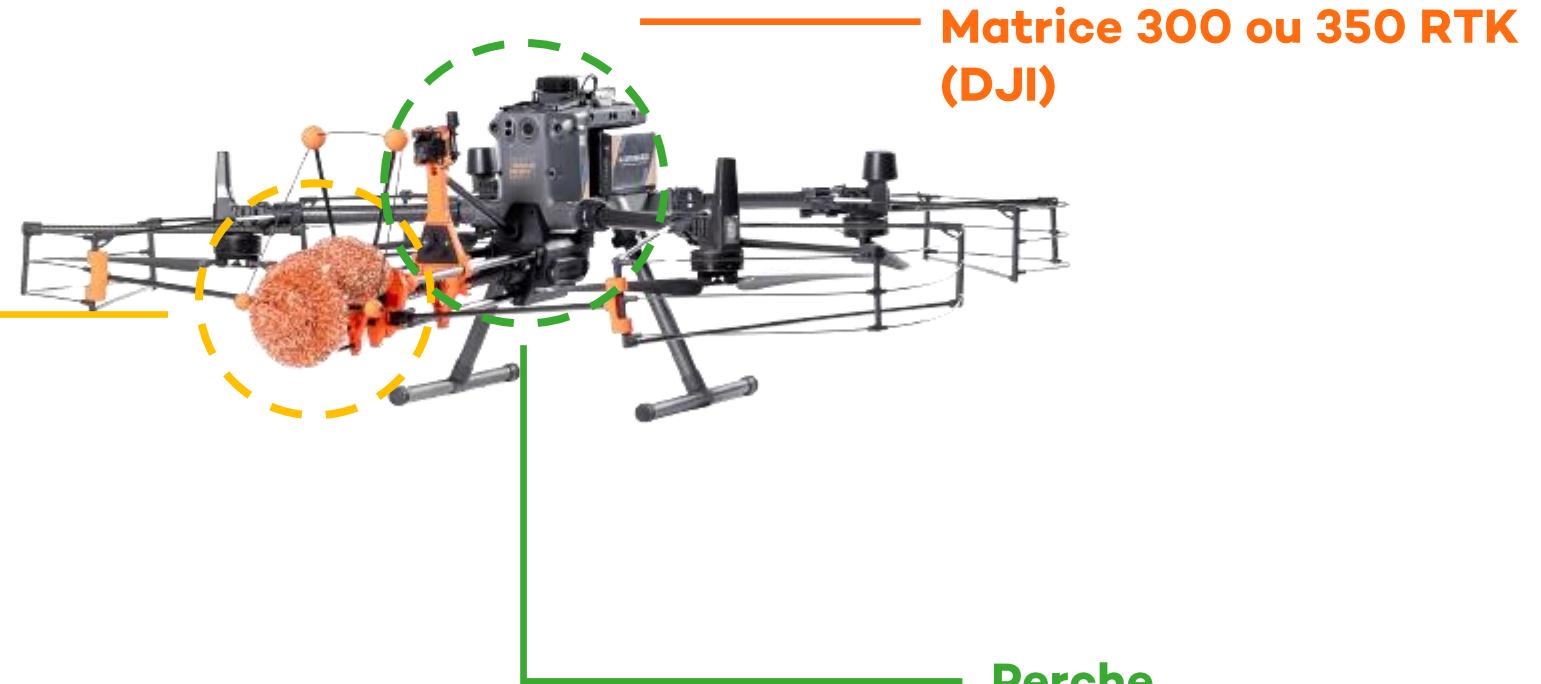
Précision de mesure

# Protocoles Volta

## Schématisation du protocole de mesure et matériel



# Hardware Volta



**Capteur de contact** du système Volta.  
La **maille de cuivre** est reliée au câble  
de mesure (et par extension  
au ohmmètre)



## Station Sol

**Cockpit** qui embarque le ohmmètre,  
les treuils de câbles, les logiciels  
de gestion et les accessoires

Permet la **connexion entre la Touche**  
**et la Station Sol**.  
Embarque également les capteurs  
nécessaires au pilotage.

# Caractéristiques

## Spécificités techniques



Jusqu'à **10 mesures** par récepteur d'une **précision de 0,1 ohm**

### Précision & Fiabilité



Durée d'inspection :  
**Volta – Intégral : 30 min**  
**Volta – Dissocié : 45min-1h**

### Efficacité & Rapidité



Rapports avec **mesure, image et sévérité** de tous les récepteurs

### Pertinence des Données



« Optez pour Volta et sécurisez l'avenir de vos éoliennes. »

