

Concept de protection Installations à câbles

Journée UCTR, 18 octobre 2019



- ✓ **Accueil et présentations**
- ✓ **Introduction, historique de la demande**
- ✓ **Étude initiale, comparaisons**
- ✓ **Technologie Fibrolaser en détail**
- ✓ **De la théorie à la pratique**
- ✓ **Essais feu et rapport de test**
- ✓ **Place aux questions**



SIEMENS
Ingenuity for life

Introduction, historique de la demande

Premiers contacts

- Automne 2012 première «demande spéciale» de M. Mathieu Simon de Téléverbier pour la mise en réseau de centrales incendies et techniques via réseau informatique du client ... 1^{ère} réalisation Automne 2013. A ce jour 11 centrales en réseau réparties sur tout le domaine de Bruson à La Tzoumaz en passant par les Ruinettes, Croix-de-Cœur, Col des Gentianes, ou le Mont-Gelé, sans fibre dédiées.
- Automne 2016 lors d'une séance de préparation pour la modernisation du bâtiment principal à Médran, la question de la problématique de surveillance des toitures du bâti, sous la ligne le Châble – Médran, à été discutée. Quelles seraient les alternatives de surveillance pour éviter de devoir négocier avec tous les propriétaires ?



Demande de l'Office Fédéral des Transports OFT

- L'OFT exige depuis quelques années déjà une analyse de danger et mise en application de mesures compensatoires afin de garantir au maximum la sécurité des personnes.
- Cette exigence est valable autant pour toutes les nouvelles constructions que pour les installations existantes lors du renouvellement des concessions d'exploitation.
- Cette étude doit être réalisée par un bureau reconnu pour des projets en sécurité incendie (expert en protection incendie), qui doit établir toute l'analyse de risques et définir les mesures complémentaires à mettre en œuvre.

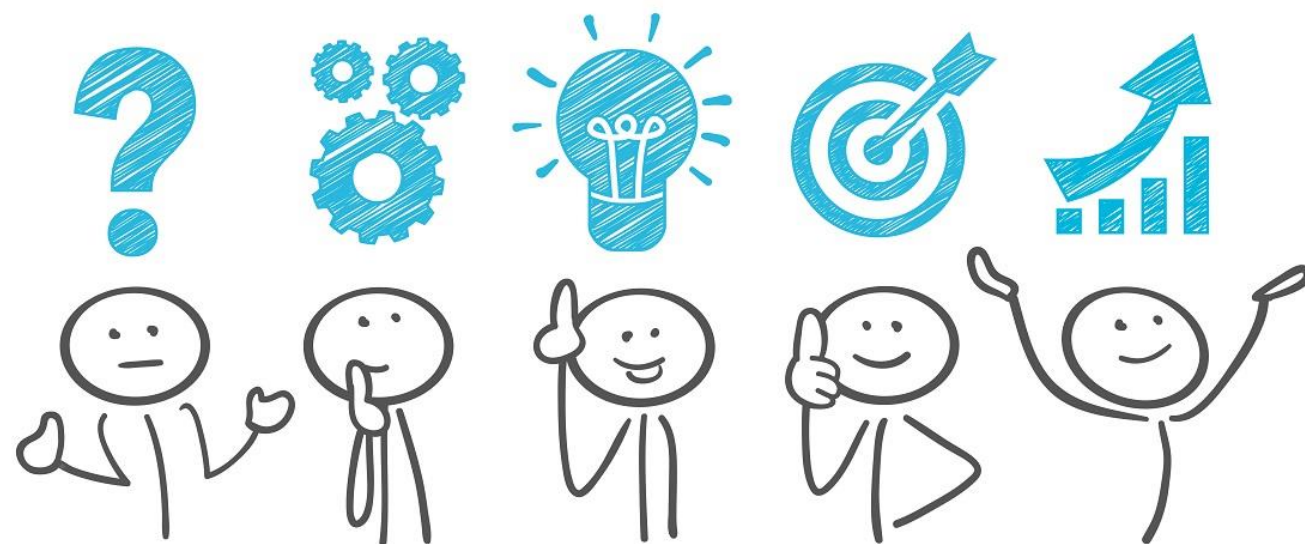
Objectif:

- Surveillance de l'échauffement du câble porteur et/ou tracteur des remontées mécaniques avec une mise en alarme permettant :
 1. en exploitation de vider la ligne (faire évacuer toutes les personnes des cabines et/ou sièges)
 2. hors exploitation de mettre en route l'installation afin de réduire le plus fortement possible un échauffement ponctuel, pouvant mener à une rupture ou une chute du câble

Jusqu'à ce jour, une détection incendie des sous-toitures de tous les bâtiments se trouvant dans un axe d'environ 12 mètres de chaque côté de la ligne a été exigée, avec une transmission d'alarme à la société exploitant l'installation.

Objectif de la demande:

En 2020-2021 Téléverbier devra renouveler sa concession d'exploitation pour la Télécabine reliant Le Châble à Verbier (bâtiment de Médran) et ainsi répondre aux critères demandés.



Étude initiale

Normes:

- Étude des normes et des exigences de l'office fédéral des transports

*A l'heure actuelle, 1'800 installations sont exploitées en Suisse. L'OFT répond des quelque 650 installations qui bénéficient d'une concession fédérale. **Les cantons, quant à eux, se chargent des téléskis, des petits téléphériques (capacité de transport maximale de 8 personnes par direction) et des installations à câbles sans transport commercial de voyageurs.***

Les mesures de sécurité sont décrites dans la norme SN EN 17064.



Besoins de l'exploitant:

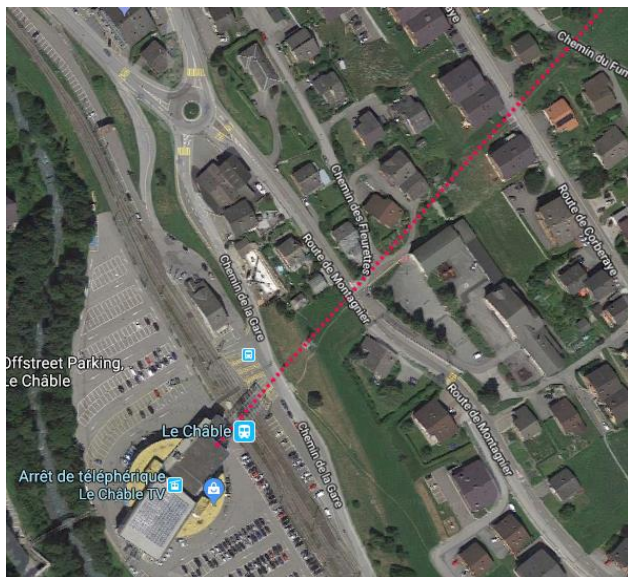
- Assurer la sécurité des utilisateurs
- Répondre aux attentes de l'office fédéral des transports afin d'assurer la mise en exploitation ainsi que le renouvellement des concessions
- Définir quel est le risque effectif

Attentes de l'exploitant:

- Tout en répondant aux attentes de l'OFT...
 - ✓ minimiser les contraintes d'exploitation
 - ✓ minimiser les coûts de mise en œuvre et d'exploitation
 - ✓ assurer la pérennité de l'installation et éviter des investissements complémentaires en cas de future construction de bâtiments dans le périmètre de sécurité



