Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Swiss Confederation

Schweizerische Sicherheitsuntersuchungsstelle SUST
Service suisse d'enquête de sécurité SESE
Servizio d'inchiesta svizzero sulla sicurezza SISI
Swiss Transportation Safety Investigation Board STSB

Rapport final

du Service suisse d'enquête

de sécurité SESE

sur la rupture d'une passerelle de maintenance du télésiège de La Foilleuse

du 13 février 2021

à Morgins (VS)

N° reg. 2021021301

Service suisse d'enquête de sécurité SESE
3003 Berne
Tél. +41 58 466 33 00, Fax +41 58 466 33 01
info@sust.admin.ch
www.sese.admin.ch

Remarques générales sur le présent rapport

Le présent rapport a été exclusivement établi dans le but de prévenir les accidents et les incidents graves survenant lors de l'exploitation de chemins de fer, d'installations de transport à câble et de bateaux. Selon l'article 15 de la loi fédérale sur les chemins de fer du 20 décembre 1957 (LCdF), état le 1er janvier 2021 (RS *742.101*), l'appréciation juridique des circonstances et des causes ne fait pas l'objet de la présente enquête.

Ce rapport ne vise donc nullement à établir des responsabilités ni à élucider des questions de responsabilité civile.

Dans ce présent rapport, toutes les désignations de personnes sont faites à la forme masculine et elles se rapportent à la personne exerçant la fonction, sans distinction de sexe.

Table des matières

Résumé **5**
Aperçu 5
Enquête 5
Présentation succincte 5
Cause 5
Recommandations de sécurité 5
Glossaire **6**
1 Faits établis **7**
1.1 Lieu de l'événement 7
1.2 Situation avant l'événement 8
1.3 Déroulement de l'événement 8
1.4 Dommages 9
1.4.1 Infrastructure 9
1.4.2 Véhicule 9
1.5 Entreprises concernées 9
1.5.1 Entreprise de transport 9
1.6 Infrastructure 10
1.6.1 Installation 10
1.7 Examens particuliers 11
1.7.1 Réparation de la passerelle suite à des fissures détectées en 2018 11
1.7.2 Contrôles non-destructifs des pylônes 11
1.7.3 Analyse métallurgique 12
2 Analyse **14**
2.1 Aspects techniques 14
2.1.1 Analyse métallurgique de la passerelle rompue 14
2.1.2 Pylône N° 14 14
2.1.3 Réparation antérieure de la passerelle 14
2.2 Aspects opérationnels 14
2.2.1 Contrôles effectués 14
2.3 Aspects organisationnels 14
3 Conclusions **15**
3.1 Faits établis 15
3.1.1 Aspects techniques 15
3.1.2 Aspects opérationnels 15
3.1.3 Aspects organisationnels 15
3.2 Cause 15
4 Recommandations de sécurité, avis concernant la sécurité et mesures prises après l'incident **16**

4.1 Recommandation de sécurité 16
4.1.1 Pylônes de l'installation 16
4.2 Avis de sécurité 17
4.3 Mesures prises depuis l'incident 17
4.3.1 Par l'autorité de surveillance OFT 17
4.3.2 Par l'exploitant : 17
4.3.3 Levée de la suspension de l'autorisation d'exploiter par l'OFT 18

Résumé

Aperçu

Moyen transport	Transports à câble
Entreprise impliquée	
Entreprise de transport	Portes du Soleil Suisse SA (PDS-CH), Champéry Installation : Télésiège débrayable à 3 places, Morgins-La Foilleuse, OFT 73.026
Lieu	Morgins (VS)
Date et heure	13 février 2021, 11h45

Enquête

Le vendredi 26 février 2021, le bureau d'enquête du Service suisse d'enquête de sécurité (SESE) a été averti de l'incident par l'OFT suite à l'annonce envoyée par l'exploitant. Le mercredi 3 mars 2021, le SESE s'est rendu sur site. Une enquête a été ouverte. Un rapport intermédiaire contenant une recommandation de sécurité a été approuvé le 30 mars 2021 par la commission du Service suisse d'enquête de sécurité SESE et envoyé le 1er avril 2021 à l'Office fédéral des transports.

L'enquête se base sur les éléments et les documents suivants :

- Les constatations faites sur le lieu de l'évènement ;
- Cartes ;
- Photos ;
- Expertise métallurgique ;
- Données techniques de l'installation.