# Sherlock

Inspection des  
pales et des tours

02



# L'essence de Sherlock

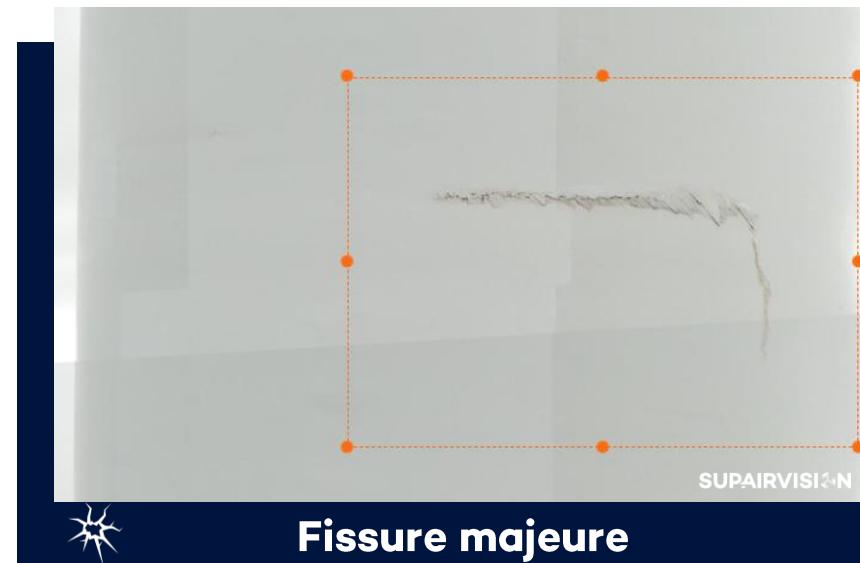
Des images qui révèlent tout



⚠ Dommage sur le TE



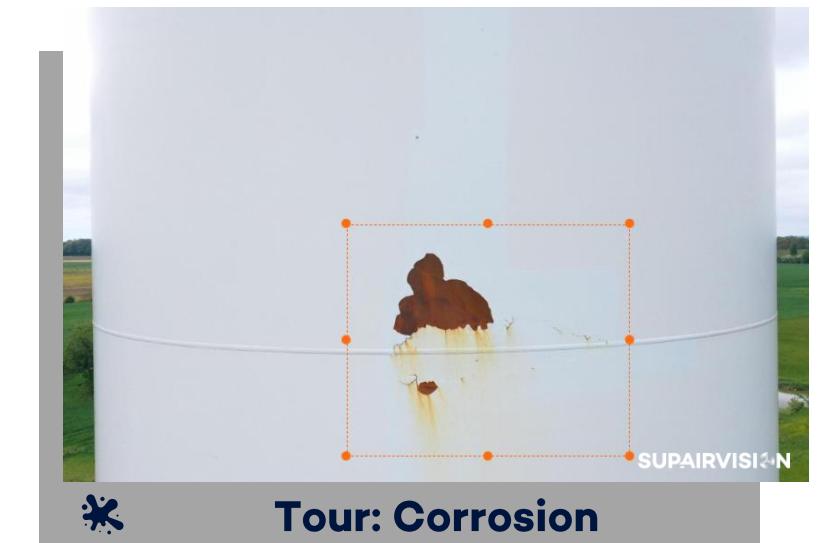
↔ Désalignement



Fissure majeure



⚡ Dommage sur le LPS



Tour: Corrosion

# Sherlock



## Détection des défauts de surface par drone



### SHERLOCK PLUS

- Qualité d'image : **45 Mpx**
- Matériel : **Matrice 300 avec P1** (DJI)
- Inspection des **4 côtés** de pale
- **45 minutes/éolienne**
- Vol **manuel** disponible
- Inspection poussée



Taille réelle



Zoom 100%

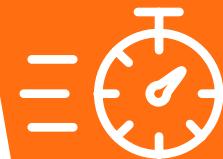
# Caractéristiques

## Spécificités techniques



Résolution des photos  
standard et HD  
Inspection des **4 faces de la pale.**

**Précision &  
Fiabilité**



Durée d'inspection :  
**Sherlock Plus : 45 min**

**Efficacité & Rapidité**



**Assemblage d'images**  
Défauts annotés par un expert  
**Suivis des défauts** dans le temps

**Qualité des  
Données**

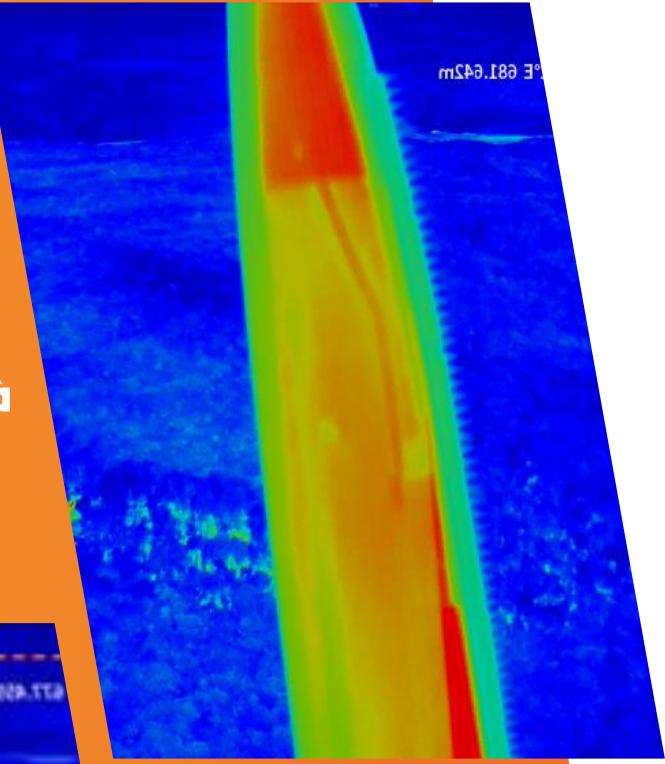
**« Sherlock, votre partenaire pour des  
inspections éoliennes de qualité supérieure. »**

# Clarity

Inspection de  
la structure interne

03





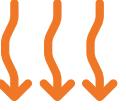
25%

coûts O&M liés à  
la maintenance  
des pales

1mm

précision pour  
détecter les  
défauts les plus  
fins

# Clarity



Anticipez et maîtrisez l'évolution des défauts structuraux des pales

## Détection Précise et Préventive

- 20 à 25% du LCOE\* = coûts de maintenance (O&M)
- détecter les défauts sous-structuraux invisibles dans le spectre visible
- idéal pour la **fin de garantie**

## Intégrité et durabilité des pales

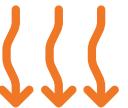
- **contraintes mécaniques cycliques continues** : chaque défaut structurel accentue ces contraintes
- **agir tôt** : planifiez des réparations précoces

## Innovation exclusive

prolongation de la durée de vie des pales grâce à une **planification préventive approfondie** et une **technologie de pointe**

\* LCOE =  $\frac{\text{Somme des coûts sur la durée de vie}}{\text{Somme de l'énergie produite sur la durée de vie}}$

# Clarity



Diagnostique de l'état interne des pales



## Clarity Passif

- Tout d'abord, la pale est **exposée au soleil** pendant 10 minutes, ce qui lui permet de **chauffer**.
- Ensuite, un drone équipé d'une **caméra thermique** capture des **images de la structure de la pale**.
- Ces images sont analysées pour **identifier et localiser** d'éventuelles anomalies dans la structure.