Énoncé du problème



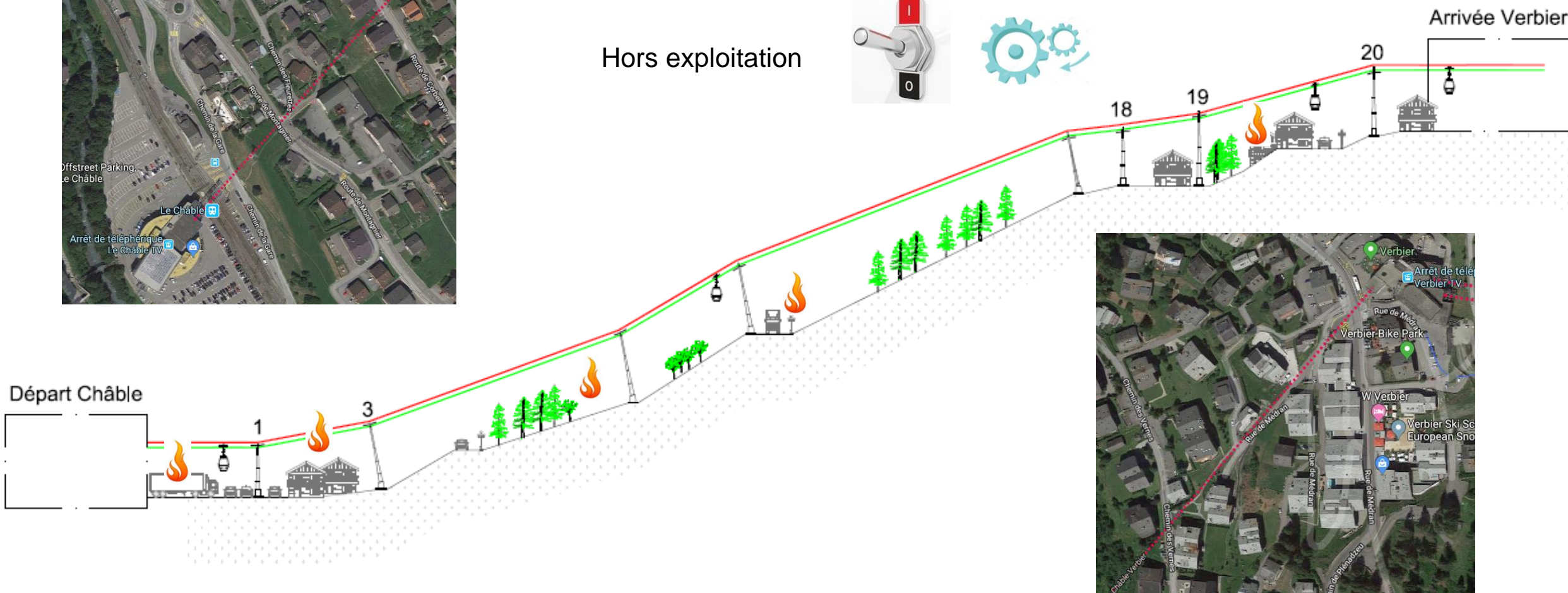
En exploitation



Hors exploitation



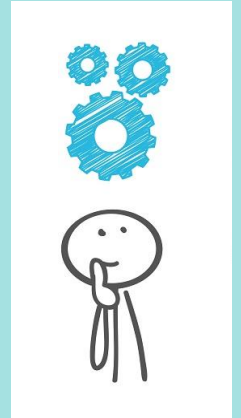
SIEMENS
Ingenuity for life



Solutions techniques:

3 approches différentes peuvent être envisagées

- Détection ponctuelle de la source à risque (détection incendie «classique» à l'intérieur de l'objet à surveiller)
- Surveillance des activités thermiques dans les zones à risque par des caméras thermiques
- Surveillance directe de la température du câble porteur / tracteur



Étude initiale

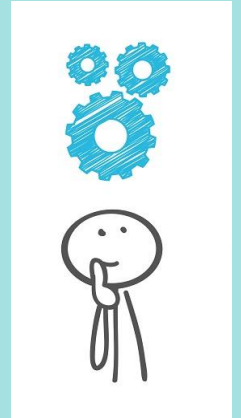


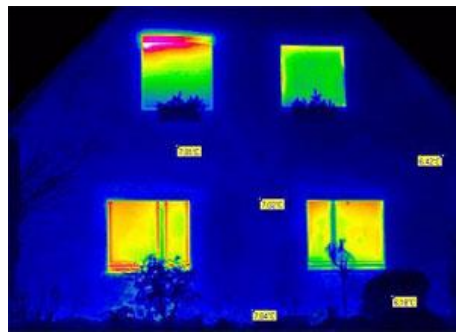
SIEMENS
Ingenuity for life

Solution technique 1:

Installation d'une détection incendie ponctuelle (IDI); **oui, mais...**

- Ne protège que le bâtiment concerné. Tout le reste de la ligne est également soumis à des risques (routes, voies ferrées, véhicules, forêts, constructions isolées, etc.) et ces dangers ne sont pas détectés
- Nécessite l'intrusion chez les particuliers (sphère privée, acceptation, autorisation)
- Formation des particuliers sur l'exploitation (objets locatifs à la semaine ?)
- Risque de déclenchement d'alarmes intempestives
- Nécessite potentiellement une levée de doute
- Risque d'activation des mesures de sécurité de l'installation à câbles même sans risque avéré pour cette dernière
- Ambiguïté de qui est le garant de l'exploitation correcte de l'IDI et des mesures organisationnelles
- Contraintes d'installation (liaison IDI \Rightarrow installation à câbles)

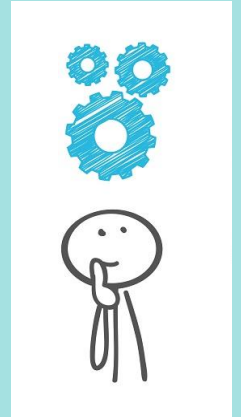




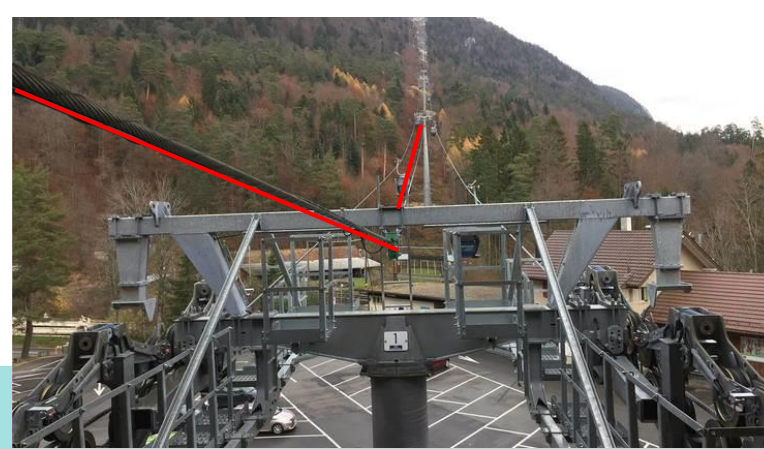
Solution technique 2:

Surveillance de la zone à risque par **caméra thermique; oui, mais...**

- Ne protège que des zones spécifiques. Tous le reste de la ligne est également soumis à des risques (routes, voies ferrées, véhicules, forêts, constructions isolées, etc.) et ces dangers ne sont pas détectés
- Observation de zones privées (sphère privée, acceptation, autorisation)
- Risque de déclenchement d'alarmes intempestives (feux ouverts maîtrisés, reflets thermiques)
- Nécessite potentiellement une levée de doute
- Risque d'activation des mesures de sécurité de l'installation à câbles même sans risque avéré pour cette dernière (feu de cheminée par exemple)
- Risque d'obstruction du champ de vision
- Contraintes d'installation (liaison vidéo ⇒ installation à câbles)



Étude initiale



SIEMENS
Ingenuity for life

Solution technique 3:

Surveillance de la température par la **technologie FibroLaser; oui...**

- Protège toute la longueur de la ligne
- Mesures des températures instantanées et différentielles, surveillance de la direction de déplacement des zones de température
- Mise en œuvre des mesures de sécurité uniquement en cas de danger avéré pour l'installation à câbles
- Orientation précise des forces d'intervention (début du sinistre, emplacement et direction du développement)
- Liaison et intégration directes par contacts secs (FibroLaser ⇒ Installation à câbles)
- Maintenance / réglage / dépannage direct en station amont, intermédiaire ou aval
- Solution éprouvée et homologuée en milieu routier (surveillance de tunnels) ainsi que pour des protections d'objets (citernes, canalisations, canaux électriques)
- **mais...**