Présentation succincte

Le 13 février 2021 aux environs de 11h45, sur le télésiège débrayable à 3 places reliant Morgins à La Foilleuse, la partie amont de la passerelle de maintenance gauche du pylône N° 14 s'est rompue et est tombée au sol. Personne n'a été blessé.

Cause

La rupture du profilé rectangulaire de la passerelle de maintenance du pylône N° 14 est consécutive à la formation de fissures de fatigue qui ont été générées par des vibrations répétées de la passerelle.

Recommandations de sécurité

Avec le rapport intermédiaire du 30 mars 2021 la recommandation de sécurité N° 159 a été émise.

Le présent rapport ne contient pas de recommandation de sécurité supplémentaire.

Glossaire

LICa	Loi fédérale du 23 juin 2006 sur les installations à câbles transportant des personnes (Loi sur les installations à câbles), Etat le 1er janvier 2016 (SR *743.01*).
OFT	Office fédéral des transports.

1 Faits établis

1.1 Lieu de l'événement

Illustration 1 : Carte synoptique : Source de la carte : Office fédéral de topographie.

Illustration 2 : Plan de situation de l'installation. Cercle orange : emplacement approximatif du pylône N° 14 (Source : Site internet PDS-CH[1]).

[1] PDS-CH : Portes du Soleil Suisse SA

1.2 Situation avant l'événement

Le télésiège débrayable à trois places (TSD 3) relie la station de Morgins à La Foilleuse.

Illustration 3 : Vue générale de l'installation depuis la station aval. Cercle orange : emplacement approximatif du pylône N° 14.

1.3 Déroulement de l'événement

Le 13 février 2021, aux environs de 11h45, la partie amont de la passerelle de maintenance gauche du pylône N° 14 s'est rompue et est tombée au sol. Un passager a remarqué cette pièce de l'installation et l'a signalé au personnel d'exploitation lors de son arrivée à la station supérieure. Un responsable technique s'est rendu immédiatement sur place. L'installation a été évacuée. La partie restante de la passerelle a été démontée avant la reprise de l'exploitation. A la fin du service journalier, un contrôle visuel complet de la ligne a été effectué. Personne n'a été blessé.

Illustration 4 : Pylône N° 14.

Illustration 5 : Détail de la tête du pylône N° 14 avec la passerelle gauche manquante.

1.4 Dommages

1.4.1 Infrastructure

La passerelle de maintenance du pylône N° 14 s'est rompue.

1.4.2 Véhicule

Aucun

1.5 Entreprises concernées

1.5.1 Entreprise de transport

Portes du Soleil Suisse SA, Champéry

1.6 Infrastructure

1.6.1 Installation

1.6.1.1 Description

L'installation est un télésiège 3 places à pinces débrayables (TSD 3) construit par l'entreprise WSO - Städeli Lift AG. Il est doté d'une capacité de transport de 1800 personnes par heure à la vitesse maximale de 4.0 m/s. Il a été mis en service en 1983. L'autorisation d'exploiter court jusqu'à fin 2027. L'installation fonctionne aussi bien en été qu'en hiver, ce qui représente environ 1500 heures de fonctionnement annuel.

La vitesse maximale de circulation est limitée à 3.4 m/sec.

L'installation comporte 20 pylônes dont deux sont des pylônes en compression (N° 3 et 14). Les pylônes sont équipés de deux passerelles de maintenance.

1.6.1.2 Conception du pylône N° 14

La tête du pylône est l'élément horizontal qui fait le lien entre le fût et les balanciers qui supportent le câble. Les passerelles de maintenance y sont fixées par l'intermédiaire d'un support en U soudé sur la tête, puis relié par visserie.

Illustration 6 : Vue d'une passerelle de maintenance.

Illustration 7 : Détail de la fixation de la passerelle de maintenance.

1.6.1.3 Constatations

La passerelle s'est rompue près de son tube de fixation qui la relie à la tête du pylône par l'intermédiaire du support en U (illustrations 8 et 9).

Illustration 8 : Pylône N° 14 sans la passerelle de maintenance.
Cercle rouge : endroit de la rupture de la passerelle.
Cercle jaune : soudure du support de la passerelle fissurée et réparée en novembre 2018.

Illustration 9 : Vue de la passerelle rompue.
Cercle rouge : zone de rupture du profilé rectangulaire.

La tête du pylône N° 14 bouge considérablement. Ceci génère des oscillations transversales de la passerelle qui sont visibles depuis le sol.