Délamination  
Ondulation  
Infiltration d'eau

Zone sèche  
Colle  
Rupture de LPS



## Clarity Actif



Breveté

Ce processus est **complémentaire** à Clarity Passif :

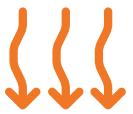
- une fois les anomalies localisées, une autre inspection thermographique est réalisée, mais cette **fois au sol (ou sur nacelle)** et à l'aide d'un **laser** pour chauffer la pale.
- Cela permet une **qualification localisée plus précise** des défauts (profondeur et nombre de couches affectées)



÷ 4

Le coût de réparation d'un défaut est divisé par 4 lorsqu'il a été correctement identifié et qualifié.

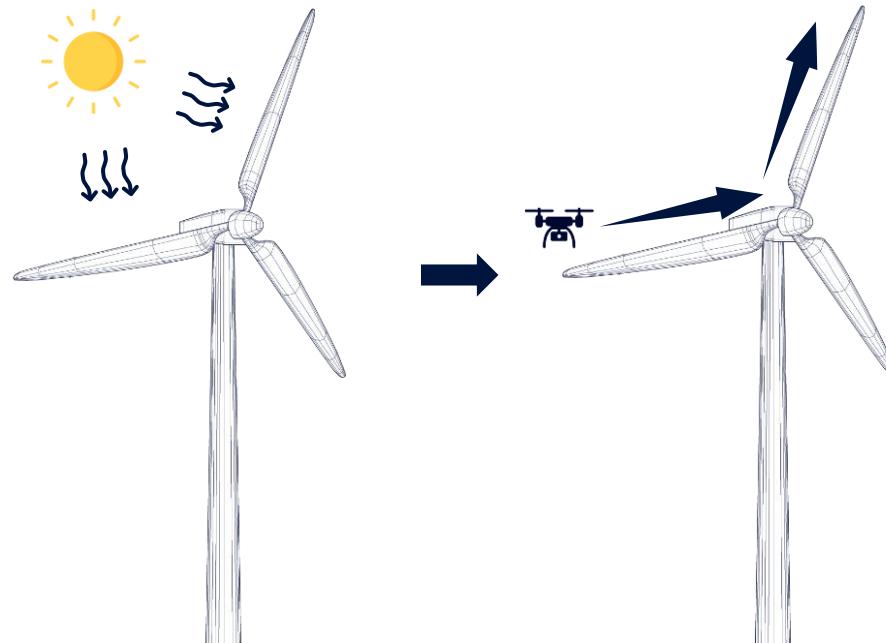
# Clarity



Protocoles d'inspection



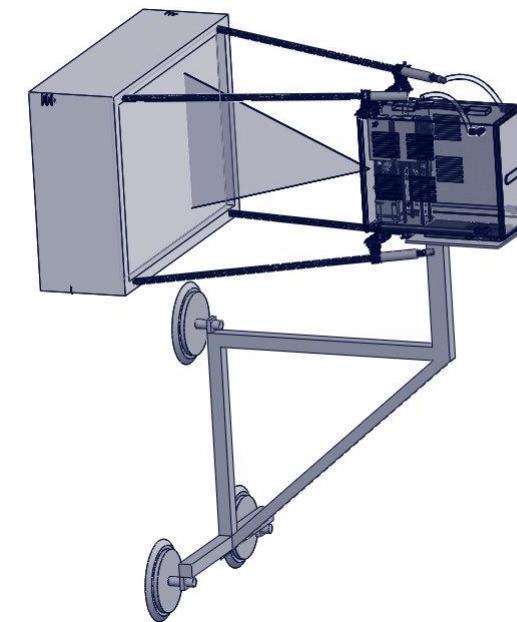
## Clarity Passif



## Clarity Actif



Breveté



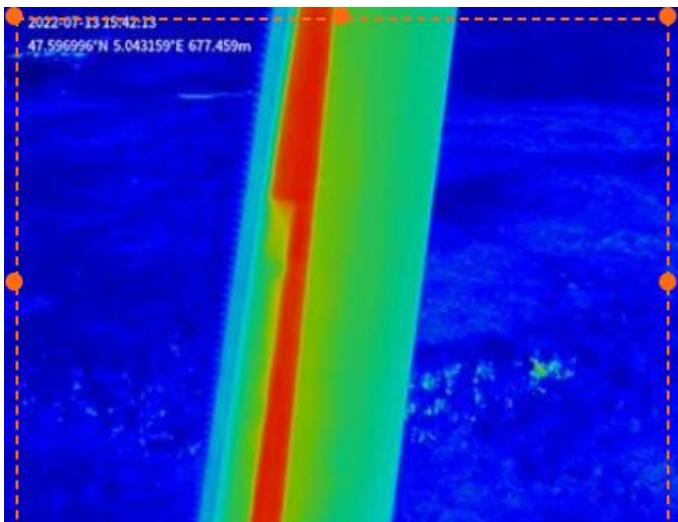
# Clarity ↴

## Défauts de liaison (bonding defect)

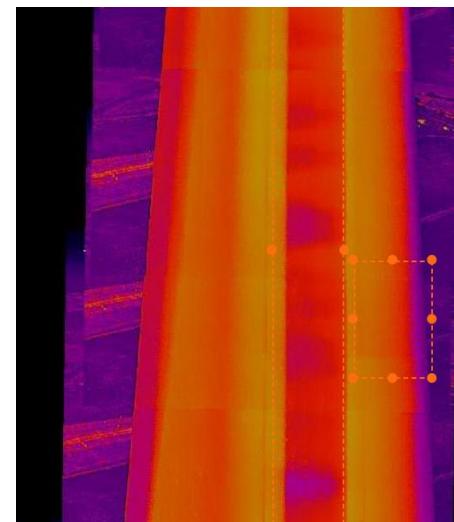