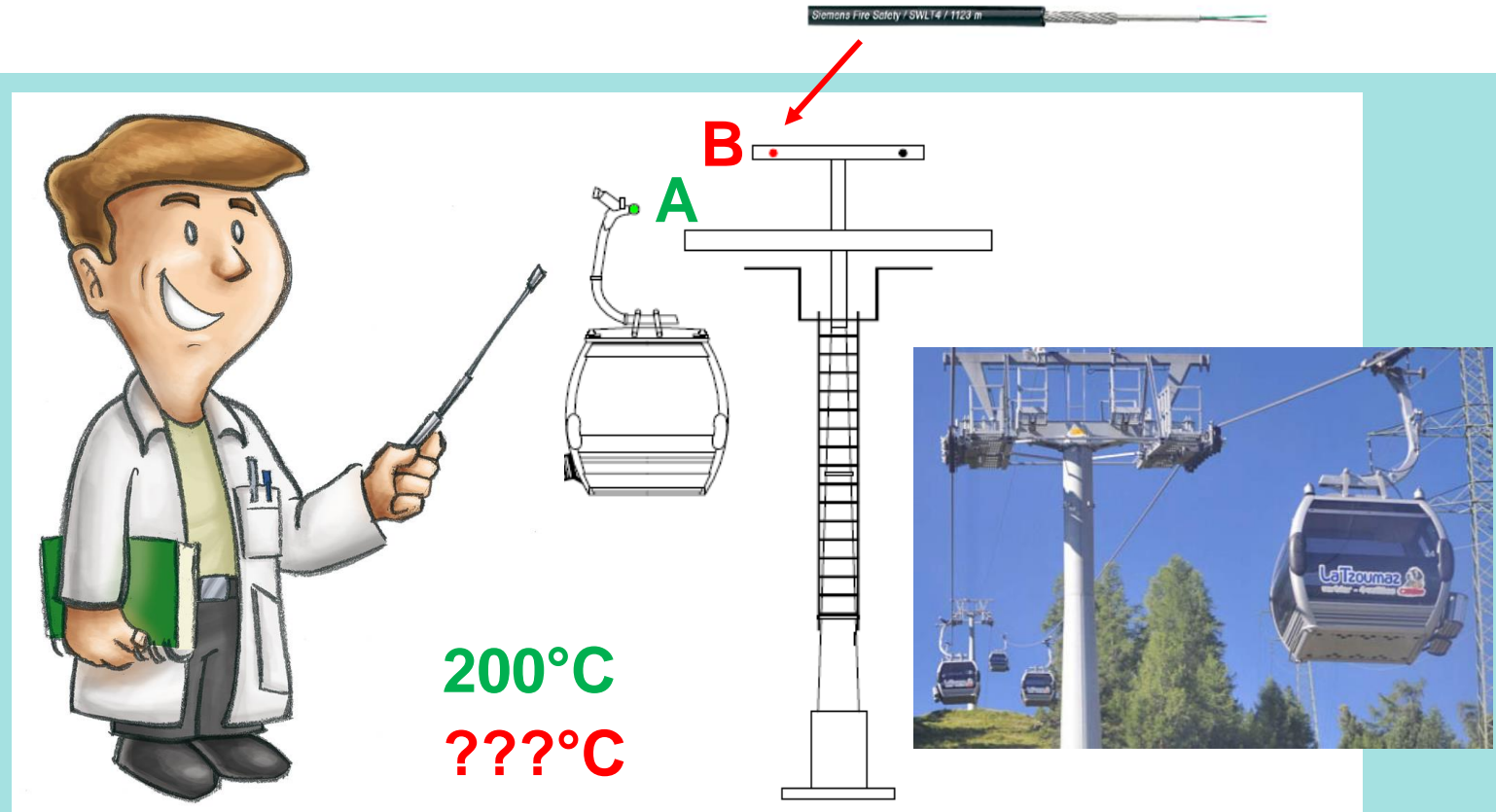
Étude théorique, mesures des températures

Question:

Quelle température doit être mesurée au point B afin d'assurer que celle au point A ne dépasse pas 200°C ?

Cette valeur dépend de plusieurs facteurs:

- distance verticale & latérale
- sens et vitesse du vent
- hauteur d'installation
- positionnement du foyer
- etc.

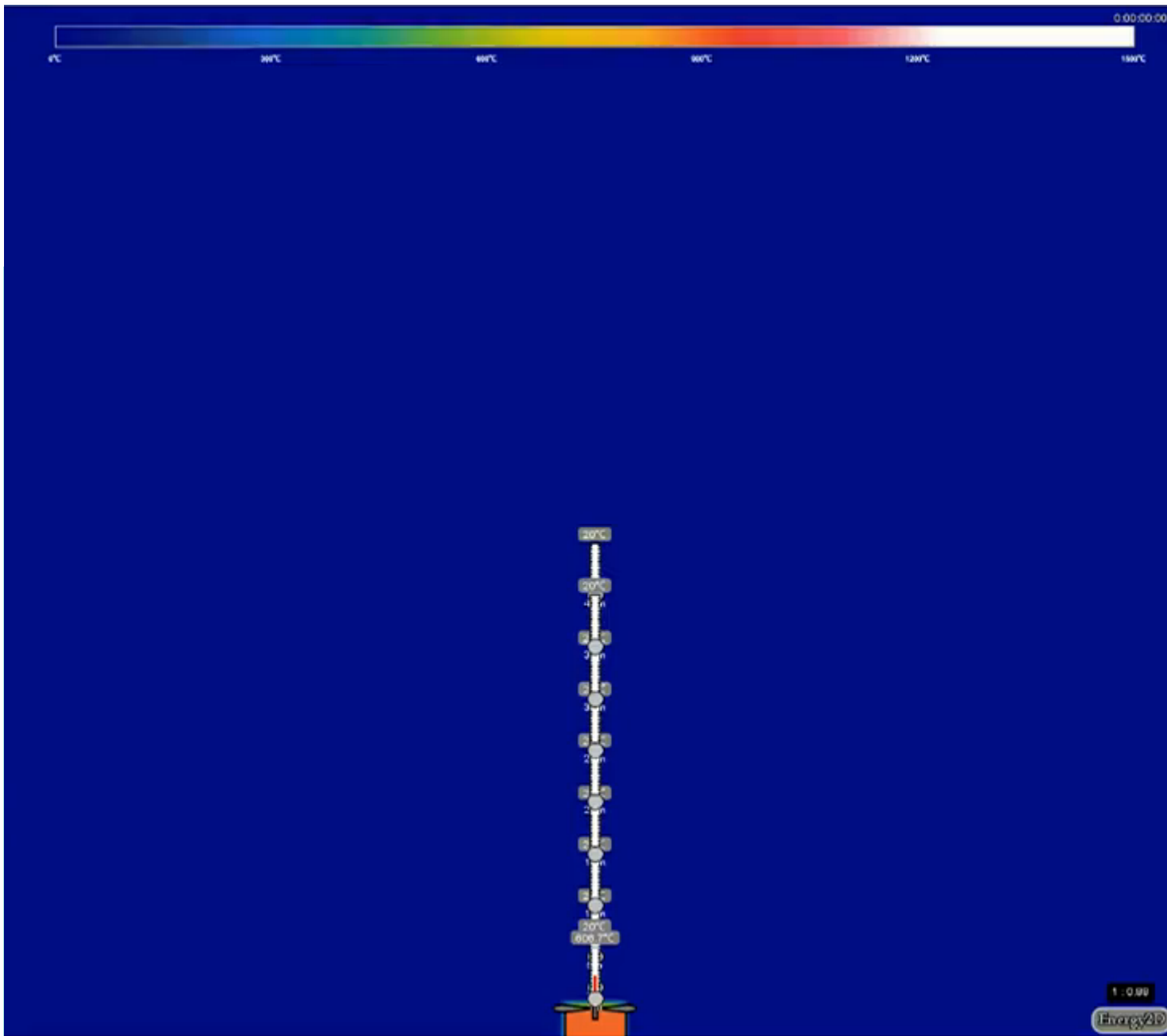


Simulation thermique:

Analyse théorique des flux thermiques afin de déterminer les différences de température en fonction de

- la hauteur du câble de détection
- de la puissance de l'incendie
- de la température du foyer