1.7 Examens particuliers

1.7.1 Réparation de la passerelle suite à des fissures détectées en 2018

En octobre 2018, lors d'un contrôle de routine, une fissure avait déjà été détectée sur la même passerelle du pylône N° 14. L'exploitant avait mandaté l'entreprise Garaventa pour procéder à la réparation de ladite passerelle. La partie centrale de la passerelle a été découpée sur une longueur de 456 mm. La pièce de réparation a été soudée en respectant l'alignement et les distances des éclisses existantes.

En sus lors du remontage de la passerelle le 29.11.2018, son support (illustration 8, cercle jaune), qui présentait également un signe d'amorce de fissure, a également été ressoudé.

1.7.2 Contrôles non-destructifs des pylônes

Le SESE a demandé à l'exploitant de faire procéder à des contrôles non-destructifs des deux pylônes de compression (N° 3 et 14) ainsi que de deux autres pylônes porteurs. L'exploitant a étendu le contrôle à sept pylônes. Ces contrôles ont été effectués le 3 et le 9 mars 2021.

Les pylônes N° 2, 3, 4, 7, 9 et 14 ont fait l'objet de contrôles par magnétoscopique et par ultrasons des fixations des passerelles, de la tête du pylône, de la potence ainsi que du fût du pylône N° 14.

L'inspection a mis en évidence des fissures au niveau de la tête du pylône N° 2 (illustrations 10 et 11) et du pylône N° 14 (illustrations 12 et 13) ainsi qu'au niveau des potences des pylônes N° 3, 4, 9 et 14.

Illustration 10 : Tête du pylône N° 2.

Illustration 11 : Détail de la fissure au niveau des vis de réglage de la tête du pylône N° 2.

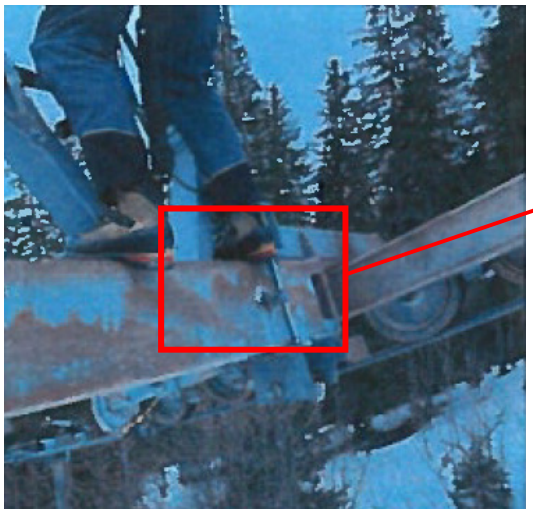

Illustration 12 : Tête du pylône N° 14.

Illustration 13 : Support principal fissuré au niveau de la soudure du support en U.

En date du 20 avril 2021, l'exploitant a fait procéder au contrôle de tous les autres pylônes de la ligne.

1.7.3 Analyse métallurgique

La passerelle a été soumise à une analyse métallurgique pour déterminer les causes de sa rupture.

L'analyse relève les éléments suivants :

Le point de rupture du profil se trouve au niveau des soudures effectuées dans le but de fixer le tube cylindrique disposé transversalement (illustrations 14 et 15) au profilé rectangulaire de la passerelle via les orifices se trouvant des deux côtés. Sur le côté latéral du tube, on peut observer une autre fissure particulièrement

importante dont le tracé correspond à celui de la ligne de rupture se trouvant du côté latéral opposé (illustration 15).

Illustration 14 : Profil rompu. Point rouge : face supérieure ; point jaune : face inférieure.

Illustration 15 : Vue latérale de la rupture du profil.

L'analyse macroscopique de la rupture (illustration 16) révèle des surfaces de rupture relativement lisses dans l'ensemble et des lignes de repos bien visibles, ce qui semble indiquer qu'il s'agit d'une rupture de fatigue (c'est-à-dire par fissuration progressive). L'observation des lignes de repos permet de retracer le schéma de fissuration (flèches jaunes, illustration 16) ; de part et d'autre de la pièce, le point de départ de la fissure se situe au centre même du côté le plus large du profilé, sur la face exposée, à proximité directe du cordon de soudure qui entoure le tube cylindrique.