### Décollement :

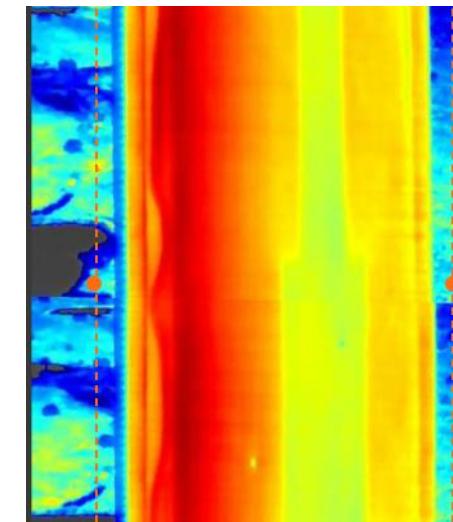
Se produit lorsque le renfort (ou "shear web"), se détache (au niveau des coques par exemple). Ce décollement peut être dû à une adhésion insuffisante lors de la fabrication ou à une dégradation progressive sous des charges mécaniques répétées.



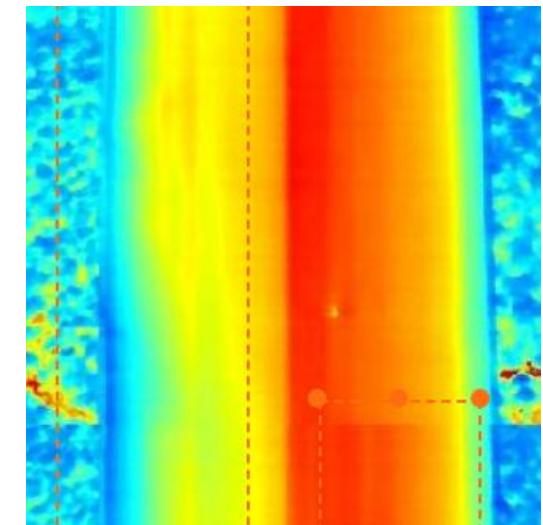
**Décollement du renfort**  
affaiblit la structure interne



**Mauvaise adhésion du renfort**  
perte de cohésion structurelle

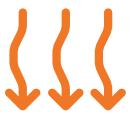


**Déformation du collage du TE**  
déséquilibres aérodynamiques



**Mauvais collage de la protection du LE**  
accélération de l'endommagement

# Clarity



## Défauts de stratification (laminate defect)

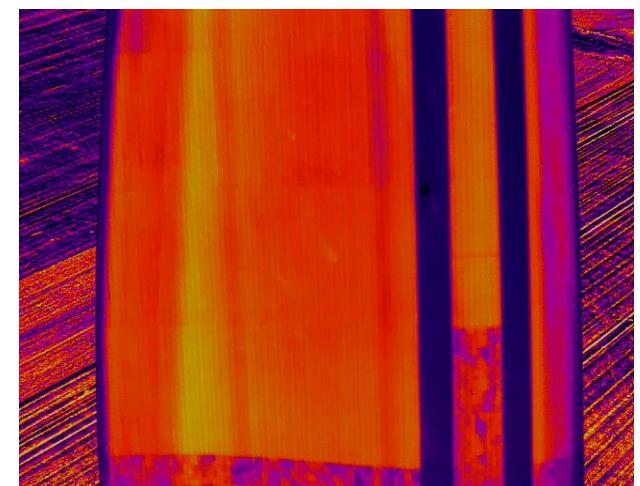
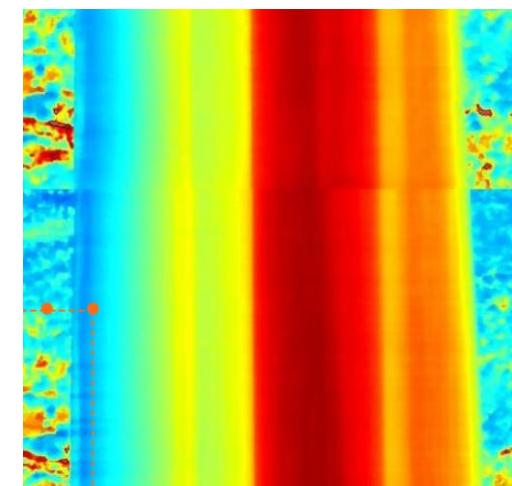
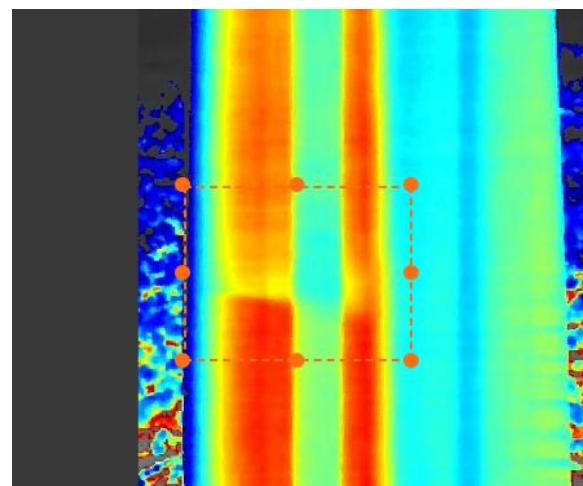
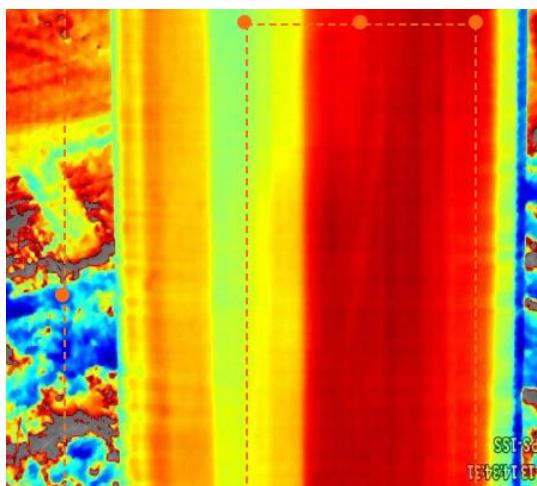