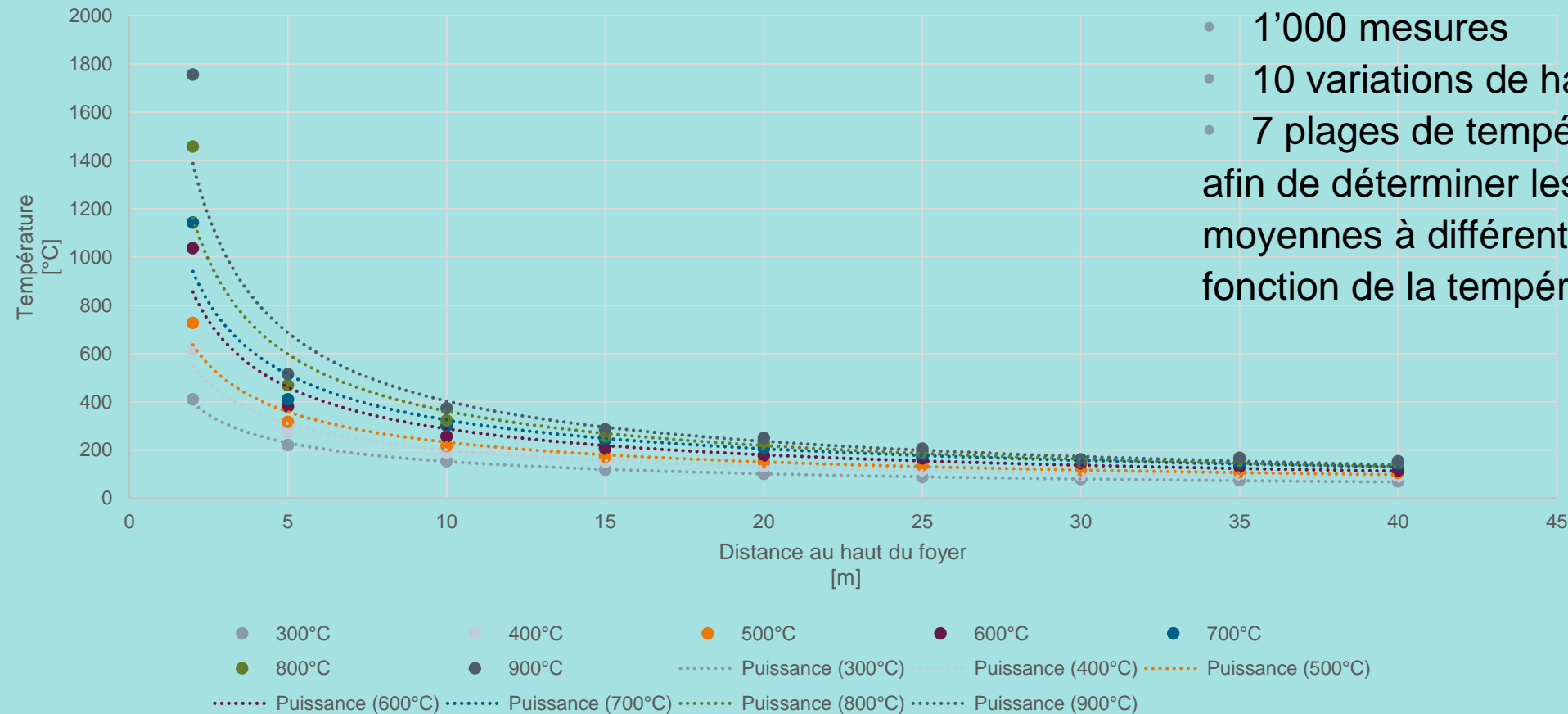
Définir les seuils d'alarme au niveau du câble de détection en fonction, de la distance entre le câble porteur/tracteur et le câble de détection.



h [m]	300°C	400°C	500°C	600°C	700°C	800°C	900°C
1	354.11896	510.3735148	623.7752908	780.3868783	922.8624985	1121.846749	1274.431621
2	409.186153	617.5783569	726.4715989	1035.873279	1142.92727	1457.780449	1756.391528
5	220.825089	274.7888128	315.9100574	379.842284	409.6099389	467.78694	513.568073
10	153.515561	189.697086	216.1722261	256.2970815	300.6141351	322.3672713	373.0750563
15	117.846759	150.764129	172.241281	205.5510721	241.7983755	258.0275331	285.5462366
20	101.069531	132.2230789	149.2780485	177.8117564	206.0542326	225.816635	249.6390977
25	87.7538259	115.3387006	135.6886859	165.8779112	179.5800449	190.9439683	205.6147481
30	79.3768809	94.54643814	117.3828839	144.984174	160.8163954	152.0798198	155.7929756
35	73.6586885	97.54051287	108.1669605	130.3726556	145.3056027	156.928075	167.619716
40	69.6148457	90.24824162	104.6678978	114.1906439	139.43921	147.9440574	153.1297776

Simulation thermique:

- 1'000 mesures
- 10 variations de hauteur
- 7 plages de températures afin de déterminer les valeurs moyennes à différentes hauteurs en fonction de la température du foyer



Étude théorique, mesures des températures

ESPACE CALCULS

Tf (de 300 à 900°C) 600 [°C]

h1 (à partir de 4m) 15 [m]

h2 (à partir de 4m) 17 [m]

h = hauteur à partir du haut du foyer

T1(Tf, h1) 201.9 [°C] câble porteur/tracteur

T2(Tf, h2) 185.4 [°C] câble de détection Fibrolaser

ΔT 16.5 [°C]