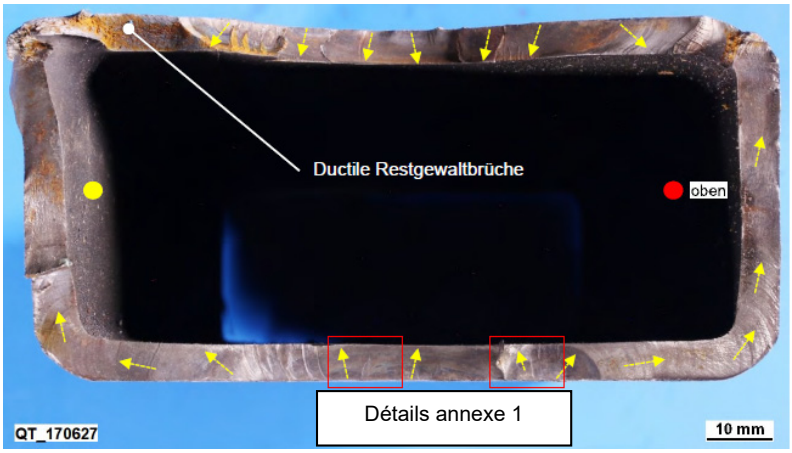

Illustration 16 : Flèches jaunes : progression des fissures. Point blanc : zone de la rupture finale (Ductile Restgewaltbrüche).

2 Analyse

2.1 Aspects techniques

2.1.1 Analyse métallurgique de la passerelle rompue

L'analyse métallurgique a révélé que la rupture du profilé rectangulaire de la passerelle était due à la formation de fissures de fatigue. Les fissures sont apparues des deux côtés de la pièce, sur la face extérieure du profilé rectangulaire, au niveau des cordons de soudure servant à fixer le tube cylindrique, puis se sont étendues progressivement vers l'intérieur du profilé sous l'effet des contraintes à intervalles réguliers (le détail du développement des fissures figure en annexe 1, illustration 17). La fissuration initiale est liée à la contrainte excessive à laquelle le matériau a été exposé au niveau de la partie à arrête vive entre le bord du cordon de soudure et la face extérieure du profilé. En outre, le phénomène a probablement été accentué par le changement de dureté / rigidité entre le métal de base du profilé et la zone affectée thermiquement lors de la soudure.

2.1.2 Pylône N° 14

La tête du pylône N° 14 bouge considérablement. Ceci génère des oscillations transversales de la passerelle visibles depuis le sol. Ces oscillations sont à l'origine des fissures de fatigue mises en évidence par l'analyse métallurgique.

2.1.3 Réparation antérieure de la passerelle

La passerelle de maintenance du pylône N° 14 avait déjà été réparée par Garaventa en 2018 suite à la détection de fissures lors d'un contrôle de routine conduit par l'exploitant.

2.2 Aspects opérationnels

2.2.1 Contrôles effectués

L'inspection par contrôle non-destructifs effectuée le 3 et le 9 mars 2021 a mis en évidence des fissures au niveau de la tête du pylône N° 2 et N° 14 ainsi qu'au niveau des potences des pylônes N° 3, 4, 9 et 14.

Le reste de la ligne a aussi fait l'objet de contrôles par ultrasons le 20 avril 2021.

2.3 Aspects organisationnels

Suite aux contrôles par ultrasons, l'installation a été mise hors service jusqu'à ce que les défauts constatés soient corrigés.

3 Conclusions

3.1 Faits établis

3.1.1 Aspects techniques

- La rupture du profilé rectangulaire de la passerelle est due à la formation de fissures de fatigue consécutives à des vibrations répétées.
- La passerelle avait déjà subi une réparation en 2018 suite à la détection de fissures lors d'un contrôle de routine.

3.1.2 Aspects opérationnels

L'inspection par contrôle non-destructifs effectuée sur l'installation a mis en évidence des fissures au niveau des têtes de certains pylônes ainsi qu'au niveau de certaines des potences.

3.1.3 Aspects organisationnels

L'installation a été mise hors service le temps que les travaux d'assainissement soient réalisés.

3.2 Cause

La rupture du profilé rectangulaire de la passerelle de maintenance du pylône N° 14 est consécutive à la formation de fissures de fatigue qui ont été générées par des vibrations répétées de la passerelle.

4 Recommandations de sécurité, avis concernant la sécurité et mesures prises après l'incident

4.1 Recommandation de sécurité

Concernant les recommandations de sécurité, la législation suisse prévoit dans l'ordonnance sur les enquêtes de sécurité en cas d'incident dans le domaine des transports du 17 décembre 2014 (OEIT), état le 1er février 2015 (RS *742.161*), la réglementation suivante :

Art. 48 Recommandations en matière de sécurité

[1] Le SESE adresse les recommandations en matière de sécurité à l'office fédéral compétent et en informe le département compétent. En cas de problèmes de sécurité urgents, il informe immédiatement le département compétent. Il peut donner son avis sur les rapports de mise en œuvre de l'office fédéral à l'attention du département compétent.