### Ondulation :

présence de plis ou de vagues dans les couches de matériau composite

### Délamination :

séparation des couches de matériau composite



### Ondulation en croix

points de faiblesse  
dans la structure

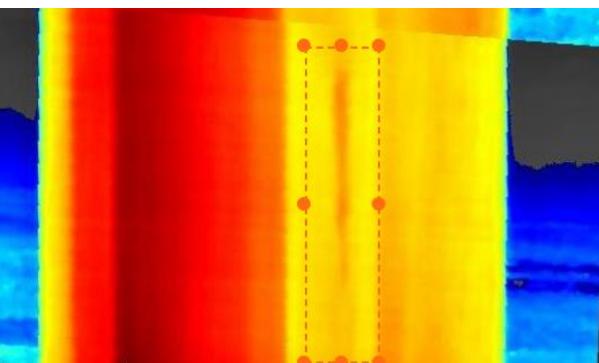
**Ondulations**  
mauvaise distribution  
des forces

**Ondulations  
horizontales**  
affaiblit la résistance  
mécanique

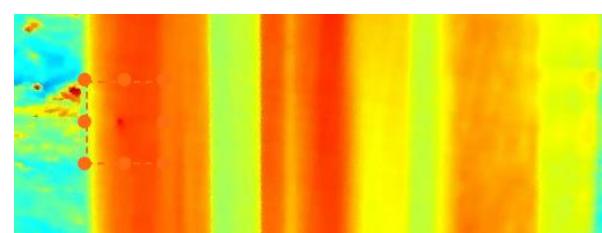
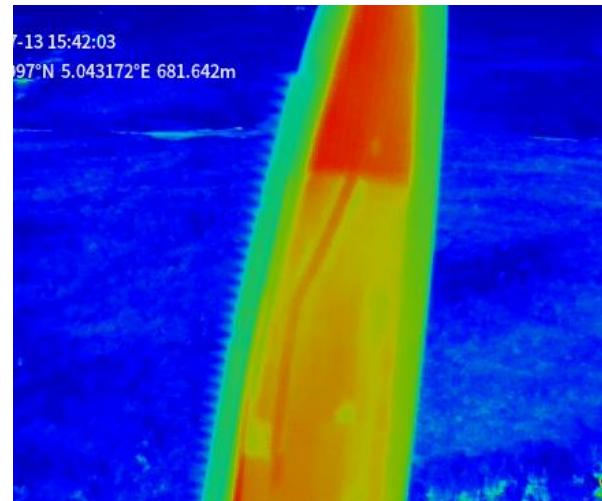
**Délamination**  
défaillance structurelle  
critique

# Clarity

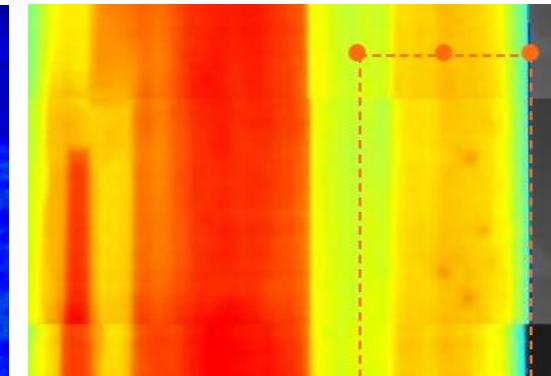
Dommages divers



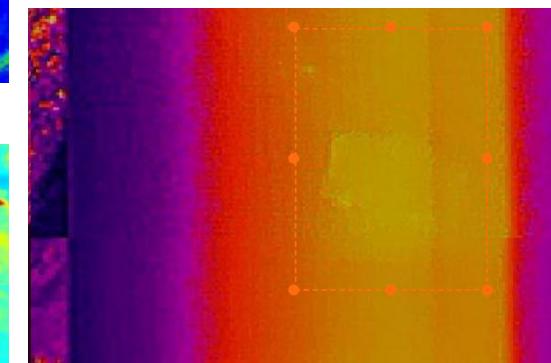
**Fissures**  
rupture complète de  
la pale possible



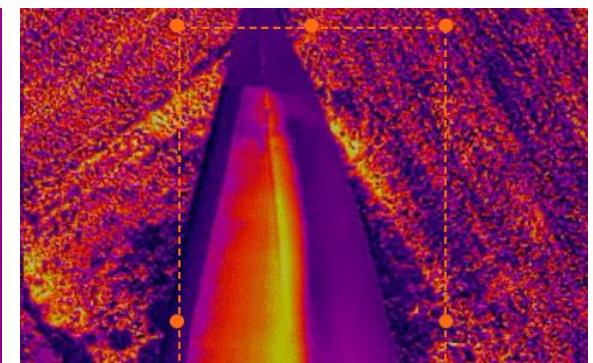
**Foudre et  
LPS**  
endommage les fibres  
et le revêtement



**Vide dans  
le coating**  
compromet la  
protection de la pale



**Réparation de  
mauvaise qualité**  
laisse la pale  
vulnérable



**Séparation des fibres**  
défaillance structurelle  
critique

# Caractéristiques

## Spécificités techniques



Détection d'anomalies internes à la structure

Anticipation des réparations



Nombreux défauts détectables  
délaminage, décollement,  
infiltration d'eau, etc.