Technologie Fibrolaser

FibroLaser III

Protection incendie fiable pour de longues distances et des systèmes répandus

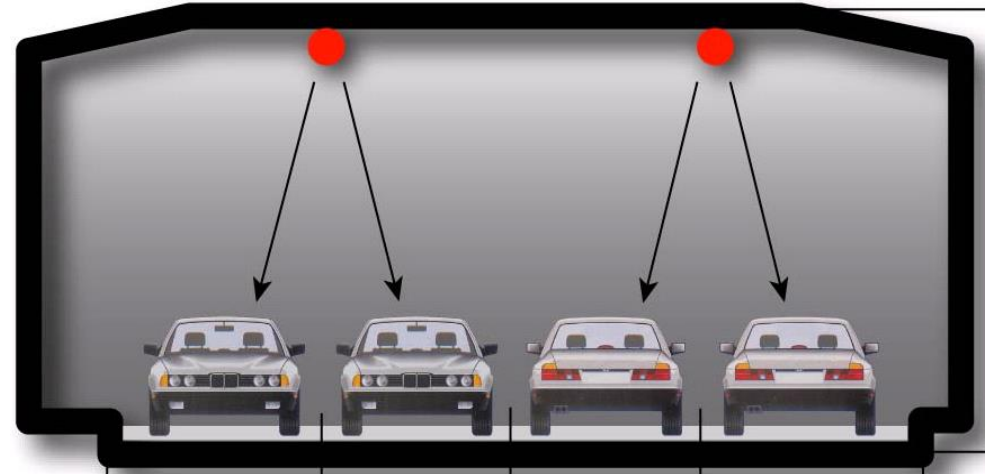
SIEMENS
Ingenuity for life



FibroLaser III – Détection linéaire de chaleur

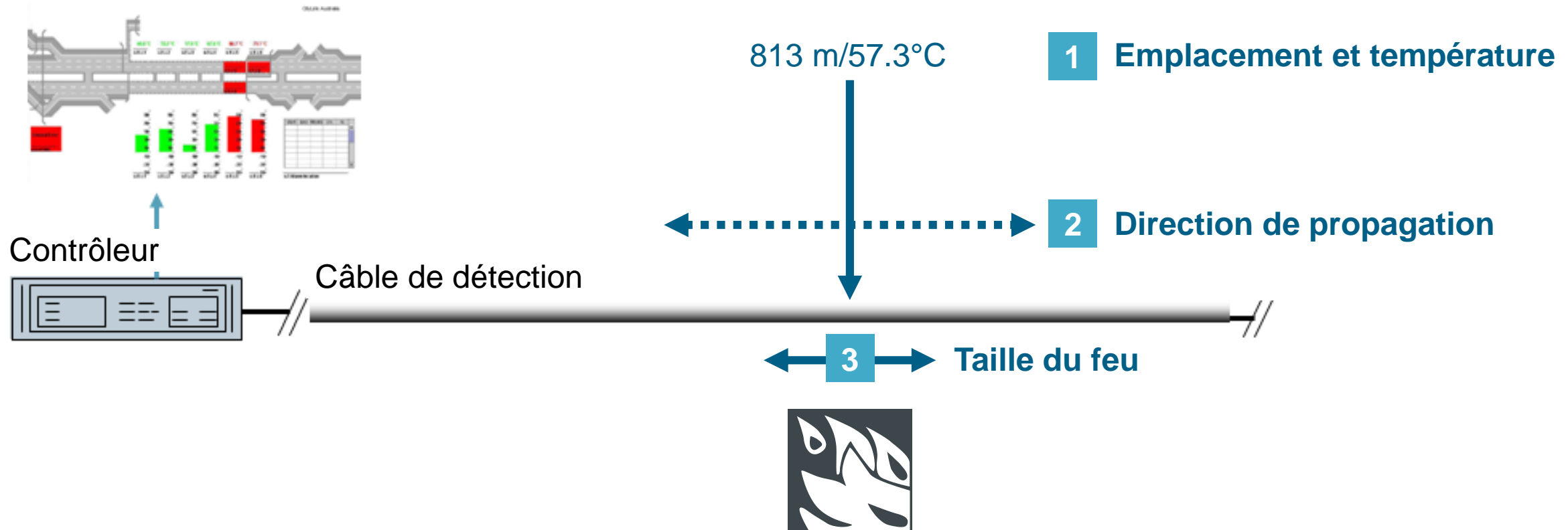
- Les câbles sont résistants à la poussière, la fumée, aux produits corrosifs, aux vapeurs et aux interférences électromagnétiques
- Aucune maintenance du câble de détection requise (convient aux locaux difficilement accessibles)
- Précision de détection jusqu'à 25 cm
- Solutions de redondances du câble et du contrôleur possibles

SIEMENS
Ingenuity for life



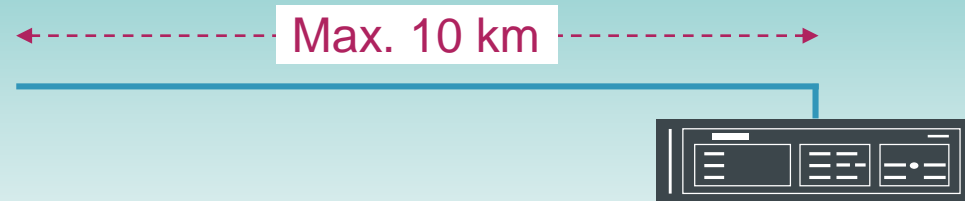
FibroLaser III – Détection linéaire de chaleur

Visualisation dans le centre de commande (par exemple avec S7-1500 et TouchPanel)



Protection sur toute la longueur – jusqu'à 20 km

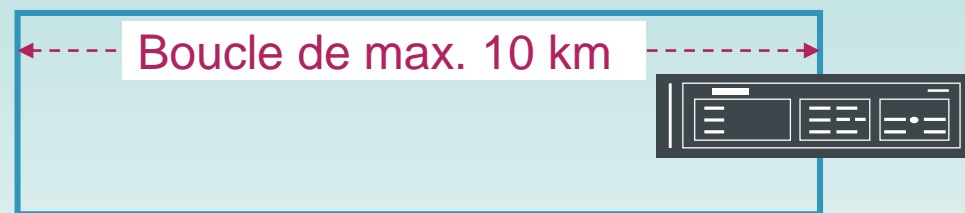
Systeme à un canal



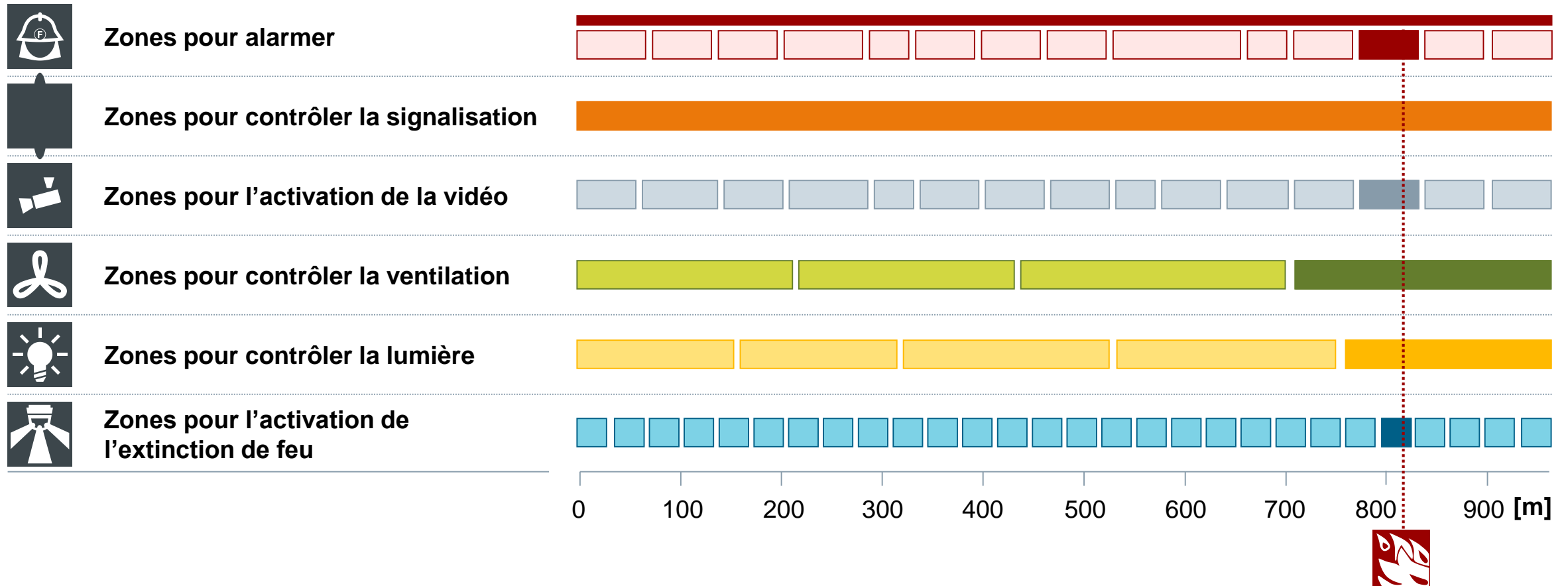
Systeme à deux canaux avec deux lignes



Systeme à deux canaux avec une boucle (redondance du câble – deux fibres optiques dans un câble)