[2] Les offices fédéraux informent périodiquement le SESE et le département compétent de la mise en œuvre des recommandations ou des raisons pour lesquelles ils ont renoncé aux mesures.

[3] Le département compétent peut adresser des mandats de mise en œuvre à l'office fédéral compétent.

Cependant toutes les organisations, entreprises et personnes sont invitées à améliorer la sécurité du transport public dans le sens des recommandations de sécurité émises.

Le SESE publie les réponses de l'office fédéral compétent ou des autorités de surveillance étrangères sur son site (www.sust.admin.ch), offrant de la sorte un aperçu quant au degré de mise en œuvre de la recommandation de sécurité correspondante.

Avec le rapport intermédiaire du 30 mars 2021, la recommandation de sécurité suivante avait été émise :

4.1.1 Pylônes de l'installation

4.1.1.1 Déficit de sécurité

La présente rupture du profil de la passerelle de maintenance du pylône N° 14 est due à une fatigue consécutive à des vibrations cycliques. Les parties assemblées que ce soit au moyen de soudures ou par l'intermédiaire d'un assemblage par mécano-vissé sont également soumises aux mêmes vibrations. Les contrôles non-destructifs effectués jusqu'à ce jour ont également mis en évidence des fissures sur les autres pylônes de l'installation. Des éléments d'un pylône soumis à des vibrations répétées peuvent être la source d'amorces de fissures. Un élément présentant une amorce de fissure peut se rompre à tout instant.

4.1.1.2 Recommandation de sécurité N° 159

Le SESE recommande à l'OFT, de demander à l'exploitant de procéder à un contrôle non-destructifs de tous les pylônes de l'installation et de procéder aux assainissement nécessaires afin de remédier immédiatement à toutes les irrégularités détectées.

4.2 Avis de sécurité

Aucun

4.3 Mesures prises depuis l'incident

Les mesures prises et dont le SESE a connaissance sont décrites ci-après sans autre commentaire.

4.3.1 Par l'autorité de surveillance OFT

Le 1er avril 2021, l'OFT a réceptionné le rapport intermédiaire du SESE daté du 30 mars 2021. Sur la base de ces éléments, l'OFT constate que la sécurité du télésiège Morgins - La Foilleuse n'est plus assurée à court terme et qu'à ces conditions l'autorisation d'exploiter doit être suspendue avec effet immédiat.

En date du 15 avril 2021, l'OFT a prononcé la suspension de l'autorisation d'exploiter du télésiège Morgins - La Foilleuse (installation N° 73.026).

L'OFT se réserve le droit de lever cette suspension lorsque la société aura donné suite aux injonctions et après vérification matérielle approfondie des documents qui seront présentés.

4.3.2 Par l'exploitant

4.3.2.1 Mesures immédiates :

Jusqu'au la fin de la saison hivernale 2020/2021, l'exploitant a pris les mesures immédiates suivantes :

- La tête du pylône N° 14 fait l'objet d'un contrôle visuel tous les deux jours.

4.3.2.2 Suite à la suspension de l'autorisation d'exploiter :

- La tête du pylône N° 14 ainsi que la passerelle défectueuse ont été remplacées.
- Le contrôle de l'ensemble des pylônes de l'installation et les assainissements nécessaires ont été exécutés conformément à la décision de l'OFT.
- Un rapport sur la conformité des mesures réalisées a été établi par Garaventa. Le rapport recommande d'effectuer un contrôle non destructif de l'ensemble de la ligne, par une entreprise certifiée, à la fin de chaque saison d'hiver, ceci jusqu'à la fin de la durée d'utilisation prévue.

Le rapport « Preuve documentée que le produit remplit les exigences de sécurité spécifiées » ainsi que les documents de contrôles ont été transmis à l'OFT par l'exploitant.

4.3.2.3 Mesure à long terme :

L'exploitant planifie le remplacement complet de l'installation sous 2 à 3 ans.

4.3.3 Levée de la suspension de l'autorisation d'exploiter par l'OFT

Sur la base des documents fournis, l'OFT constate que l'exploitant a rempli les exigences fixées dans la décision de suspension de l'autorisation d'exploiter du 15 avril 2021 et que la sécurité de l'installation et de l'exploitation est à nouveau garantie.