Précision & Fiabilité



Deux produits combinés :  
**Clarity Passif** : détection  
**Clarity Actif** : caractérisation

Adaptabilité aux besoins

« Prévenir plutôt que guérir :  
**Clarity, l'assurance d'une énergie éolienne fiable.** »

# VisionAir

Solution SaaS  
de gestion des actifs

04





# VisionAir

## Annotations et gestion centrale des défauts

- **Tous les résultats** de l'inspection sur le terrain sont traités dans VisionAir.
- Des algorithmes alimentés par **l'IA** sont utilisés pour **traiter les images des pales** et **les annoter** (avec validation par un expert)
- Les rapports d'inspection sont **automatiquement générés** par le client et sont **personnalisables**.
- VisionAir aide à **optimiser et à gérer le calendrier général de maintenance**.

x2

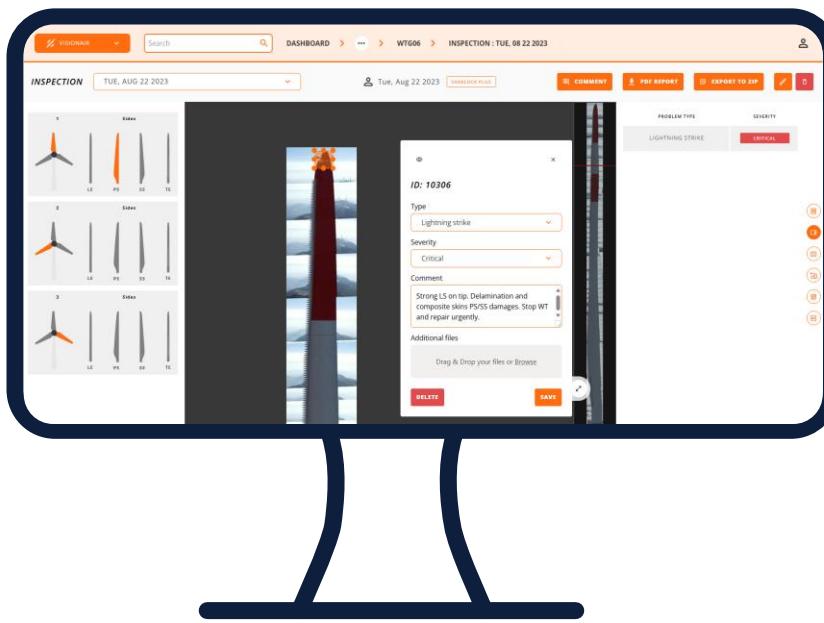
Les images des pales  
sont traitées 2x plus  
vite que les  
méthodes  
traditionnelles



Gestion et planification  
de la maintenance

# Interface Sherlock

Assemblage des données, Annotation, Rapport



Assemblage des images  
des pales et des tours des éoliennes

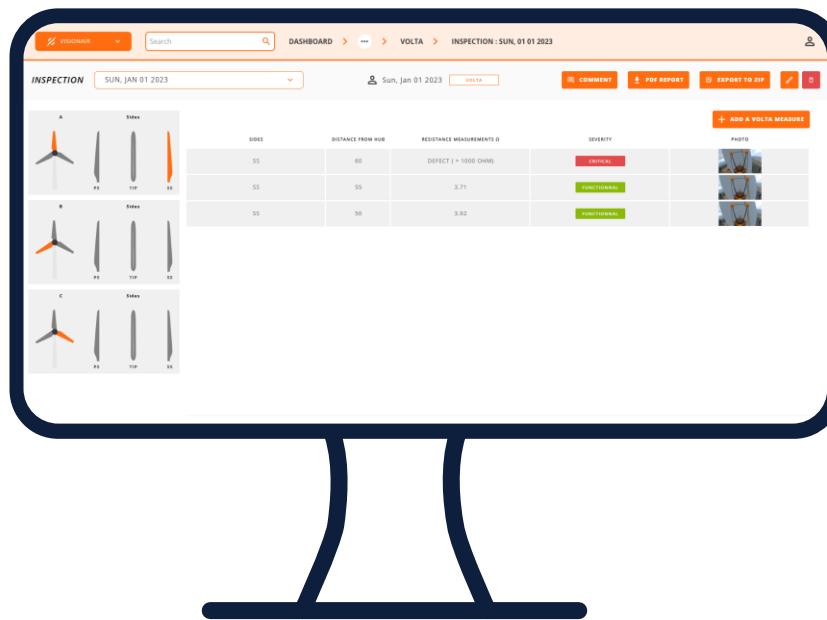
Rapport PDF  
personnalisé



Suivi de l'évolution  
des défauts  
dans le temps

# Interface Volta

## Mesure, Image et Rapport



**Visualisation des images**  
de chaque récepteur



**Annex**

**Categorization**

The following nomenclature is used to describe the level of severity of the defects. The degree of defect severity and associated recommendation are given based on experience and expertise of blade technician. SupAirVision cannot be held responsible for the evaluation of the blade condition after the inspection.

CATEGORY	LEVEL	DESCRIPTION	ACTION
1	0.00 - 50	Functional lightning path.	No action.
2	50 - 1000	Lightning path with a slight deviation.	Check at next maintenance, no action recommended.
3	1000 - 5000	Lightning path with a strong deviation.	Check at next maintenance, no action recommended.
4	5000 - 10000	Lightning path with a critical deviation.	Repair at next maintenance, no action recommended.
5	> 10000   defect	Non-functional lightning path.	Repair at next maintenance, no action recommended.