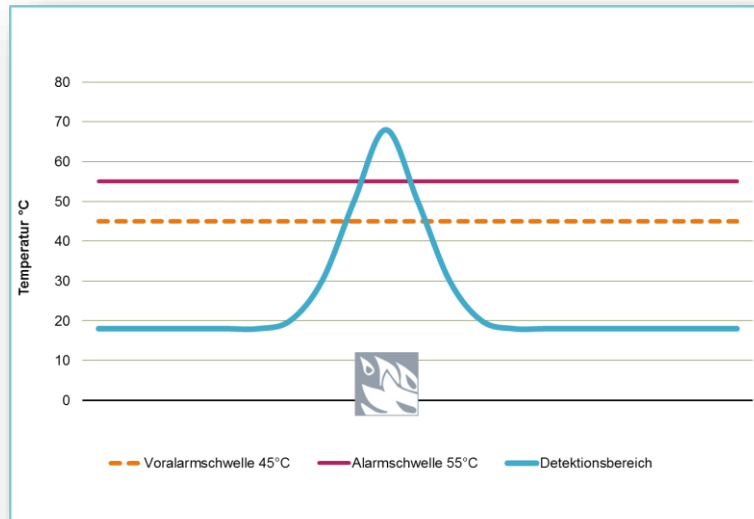


Les zones - 1'000 zones pour alarmer et contrôler

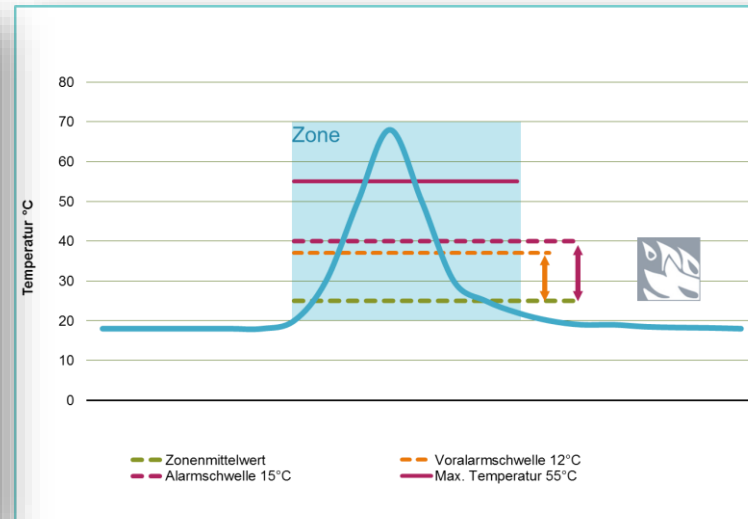


Critères d'alarme

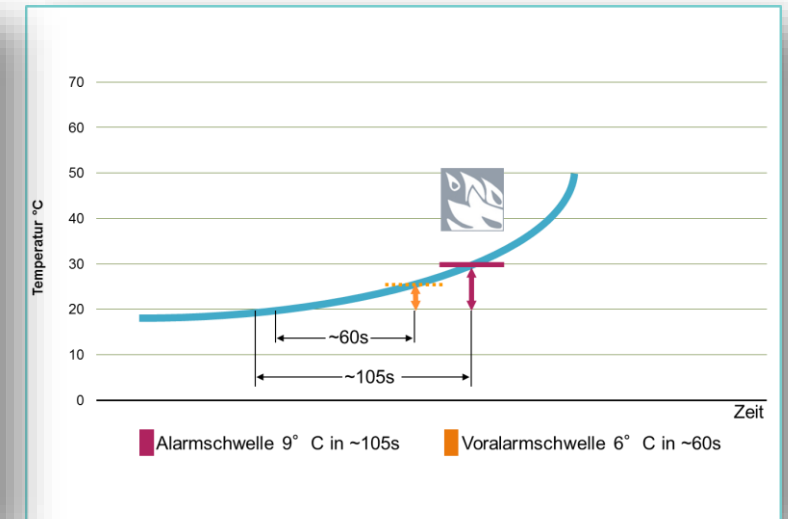
Dépassement d'une température maximale autorisée



Déviations de température d'une valeur moyenne d'une zone



Dépassement d'un gradient de température maximale autorisée (ΔT en n seconds)



Paramétrage spécial pour des secteurs spécifiques



De la théorie à la pratique

De la théorie à la pratique



SIEMENS
Ingenuity for life

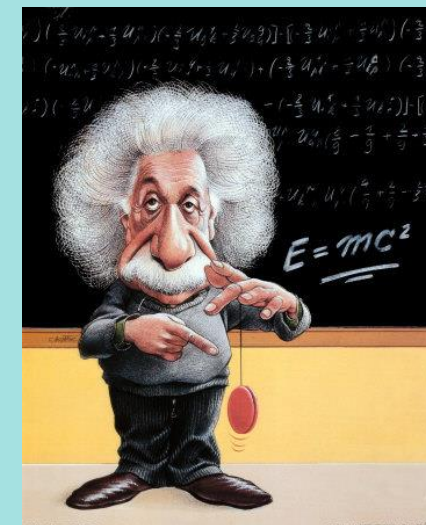
Le fonctionnement de la technologie de détection FibroLaser (**Homologation AEAI 23854 et VDS G211076**) est parfaitement connu et maîtrisé, en particulier pour la protection des tunnels.

L'application pour une protection des installations à câbles reste toutefois à mettre en œuvre, les expériences pratiques sur lesquelles nous pourrions nous appuyer étant quasi inexistantes.

Objectif 1, faisabilité technique :



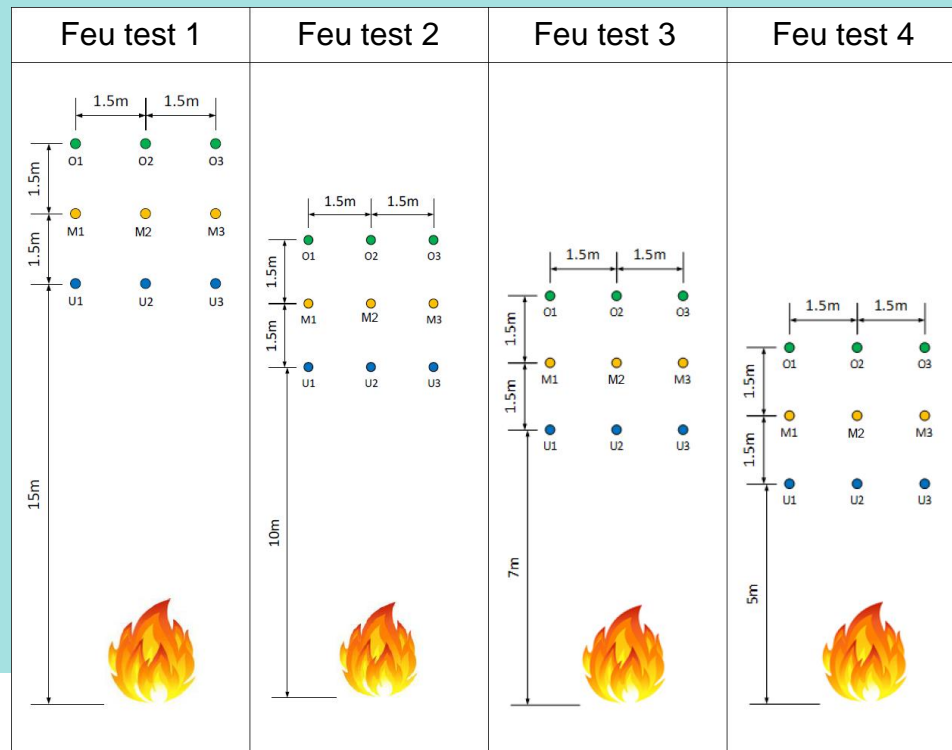
- Rencontre chez Garaventa le 19 juin 2017
- Échange entre spécialistes (remerciements particuliers à M. Epiney)
- Vérification de la faisabilité technique de l'installation du câble FibroLaser
- Montage, fixations, contraintes météorologiques, contraintes physiques (poids, formation de gel, etc.)
- Vérification des possibilités d'utilisation des infrastructures existantes (renouvellement de concession)