Le 3 juin 2021, l'OFT a levé la suspension de l'autorisation d'exploiter et a autorisé la reprise de l'exploitation de l'installation.

Ce rapport final a été approuvé par la commission du Service suisse d'enquête de sécurité SESE (art. 10 lit. h de l'Ordonnance sur les enquêtes de sécurité en cas d'incident dans le domaine des transports du 17 décembre 2014).

Berne, 12 octobre 2021 Service suisse d'enquête de sécurité

Annexe 1

Analyse métallurgique - Détails de l'illustration 16

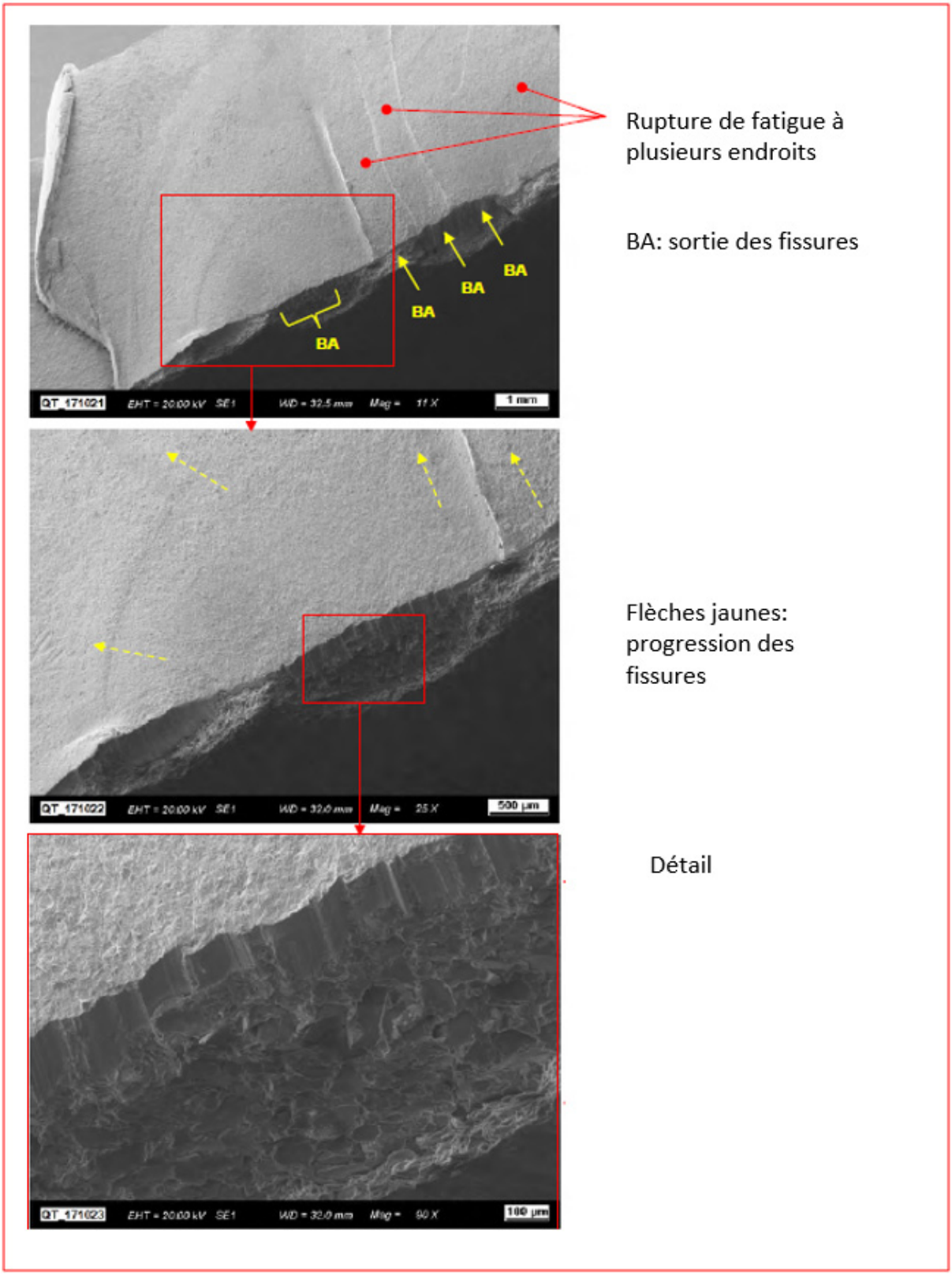

Illustration 17 : Détails de l'analyse métallurgique.