The different thresholds were defined according to our measurement accuracy (0.1Ω), our expertise (10000) and external recommendations (SG 1500 and 5000).

The cause of a deviation or a break in the circuit can be multiple: lightning, impact degradation of the rotating contact, corrosion at the level of the connections of the receptor, aging of the circuit, mechanical backlash at the level of the fixing collars, etc.

**Abbreviations**

- LPS: Lightning Protection System
- SS: Suction Side
- PS: Pressure Side

**Lightning Protection System Test ID 2**

Side: Tip  
Hub distance: 60m  
Date: 2023-01-01  
Measured Value(Ω): 3.1

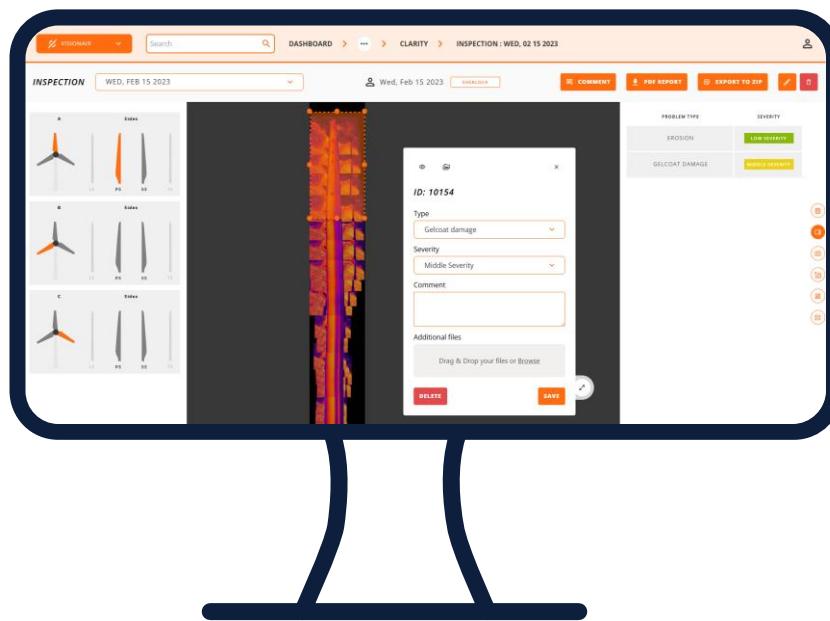
**Lightning Protection System Test ID 18**

Side: A1  
Hub distance: 55  
Date: 2023-01-01  
Measured Value(Ω): Defect(> 150)

**Rapport PDF**  
personnalisé

# Interface Clarity Passif

## Assemblage des données, Annotation, Rapport



**Assemblage des images**  
des pales et des tours des éoliennes



**Rapport PDF**  
personnalisé

**Suivi de l'évolution des défauts**  
dans le temps

Une offre  
qui s'adapte  
à votre besoin

05



# Nos business modèles

## Découvrez nos offres

1

### Full service

Tous les processus, de l'inspection sur le terrain à la génération des rapports, sont **réalisés par les employés de SupAirVision.**

2

### Location

Le **matériel est loué** pour effectuer les **inspections en autonomie**. L'analyse et les rapports sont toujours réalisés par SupAirVision. Notre **centre de formation** s'occupe de la formation des pilotes et des techniciens.



Sherlock  
(gamme)



Volta



Clarity  
(gamme)



Volta

# Etude de cas

**Client et partenaire R&D depuis 2017**, Engie Green France utilise nos solutions **Volta**, **Clarity Passif** et **Clarity Actif**.



## Problème

« Environ 2 % de notre parc est endommagé par la foudre chaque année. [...] La quasi-totalité des détériorations, pour ne pas dire la totalité, concerne les pales. »

(Jérémy Hellot, Engie Green)

Coûts de réparation :  
**10 000 € à 200 000 €**



## Solution

Nous avons développé les premières versions de Volta avec Engie Green, qui nous a grandement aidés dans nos tests et l'amélioration de notre système.



## Résultat

Engie Green France réalise des inspections Volta tous les 5 ans sur leurs éoliennes (**200 turbines inspectées chaque année**) afin de les protéger et ainsi réduire les coûts de maintenance.

# Nos partenaires



**OSTWIND**



**bpifrance**



# Merci !

« **SupAirVision** innove sur le drone, les capteurs et les données,  
avec plusieurs développements et travaux de R&D en cours.

***Ensemble, innovons dans la maintenance et le suivi des pales !*** »



# Volta

**SUPAIRVISION**  
WIND TURBINE SERVICES BY DRONE

**VOLTA**  
LIGHTNING PROTECTION SYSTEM  
CONDUCTIVITY TEST

**Wind Farm |** Demo Wind Farm, Troyes

**Wind Turbine |** Volta

**Inspection Date |** 2023-01-01

**Generation Date |** 2024-04-05

Privacy | Restricted C2      SUPAIRVISION.COM

## Annex

### Categorization

The following nomenclature is used to describe the level of severity of the defects. The degree of defect severity and associated recommendation are given based on experience and expertise of blade technician. SupAirVision cannot be held responsible for the evolution of the blade condition after the inspection.

CATEGORY	LEVEL	DESCRIPTION	ACTION
1	Functional	0.1Ω - 5Ω	Functional lightning path.
2	Low Severity	5Ω - 150Ω	Lightning path with a slight deviation.
3	Middle Severity	150Ω - 500Ω	Lightning path with a strong deviation.
4	High Severity	500Ω - 1000Ω	Lightning path with a critical deviation.
5	Critical	> 1000Ω   Defect	Non-functional lightning path.

The different thresholds were defined according to our measurement accuracy (0.1Ω), our expertise (1000Ω) and external recommendations (5Ω, 150Ω and 500Ω).