De la théorie à la pratique

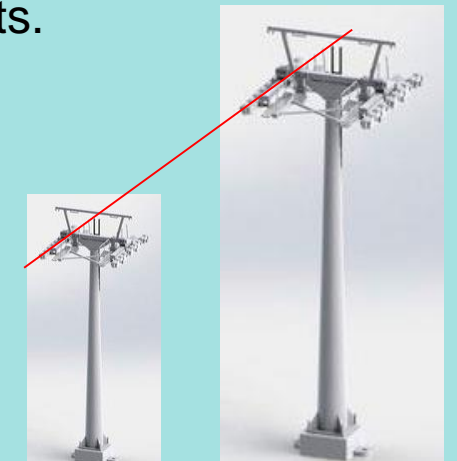
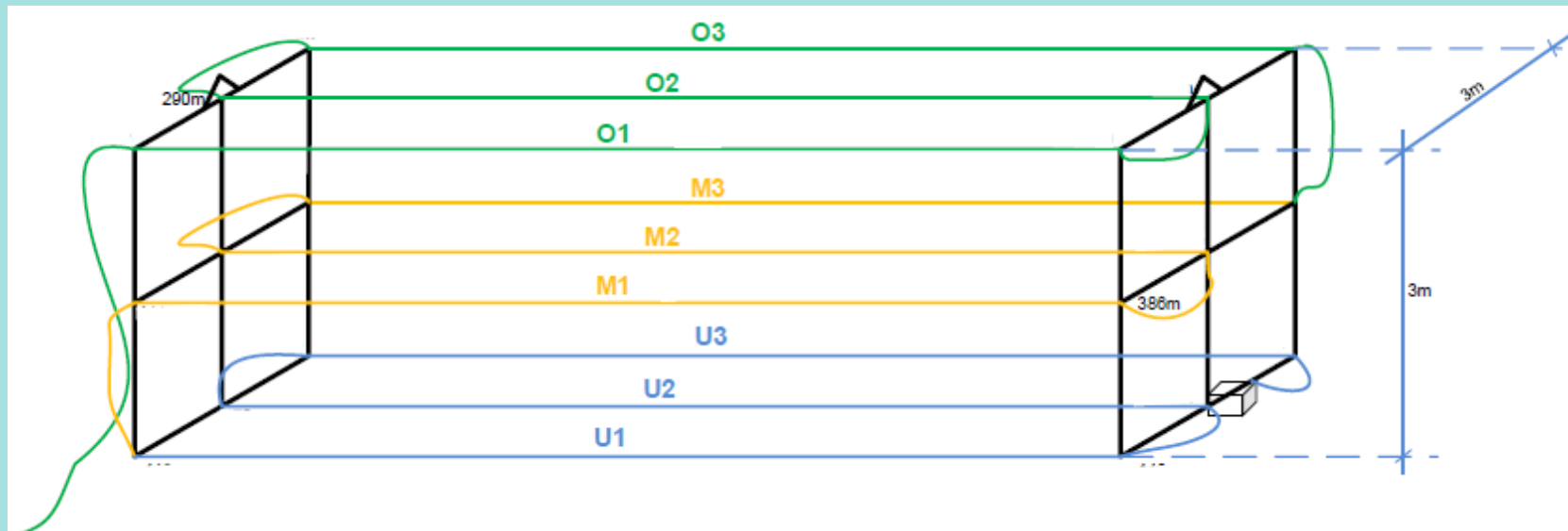
Objectif 2, valider les calculs théoriques par des essais 1:1 spécifiques à cette application

- Place d'exercice de Schleithem le 24 juillet 2018
- Échange avec le service du feu du canton de Schaffhouse
- Mise en place d'une structure permettant la mesure linéaire à 9 emplacements différents



Montage et mesures

- Le câble de détection Fibrolaser est tendu entre deux supports sur 3 couches (U, M, O) distancées de 1.5m horizontalement et verticalement
- Pour chaque feu test, la hauteur des supports est ajustée à une hauteur de 5, 7, 10 et 15m du sol. La température générée est ainsi mesurée et évaluée sur 9 tronçons de câble différents.



Montage et mesures

- Combustion contrôlée d'un foyer d'incendie de dimension définie
- Mesure des températures à différentes hauteurs et en fonction des distances latérales à l'aide d'un câble FibroLaser et d'un contrôleur OTS
- 4 feux de taille identique mais avec des points de mesures différents

Caractéristiques du feu test

Surface du foyer (8 bacs de 0.25m ² chacun)	2m x 1m = 2 m ²
Combustible	Essence
Ratio d'accélération de combustion maximal	1500 W/s ²
Puissance de combustion	6.3 MW
Température de combustion	43.73 MJ
Température maximale des flammes	847.7°C
Ratio de combustion maximal	0.145 KG/SEC





Testfeuer 3 (Feu de test):

Messhöhe und **Maximaltemperatur** :

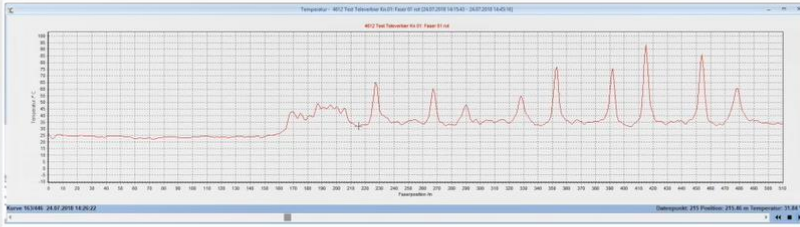
Hauteur de mesure et **température maximale** :

Oben (en haut) **O1-3**: 10m 55.3°C

Mitte (au milieu) **M1-3**: 8.5m 70.8°C

Unten (en bas) **U1-3**: 7m 80.0°C

SIEMENS
Ingenuity for life

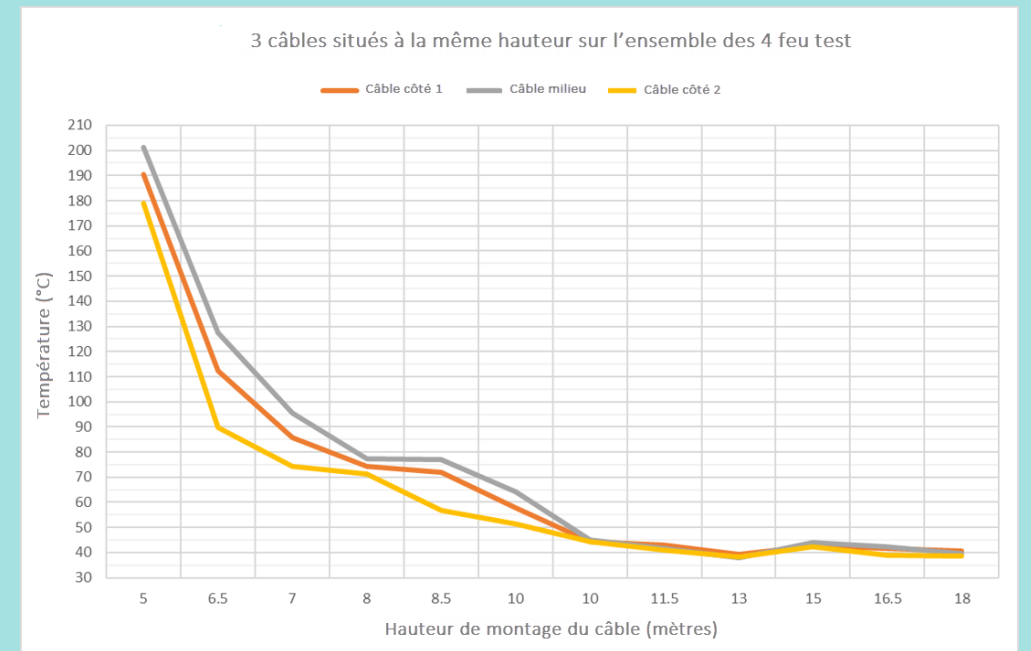
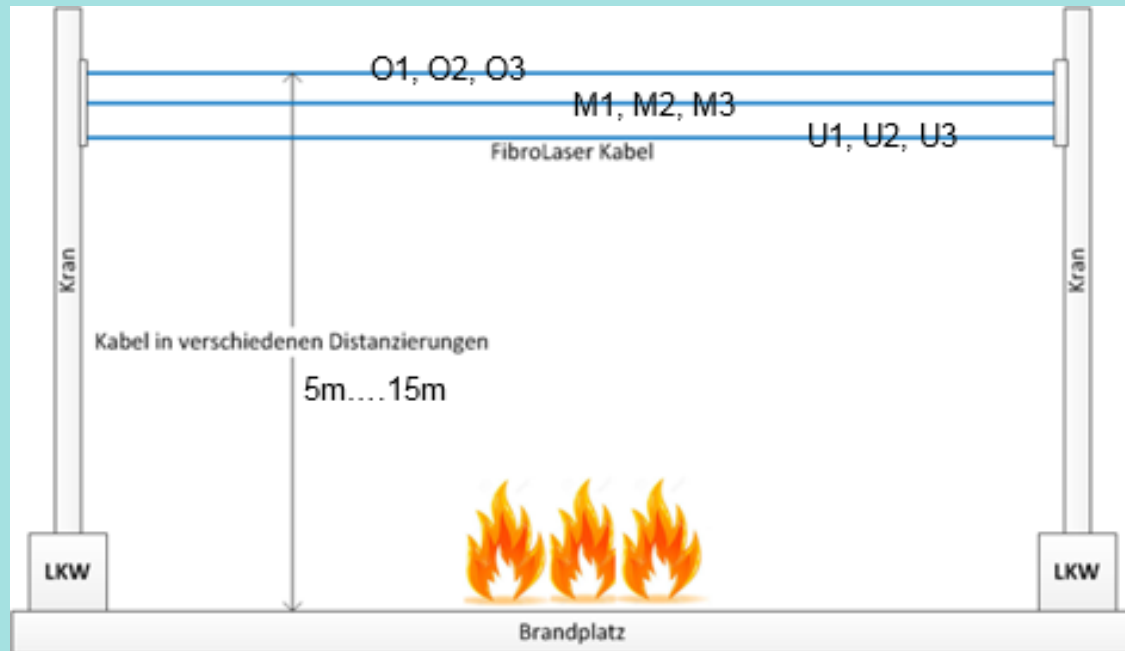