The causes of a deviation or a break in the circuit can be multiple: lightning impact, degradation of the rotating contact, corrosion at the level of the connections of the receptor, ageing of the circuit, mechanical backlash at the level of the fixing collars, etc.

### Abbreviations

LPS	Lightning Protection System
SS	Suction Side
PS	Pressure Side

Volta 30-08-2024

**SUMMARY**

**Blade : A**

**Blade Information**

Name	A
Model	Turbine
Blade Height	65

**Lightning Protection System Test ID 2**

**Middle Severity**

Side	TIP
Hub distance	65m
Date	2023-01-01
Measured Value(Ω)	5.1

**Lightning Protection System Test ID 18**

**Critical**

Side	SS
Hub distance	60m
Date	2023-01-01
Measured Value(Ω)	Defect (> 150)

Volta 01-01-2023

Volta 01-01-2023

Volta 01-01-2023

# Sherlock Plus



Wind Farm | Zonguldak, Geyve (Turquie)

Wind Turbine | WTG06

Inspection Date | 2023-08-22

Generation Date | 2024-03-27

Privacy | Restricted C2

SUPAIRVISION.COM

## Annex

### Categorization

The following nomenclature is used to describe the level of severity of the defects. The degree of defect severity and associated recommendation are given based on experience and expertise of blade technician. SupAirVision cannot be held responsible for the evolution of the blade condition after the inspection.

CATEGORY	LEVEL	DESCRIPTION	ACTION
1	Cosmetic	No intervention required.	No repair required. No monitoring.
2	Low Severity	Interventions is done only if there are other damages on the blade.	Repair within 12 months. No monitoring.
3	Middle Severity	Interventions is done during planned inspection of the wind turbine or before icing conditions.	Repair within 6 months. Monitor every 3 months.
4	High Severity	Blade must be repaired within 3 months or during next planned wind turbine inspection, whichever occurs first.	Repair within 3 months. Monitor monthly.
5	Critical	Immediate intervention required to prevent potential damage to blades, wind turbine or surrounding area.	Turbine should stop immediately. Immediate repair.

### Abbreviations

N	North	SS	Suction Side
ENE	East North-East	LE	Leading Edge
ESE	East South-East	PS	Pressure Side
S	South	TE	Trailing Edge
WSW	West South-West		
NNW	West North-North		

Sherlock22-08-2023

1

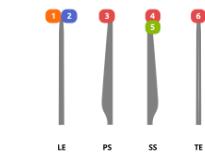
SUMMARY

4

## Blade : 1

### Blade Information

Name: 1  
Manufacturer: General Electric  
Model: GE158  
Blade Height: 79



ID	Side(s)	Severity	Hub distance	Type	Page
6	TE	Critical	78 m	TE damage	9
4	SS	Critical	78 m	LPS damage	10
3	PS	Critical	78 m	Lightning strike	12
1	LE	High Severity	78 m	Crack	13
2	LE	Information	78 m	Erosion	14
5	SS	Low Severity	70 m	Other	11

Sherlock22-08-2023

1

SUMMARY

8

### Annotation ID 4

Critical	SS	Side	Blade Side SS
		Hub distance	78.94m
		Type	LPS damage
		Size (WxH)	0.4m x 0.41m
		Date	2023-08-22
		Reporter	Fabien Baumann (Supairvision)

Comments: See comments on SS.



Sherlock22-08-2023

1

SUMMARY

10

# Clarity Passif

**SUPAIRVISION**  
WIND TURBINE SERVICES BY DRONE

**CLARITY PASSIF**  
Inspection Thermique

**Parc |** Parc du Grand Troyes,  
Troyes (10)

**Éolienne |** Wind turbine n°1

**Date d'Inspection |** 26-07-2024

**Date de génération |** 12-08-2024

Confidentialité | Restraint C2      SUPAIRVISION.COM

**Annex**

**Categorization**

The following nomenclature is used to describe the level of severity of the defects. The degree of defect severity and associated recommendation are given based on experience and expertise of blade technician. SupAirVision cannot be held responsible for the evolution of the blade condition after the inspection.

CATEGORY	LEVEL	DESCRIPTION	ACTION
1	Cosmetic	No intervention required.	No repair required. No monitoring.
2	Low Severity	Interventions is done only if there are other damages on the blade.	Repair within 12 months. No monitoring.
3	Middle Severity	Interventions is done during planned inspection of the wind turbine or before icing conditions.	Repair within 6 months. Monitor every 3 months.
4	High Severity	Blade must be repaired within 3 months or during next planned wind turbine inspection, which never occurs first.	Repair within 3 months. Monitor monthly.
5	Critical	Immediate intervention required to prevent further damage to blade, wind turbine or surrounding area.	Turbine should be stopped. Immediate repair.

**Abbreviations**

	N	North	SS	Suction Side
ENE	East North-East	LE	Leading Edge	
ESE	East South-East	PS	Pressure Side	
S	South	TE	Trailing Edge	
WSW	West South-West			
WNW	West North-West			

**Blade : A**

**Blade Information**

Name	A
Model	Blade
Blade Height	65
PS	SS

**Annotation ID 5**

**Middle Severity**

Side: Blade Side SS  
Hub distance: 64.8m  
Type: Gelcoat damage  
Size (WxH): 4.82m x 7.73m  
Date: 2023-02-15  
Reporter: Mouhamadou Ndiaye (TestCompany)

ss Additional files: [Link](#)

**Annotation ID 4**

**Middle Severity**

Side: Blade Side PS  
Hub distance: 63.62m  
Type: Gelcoat damage  
Size (WxH): 5.16m x 9.94m  
Date: 2023-02-15  
Reporter: Mouhamadou Ndiaye (TestCompany)

ps Additional files: [Link](#)