Vidéo
Feux-test

SIEMENS
Ingenuity for life

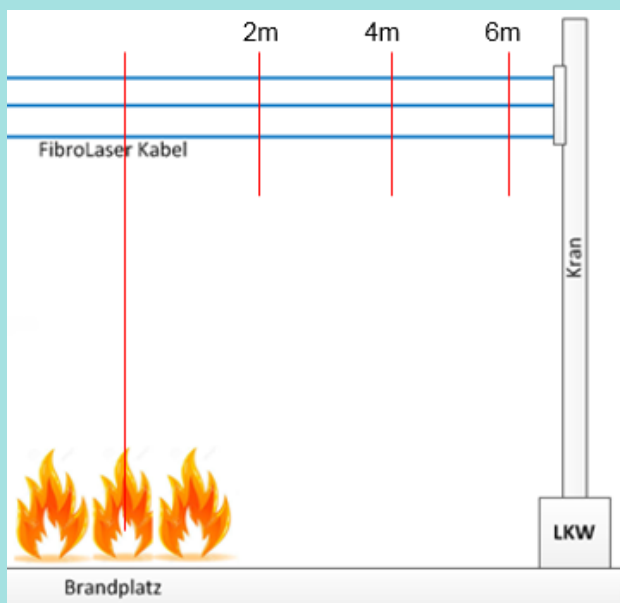
Résultats des mesures sur 3 câbles situés à la même hauteur sur l'ensemble des 4 feux test

- À une distance de 5m du foyer, une température de 201°C est mesurée au point milieu de U2
- À une distance de 6.5m, la température est de 123°C au point milieu de M2
- À une distance de 8m, la température est de 73°C au point milieu de O2
- La distance latérale de 1.5m à pour conséquence une réduction de 4°C pour les hauteurs entre 10m et 18m et de 5°C à 40°C pour les hauteurs entre 5m et 8.5m



Mesures longitudinales de la température

- Ce tableau démontre les différences de températures entre un point milieu (câble bas du milieu U2) en fonction de l'éloignement longitudinal. Les analyses ont été effectuées par des mesures à 2, 4 et 6m de distance.



		Distance longitudinale [m]						
		+2	+4	+6	0 (U2)	+2	+4	+6
Distance verticale [m] (distance foyer ↕ point de mesure)		Différence de température à distance longitudinale avec le point de mesure (U2)			Température effective [°C]			
			5 + 3.0 (O2)	148	160	165	73	53
	5 + 1.5 (M2)	112	152	161	123	89	49	40
	5 (U2)	98	153	161	201	103	48	40
	7 + 3.0 (O2)	39	48	50	61	45	36	34
	7 + 1.5 (M2)	33	44	47	77	51	40	37
	7 (U2)	30	46	48	84	54	38	36
	10 + 3.0 (O2)	8	9	8	38	36	35	36
	10 + 1.5 (M2)	5	6	6	42	39	38	38
	10 (U2)	2	4	6	44	42	40	38
	15 + 3.0 (O2)	6	9	10	41	38	35	34
	15 + 1.5 (M2)	6	7	11	43	38	37	33
	15 (U2)	4	6	9	44	40	38	35

● O1

● M1

● U1

● O2

● M2

● U2

● O3

● M3

● U3

Évaluation

- Les différentes mesures démontrent que l'évolution de la température ne se comporte pas de manière linéaire en fonction de la hauteur. Jusqu'à une hauteur de 10m, le rayonnement thermique est clairement non-linéaire autant verticalement qu'horizontalement.
- Le tableau ci-dessous affiche les différences de températures attendues en fonction de l'hypothèse de travail suivante (valeurs indicatives transmises par le fournisseur d'installation à câble)

- ✓ Hauteur du pilier entre 6m et 26m
- ✓ Distance sol-câble porteur entre 6m et 26m
- ✓ Distance entre deux câbles 4.4m et 7.3m
- ✓ Câble de mesure posé à 1.5m

Exemple:

- ✓ Hauteur du câble porteur 5m (U2)
- ✓ Hauteur du câble de mesure 6.5m (M2) et décalage latéral de 2m
- ✓ Température d'alarme 89°C

		Distance longitudinale [m]						
		+2	+4	+6	0 (U2)	+2	+4	+6
		Différence de température à distance longitudinale avec le point de mesure (U2)			Température effective [°C]			
Distance verticale [m] (distance foyer ↕ point de mesure)	5 + 3.0 (O2)	148	160	165	73	53	41	36
	5 + 1.5 (M2)	112	152	161	123	89	49	40
	5 (U2)	98	153	161	201	103	48	40
	7 + 3.0 (O2)	39	48	50	61	45	36	34
	7 + 1.5 (M2)	33	44	47	77	51	40	37
	7 (U2)	30	46	48	84	54	38	36
	10 + 3.0 (O2)	8	9	8	38	36	35	36
	10 + 1.5 (M2)	5	6	6	42	39	38	38
	10 (U2)	2	4	6	44	42	40	38
	15 + 3.0 (O2)	6	9	10	41	38	35	34
	15 + 1.5 (M2)	6	7	11	43	38	37	33
	15 (U2)	4	6	9	44	40	38	35

Conclusion

- La dimension des différents feux-test ne correspond en rien à la taille ni à la puissance développée par un éventuel feu d'habitation ou de forêt. Le sous-dimensionnement est non seulement lié aux réglementations en matière de protection de l'environnement, mais permet d'assurer une grande marge de sécurité (plus le foyer d'incendie est grand, plus la détection de ce dernier sera facile).
- Ces essais ainsi que les simulations préalables avec des feux-test similaires permettent d'affirmer que ces mesures sont parfaitement adaptées pour la protection d'installations à câbles et les valeurs récoltées peuvent être considérées comme représentatives.
- Il en ressort clairement que la mesure directe à l'emplacement de l'objet à protéger est la solution la plus appropriée pour cette application et que la fiabilité ainsi que la robustesse du FibroLaser représentent ainsi la solution idéale.
- Une surveillance sans interruption sur toute la longueur de la ligne assure une protection maximale et contribue ainsi fortement à la sécurité globale des installations à câbles.

- La protection incendie d'installations à câbles demande à être développée
 - Seule une collaboration étroite entre...
 - ✓ les **bureaux d'étude spécialisés** en matière de protection incendie et garants du concept
 - ✓ les **exploitants** d'installations à câbles
 - ✓ les **fournisseurs d'installations** de remontée mécanique
 - ✓ les **fournisseurs de solutions** de détection incendie
 - ✓ les **forces d'intervention**
- ... permettra de mettre en œuvre et d'améliorer au fil du temps une solution adaptée aux besoins pour les années à venir et ainsi assurer la sécurité de ce moyen de transport d'avenir.
- **SIEMENS** a choisi d'y contribuer et de travailler à livre ouvert (idées, études, tests feu, documentation)
 - De nombreuses personnes sont restées très focalisées sur la recherche d'une solution applicable en milieu montagnard dans lequel des solutions de protection ponctuelles d'objets pourraient être une option. L'approche de **SIEMENS** est de nous concentrer sur l'essentiel, soit sur la ligne à protéger. **Car qu'en sera il quand la ligne de transport ressemblera à ça ?**

Conclusion

[Toutes les images sont issues de la brochure «Applications en milieu urbain» de GARAVENTA]

SIEMENS
Ingenuity for life



Pour le transport de 10 000 passagers/heure (5 000 par direction), il faut :

2 000	100	1
-------	-----	---

Un grand merci pour votre écoute ainsi que pour votre précieuse collaboration

